

RT: 5.00 - 55.00



# Pestiziduntersuchungen

bei den Hauptmessstellen

- Furtbach bei Würenlos
- Glatt vor Rhein
- Jonen nach ARA Zwillikon
- Reppisch bei Dietikon

in den Jahren 2007 bis 2009

**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, Oktober 2010

## Pestiziduntersuchungen

bei den Hauptmessstellen Furtbach bei Würenlos, Glatt vor Rhein, Jonen nach ARA Zwillikon und Reppisch bei Dietikon in den Jahren 2007 bis 2009

### Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>7</b>
<b>2. Methode</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Messstellen und Probenahme</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Analytik</b>	<b>14</b>
<b>2.3 Untersuchte Verbindungen</b>	<b>14</b>
2.3.1 Übersicht	14
2.3.2 Wirkstoffe, die in Anhang 8 der Pflanzenschutzmittelverordnung aufgeführt sind oder keine Zulassung mehr als Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln besitzen	16
<b>2.4 Auswertung nach chronischen und akuten Qualitätskriterien</b>	<b>17</b>
<b>3. Untersuchungen des Furtbachs</b>	<b>19</b>
<b>3.1 Die Konzentrationen der Pestizide und ihrer Abbauprodukte         in den Wochenmischproben des Furtbachs</b>	<b>19</b>
3.1.1 Durchschnittliche Belastung der Wochenmischproben	19
3.1.2 Streuung der Anzahl Nachweise und Gesamtkonzentrationen in den Wochenmischproben	20
3.1.3 Verteilung der Nachweise auf die einzelnen Verbindungen	21
3.1.4 Streuung der Konzentrationen der einzelnen Verbindungen in den Wochenmischproben	27
3.1.5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	30
<b>3.2 Frachten im Furtbach</b>	<b>32</b>
<b>3.3 Jahreszeitlicher Verlauf der Belastung des Furtbachs</b>	<b>35</b>
3.3.1 Jahreszeitlicher Verlauf der Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze und Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung	35
3.3.2 Jahreszeitlicher Verlauf der Summe der Konzentrationen	39
3.3.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	42
<b>3.4 Vergleich Wochenmischproben – Monatsstichproben des Furtbachs</b>	<b>44</b>
3.4.1 Durchschnittliche Belastung der Wochenmisch- und Monatsstichproben	44
3.4.2 Verteilung der Nachweise auf die einzelnen Verbindungen	44

<b>4. Vergleich von Furtbach, Glatt, Jonen und Reppisch</b>	<b>47</b>
<b>4.1 Die Konzentrationen der Pestizide und ihrer Abbauprodukte in den Wochenmischproben von Furtbach, Glatt, Jonen und Reppisch</b>	<b>47</b>
4.1.1 Durchschnittliche Belastung der Wochenmischproben	47
4.1.2 Streuung der Anzahl Nachweise und Gesamtkonzentration in den Wochenmischproben	48
4.1.3 Verteilung der Nachweise auf die einzelnen Verbindungen	49
4.1.4 Streuung der Konzentrationen der einzelnen Verbindungen in den Wochenmischproben	52
4.1.5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	55
<b>4.2 Jahreszeitlicher Verlauf der Belastung der vier Fliessgewässer</b>	<b>59</b>
<b>5. Auswertung nach chronischen und akuten Qualitätskriterien</b>	<b>64</b>
<b>6. Literatur</b>	<b>66</b>
<b>Anhang</b>	<b>67</b>

## Zusammenfassung

### *Messstellen und Probenahme*

Für die Pestiziduntersuchungen 2007 bis 2009 wurden an vier Stellen Proben genommen: Furtbach bei Würenlos, Glatt vor Rhein, Jonen nach ARA Zwillikon und Reppisch bei Dietikon. Diese Stellen gehören zu den 17 Hauptmessstellen im Kanton Zürich, die der permanenten Überwachung der wichtigsten Fließgewässer dienen. Wie alle Hauptmessstellen sind auch diese vier mit Schöpfautomaten ausgerüstet, die eine automatische Entnahme von abflussproportionalen Tagesmischproben ermöglichen. Die Tagesmischproben wurden jeweils am Ende einer Woche zu Wochenmischproben vereinigt, einmal pro Monat wurden Stichproben aus der „fließenden Welle“ entnommen. Im Labor analysierte man die Proben anschliessend auf 46 Pestizide und drei Abbauprodukte.

Die Untersuchungsperioden dauerten von Anfang Frühling bis in den Spätherbst. 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.

### *Untersuchungen des Furtbachs*

Das Wasser des Furtbachs zeigte während den drei Jahren eine konstant hohe Belastung mit Pestiziden und ihren Abbauprodukten, wobei sich das generelle Bild der Belastung von Jahr zu Jahr nicht wesentlich unterschied. Durchschnittlich lagen in den drei Jahren in einer Wochenmischprobe 14 Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenzen vor, während drei Verbindungen in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l gefunden wurden. Die durchschnittliche Summe der Konzentrationen der Pestizide und ihrer Abbauprodukte betrug 1.51 µg/l. Während der drei Jahre betrug die durchschnittliche Fracht an Schadstoffen im Furtbach 464 g pro Woche. Den grössten Anteil an der Schadstofffracht hatte Mecoprop; im Jahr 2007 zum Beispiel hatte dieses Herbizid einen Anteil von rund 37 % an der Gesamtfracht.

In einzelnen Wochenmischproben wurden bis zu 23 Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenzen und bis zu zehn oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung nachgewiesen. Die maximale Gesamtkonzentration an Pestiziden und ihren Abbauprodukten in einer einzelnen Wochenmischprobe wurde im Jahr 2008 mit 5.66 µg/l erreicht.

Die Verbindungen, die häufig und in hohen Konzentrationen nachgewiesen wurden, waren Isoproturon, Linuron, Mecoprop, Metazachlor und Propachlor. Ebenfalls in hohen Konzentrationen, aber nur zu bestimmten Zeiten, wurden Bentazon, Metobromuron und Metamitron gefunden. Häufig, aber in tiefen Konzentrationen traten 2,6-Dichlorbenzamid, Atrazin, DEET, Desethylatrazin, Diazinon, Diuron, Metolachlor, Pirimicarb und Terbutryn auf.

Auch bezüglich des jahreszeitlichen Verlaufs zeigen die Resultate der drei Untersuchungsperioden Gemeinsamkeiten. Betrachtet man die Anzahl Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenze und oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutz-

verordnung, die sich im Durchschnitt über die drei Untersuchungsperioden ergeben, so stellt man bei beiden Grössen ein Maximum in der Woche 23 am Übergang vom meteorologischen Frühling zum Sommer fest. Danach nehmen beide Grössen tendenziell ab. Bei der durchschnittlichen Summe der Konzentrationen, die in den Wochenmischproben der drei Untersuchungsperioden gemessen wurden, zeigt sich dasselbe Bild. Man stellt einen „hügelförmigen“ Verlauf fest, der im Frühjahr bei ca. 0.3 µg/l beginnt, auf ca. 3 µg/l ansteigt, um dann im Herbst auf ca. 0.5 µg/l zurückzufallen. Dieses Muster widerspiegelt die saisonalen Applikationsphasen der Pflanzenschutzmittel in Landwirtschaft und Garten. Weil Pflanzenschutzmittel bevorzugt in den Frühlings- und Sommermonaten eingesetzt werden, ist die Belastung mit Pestiziden in der zweiten Hälfte des Frühlings und im Sommer tendenziell grösser als Anfang Frühling oder im Herbst.

In den einzelnen Untersuchungsperioden war der Anstieg und Fall der Summe der Konzentrationen nicht gleichmässig, sondern Wochen mit geringer Pestizidbelastung wechselten sich in unregelmässiger Folge ab mit Wochen, in denen hohe Konzentrationen an Pestiziden gemessen wurden. Diese „Pestizidstösse“ wurden in den meisten Fällen durch einige wenige Pestizide verursacht. Das lässt vermuten, dass es Wege gibt, über die Wirkstoffe aus Pflanzenschutzmitteln schnell und in konzentrierter Form in ein Gewässer gelangen können: z.B. über die Drift beim Spritzen, die Hofplatzentwässerung oder die Kanalisation und Abwasserreinigungsanlage. Eine andere Möglichkeit des schnellen Eintrags ist die Drainage, die die Stoffe auf direktem Weg in den Bach führt. Pestizide können schliesslich auch mit Regenwasser oberflächlich abgeschwemmt werden, kurz nachdem sie auf dem Feld ausgebracht worden sind.

Vergleicht man die Resultate der Wochenmischproben mit denjenigen der Monatsstichproben, die während den drei Untersuchungsperioden im Furtbach erhoben wurden, so lässt sich festhalten, dass die Monatsstichproben ein ähnliches Bild der Belastung ergeben wie die Wochenmischproben. Allerdings wurden zwei Drittel der Höchstwerte in den Wochenmischproben gemessen. Diese Beobachtung bestätigt, dass Monatsstichproben die Spitzen der Pestizidbelastungen nur zufällig erfassen. Allerdings geben auch Wochenmischproben keine exakte Auskunft über die Höchstwerte der Pestizidkonzentrationen.

#### ***Vergleich von Furtbach, Glatt, Jonen und Reppisch***

Werden die Resultate der Untersuchungen des Furtbachs mit denjenigen der Untersuchungen von Glatt, Jonen und Reppisch verglichen, zeigen sich deutliche Unterschiede. In den Wochenmischproben des Furtbachs fand man in den drei Messreihen im Durchschnitt rund 14 Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze, während in den durchschnittlichen Wochenmischproben von Glatt, Jonen und Reppisch nur sieben bis acht gefunden wurden. Durchschnittlich wiesen in den Wochenmischproben des Furtbachs rund drei Verbindungen eine Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung auf, in den Wochenmischproben von Glatt, Jonen und Reppisch rund 1.5. Die durchschnittliche Summe der Konzentrationen der Pestizide und ihrer Abbauprodukte in den Wochenmischproben des Furtbachs betrug 1.51 µg/l, in den Wochenmischpro-

ben von Glatt, Jonen und Reppisch lag diese Konzentration zwischen 0.6 µg/l und 0.85 µg/l. Die maximale Summe der Konzentrationen erreichte im Furtbach 4.69 µg/l (Durchschnitt der drei Untersuchungsperioden), in der Glatt 1.35 µg/l, in der Jonen 4.52 µg/l und in der Reppisch 2.72 µg/l. Der tiefe Wert in der Glatt lässt sich dadurch erklären, dass dieses Fliessgewässer mit 7.53 m<sup>3</sup>/s einen rund zehnmal höheren Abfluss als der Furtbach und die Jonen und einen rund siebenmal höheren Abfluss als die Reppisch aufweist. Dadurch werden Pestizidstösse in der Glatt stärker verdünnt als Stösse in den anderen drei Fliessgewässern.

Auch was die Anzahl nachgewiesener Verbindungen betrifft, zeigt der Furtbach die stärkste Belastung. In den drei Messreihen des Furtbachs wurden von den insgesamt 49 untersuchten Verbindungen 35 mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze und 25 mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung nachgewiesen. In Glatt, Jonen und Reppisch wurden zwischen 22 und 27 Verbindungen mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen. In einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung fand man in Jonen und Reppisch zwölf Verbindungen, was der Hälfte der Anzahl Verbindungen entspricht, die man im Furtbach oberhalb dieser Konzentration gefunden hat. In der Glatt fand man hingegen nur sechs. Der Grund liegt wahrscheinlich ebenfalls darin, dass die Glatt das Fliessgewässer mit dem höchsten mittleren Abfluss ist und Pestizideinträge entsprechend verdünnt werden.

Insgesamt lässt der Vergleich dieser Daten den Schluss zu, dass Glatt, Jonen und Reppisch ungefähr gleich belastet sind, während der Furtbach eine rund doppelt so grosse Belastung aufweist.

Betrachtet man, wie sich die Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenzen und des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung auf die nachgewiesenen Verbindungen verteilen, fallen fünf auf, die in allen vier Fliessgewässern in mehr als der Hälfte der Proben in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurden. Es handelt sich dabei um die Wirkstoffe Atrazin, Mecoprop und DEET sowie die Abbauprodukte Desethylatrazin und 2,6-Dichlorbenzamid. Bei DEET fällt vor allem die Glatt auf, die hohe Konzentrationswerte zeigt. Der Grund dafür könnte sein, dass die Glatt ein dicht besiedeltes Gebiet entwässert. Der Repellent DEET ist ein Mittel, der in Mückensprays zur Anwendung kommt. Ferner wird er auch zum Schutz von neuen Textilien vor Insektenfrass eingesetzt. Werden neue Kleider zum ersten Mal gewaschen, ist das Abwasser mit DEET belastet.

### ***Auswertung nach chronischen und akuten Qualitätskriterien***

Um die Belastung von Gewässern durch Pestizide besser beurteilen zu können, haben Chèvre et al. (2006) ein Konzept vorgestellt, das die unterschiedliche Toxizität der Wirkstoffe auf aquatische Organismen berücksichtigt. Das sogenannte chronische Qualitätskriterium (CQK) bezeichnet die Konzentrationsschwelle, ab der Organismen bei längerer Belastung Schaden nehmen können, bei Überschreitung des rund zehnmal höheren akuten Qualitätskriteriums (AQK) sind kurzfristig bei ca. 5% der Arten Schäden zu erwarten.



Werden die Wochenmischproben nach chronischen und akuten Qualitätskriterien ausgewertet, wird der Zustand des Furtbachs bezüglich der Herbizide und Insektizide zwischen unbefriedigend und schlecht beurteilt. Das sind die schlechtesten beiden von insgesamt fünf Beurteilungsklassen. Die Glatt und die Jonen werden bezüglich der Herbizide als gut beurteilt, bezüglich der Organophosphate als unbefriedigend resp. schlecht. Der Zustand der Reppisch wird sowohl hinsichtlich der Herbizide als auch der Insektizide als mässig beurteilt.

Vergleicht man die Beurteilungen, die sich aus der Auswertung der Wochenmischproben einerseits und der Monatsstichproben andererseits ergeben, so erhält man bei den Monatsstichproben des Furtbachs eine um bis zu zwei Stufen bessere Beurteilung, während Glatt und Reppisch gleich beurteilt werden. Als Schlussfolgerung lässt sich festhalten, dass bei mässig belasteten Fließgewässern die Monatsstichproben dasselbe Bild ergeben wie Wochenmischproben, während bei stark belasteten Bächen und Flüssen die Wochenmischproben die Belastungen zuverlässiger erfassen als die Monatsstichproben.



## 1. Einleitung

### ***Pestiziduntersuchungen des AWEL 2007 – 2009***

Pestizide sind chemische Stoffe, die 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 sie erst einmal in die Umwelt ausgebracht, finden viele Pestizide oder ihre Abbauprodukte den Weg ins Wasser, wo sie die aquatische Umwelt schädigen und unser Trinkwasser gefährden können. Deshalb untersucht das Gewässerschutzlabor des AWEL seit 1999 systematisch ausgewählte Grund- und Oberflächengewässer im Kanton Zürich auf Wirkstoffe aus Pflanzenschutzmitteln und Biozidprodukten und einige ihrer Abbauprodukte [1]. Während die Qualität des Grundwassers bezüglich der Belastung mit diesen Schadstoffen meist als gut beurteilt werden kann, weisen einzelne Fliessgewässer regelmässig Pestizidkonzentrationen auf, die für aquatische Lebewesen kritisch sind [2].

In den Jahren 2007, 2008 und 2009 wurden Furtbach, Glatt, Jonen und Reppisch eingehend untersucht. 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. Von Frühjahr bis Spätherbst wurden Wochenmischproben und Monatsstichproben aus den Flüssen genommen und auf 46 Pestizide und drei Abbauprodukte analysiert. Die Resultate der Messkampagne 2007 wurden detailliert im Bericht *Pestiziduntersuchungen bei den Hauptmessstellen Furtbach Würenlos und Glatt vor Rhein im Jahr 2007* [3] vorgestellt, die Resultate der Messkampagne 2008 im Bericht *Pestiziduntersuchungen bei den Hauptmessstellen Furtbach Würenlos und Jonen nach ARA Zwillikon im Jahr 2008* [4]. Der Vergleich der Resultate der drei Messkampagnen des Furtbachs sowie der Untersuchungen von Glatt, Jonen und Reppisch sind Gegenstand des vorliegenden Berichts.

### ***Pestiziduntersuchung 2007: Furtbach und Glatt***

Der erste Bericht hält fest, dass im Jahr 2007 vor allem im Furtbach zum Teil bedenklich hohe Maximalkonzentrationen an Pestiziden gemessen wurden. Es handelte sich dabei um Mecoprop, Propachlor, das stark toxische Diazinon und das ebenfalls problematische Irgarol-1051. Erwartungsgemäss traten viele in der Landwirtschaft eingesetzte Pestizide während der Applikationsphase in erhöhten Konzentrationen auf. Da beide Gewässer einen hohen Anteil an geklärtem Abwasser aufweisen, dürften aber auch Pestizeinträge aus Publikumsprodukten und Materialschutzmitteln einen wesentlichen Anteil an der Pestizidfracht ausmachen. Bei den Konzentrationen dieser Stoffe war denn auch keine ausgeprägte Saisonalität erkennbar wie bei den Pestiziden, die ausschliesslich in der Landwirtschaft verwendet werden. Die beiden Tatsachen, dass die landwirtschaftlich eingesetzten Pestizide vorzugsweise während der Applikationsphase auftreten und dass ein bedeutender Anteil Pestizide aus dem Siedlungsraum über die Abwasserreinigungsanlagen in die Gewässer gelangen, erklären, warum über den Zeitraum der Untersuchung keine Korrelation zwischen Abfluss und Schadstoffkonzentrationen gefunden wurde. So

wurden zum Beispiel die höchsten Konzentrationen nicht bei erhöhten Abflüssen gemessen. Die Konzentrationsspitzen sind somit nur begrenzt vorhersehbar. Als Schlussfolgerung hält der Bericht fest, dass aufgrund des fehlenden Zusammenhanges zwischen Konzentration und Abfluss eine Modellierung der Schadstoffbelastung nicht möglich ist und nur Langzeitmessreihen die Pestizidbelastung zuverlässig erfassen können.

Ferner verglich der Bericht die Ergebnisse, die aus der Untersuchung der drei verschiedenen Probetypen Wochenmischprobe, Tagesmischprobe (bei erhöhten Abflüssen) und Monatsstichprobe erhalten wurden. Es zeigte sich, dass schon monatliche Stichproben eine gute Beschreibung eines Gewässers bezüglich der Belastung mit Pestiziden ermöglichen würden. Die monatlichen Stichproben lieferten den gleichen Belastungsindex wie die beiden anderen, aufwändigeren Methoden der Probenahme. Besonders bei regelmässig vorhandenen Pestiziden wurden mit Wochenmischproben und monatlichen Stichproben sehr ähnliche Konzentrationsverläufe erhalten. Unterschiede kamen durch markante Einzelereignisse zustande, die durch die monatlichen Stichproben nicht erfasst werden konnten. Kurzzeitig erhöhte Konzentrationen hingegen, wie sie bei markanten Einzelereignissen auftreten, erfassten die monatlichen Stichproben nur zufällig. Auch mit Wochenmischproben können Spitzenbelastungen nicht exakt erfasst werden, da die Konzentration in einer Wochenmischprobe keine Auskunft gibt über die maximal erreichte Konzentration. Die Erfassung von kurzfristigen und seltenen Ereignissen gelingt nur mit der Entnahme von zeitlich höher aufgelösten Probenahmen. Da die Pestizidkonzentrationen abflussunabhängig sind und hohe Belastungen nicht vorhersehbar sind, darf sich die Entnahme von Tagesmischproben nicht nur auf Phasen mit erhöhtem Abfluss beschränken, sondern muss regelmässig und in kurzen Abständen erfolgen.

#### ***Pestiziduntersuchung 2008: Furtbach und Jonen***

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

In den Wochenmischproben des Furtbachs wurden von den 49 untersuchten Verbindungen 33 mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen, 20 mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung. In den Proben der Jonen wurden 25 resp. zwölf Verbindungen mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze resp. des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung gefunden. Im Furtbach wurden somit 1.3-mal mehr Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze und 1.7-mal mehr Verbindungen

oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung als in der Jonen nachgewiesen. Die Verbindungen, die im Furtbach in mehr als 50 % der Wochenmischproben gefunden wurden und die in diesen Wochenmischproben eine Durchschnittskonzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung aufwiesen, sind *Isoproturon*, *Linuron*, *Mecoprop*, *Metazachlor* und *Propachlor*. In der Jonen gehörte lediglich *Mecoprop* zu dieser Gruppe von Verbindungen.

Betrachtet man die Summe der Konzentrationen, die in den Wochenmischproben gemessen wurden, so stellt man bei beiden Flüssen einen ähnlichen Verlauf fest. Im Frühjahr liegt die Summe der Konzentrationen bei ca. 0.5 µg/l, steigt dann zum Sommer hin auf ca. 5 µg/l an, um im Herbst wieder auf ca. 1 µg/l abzufallen. Dieses Muster widerspiegelt die saisonalen Anwendungen der Pflanzenschutzmittel in Landwirtschaft und Garten. Die Aufschlüsselung der Wochenmischproben nach Pestiziden kann Hinweise darauf liefern, über welchen Weg die Wirkstoffe in die Fließgewässer gefunden haben. Einmalige Pestizidstöße mit hohen Konzentrationen lassen vermuten, dass die Stoffe über die Hofplatzentwässerung oder über die Kanalisation und Abwasserreinigungsanlage, wo sie nur unvollständig zurückgehalten wurden, in den Fluss gelangt sind. Eine andere Möglichkeit ist, dass Pestizide mit Regenwasser abgeschwemmt wurden, kurz nachdem sie auf dem Feld ausgebracht worden waren. Stoffe, die zwar häufig, aber nie in hohen Konzentrationen auftraten, wurden vermutlich kontinuierlich vom Regen aus dem Boden oder aus Oberflächen, die Biozidprodukte enthalten, ausgewaschen und in die Flüsse transportiert.

Auch im zweiten Bericht wurden die Resultate der Wochenmischproben mit den Resultaten der Tagesmischproben und Monatsstichproben verglichen. Der Vergleich der Aussagekraft der monatlichen Stichproben mit derjenigen der Wochenmischproben ist allerdings schwierig, weil während den beiden Sommermonaten Juni und Juli keine Stichproben genommen wurden. So fehlen die Werte von Stichproben für die beiden Monate, welche die höchsten Pestizidkonzentrationen aufwiesen. Diesem Umstand ist es zuzuschreiben, dass die monatlichen Stichproben eine geringere Belastung der beiden Flüsse auswiesen als die Tages- und Wochenmischproben.

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

### ***Aufbau des vorliegenden Berichts***

Der vorliegende Bericht wertet die Daten aus, die im Rahmen der Untersuchungen 2007 bis 2009 erhoben wurden. In Furtbach, Glatt, Jonen und Reppisch wurden insgesamt 191 Wochenmisch- und 42 Monatsstichproben genommen, die auf die Konzentration von 49 Verbindungen untersucht wurden. Das ergibt ein Total von 11'417 Messwerten. In Kapitel 3 werden die Konzentrationen der Pestizide und ihrer Abbauprodukte in den Proben der drei Messreihen des Furtbachs betrachtet. Kapitel 3.1.1 vergleicht die durchschnittliche Belastung der Wochenmischproben miteinander. In Kapitel 3.1.2 wird festgehalten, wie sehr sich die Wochenmischproben der drei Messreihen bezüglich ihrer Belastung mit Pestiziden und ihren Abbauprodukten unterscheiden. Kapitel 3.1.3 untersucht, wie sich die Nachweise in den Wochenmischproben der drei Messreihen auf die einzelnen Verbindungen verteilen. In Kapitel 3.1.4 werden die Streuungen der Konzentrationen der einzelnen Verbindungen in den Wochenmischproben detailliert dargestellt. Kapitel 3.2 widmet sich der Betrachtung der Frachten, und Kapitel 3.3 untersucht, wie sich die Zusammensetzung der Wochenmischproben im Verlaufe der Untersuchungsperioden veränderte. Kapitel 3.4 geht der Frage nach, ob Wochenmischproben Monatsstichproben bezüglich der Belastung der beiden Flüsse mit Pestiziden und Abbauprodukten die gleichen Schlussfolgerungen zulassen.

Der Vergleich der Resultate der Messreihen, die im Rahmen der Untersuchung der vier Fliessgewässer erhoben wurden, findet in Kapitel 4 statt. Er verläuft nach dem gleichen Muster wie der Vergleich der Resultate der drei Messreihen des Furtbachs, wie sie im vorhergehenden Abschnitt 2.4.1 geschildert wurde. Allerdings wurde auf die Betrachtung der Frachten und den Vergleich der Resultate aus den Monatsstichproben mit denjenigen, die aus der Untersuchung der Wochenmischproben gewonnen wurden, verzichtet.

Die Anforderung der Gewässerschutzverordnung an die Qualität von Gewässern, dass die Konzentration von Pestiziden 0.1 µg/l pro Einzelstoff nicht überschreiten darf, ist aus ökotoxikologischer Sicht nicht haltbar. Die unterschiedliche Toxizität der Wirkstoffe wird durch diesen einheitlichen Wert nicht berücksichtigt, ebenso wenig können die Effekte von Pestizidmischungen abgeschätzt werden. Um die Belastung von Gewässern durch Pestizide besser beurteilen zu können, haben Chèvre et al. (2006) [5] ein Konzept vorgestellt, das den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l ersetzt durch das sogenannte chronische Qualitätskriterium (CQK), das die Organismen vor chronischen Belastungen schützen soll, und das akute Qualitätskriterium (AQK), das nie überschritten werden sollte. In Kapitel 5 werden die Daten gemäss dieser Methode ausgewertet.

## 2. Methode

### 2.1 Messstellen und Probenahme

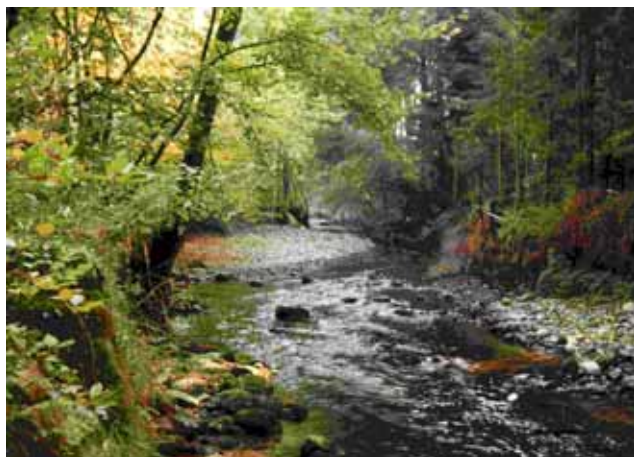
Für die Pestiziduntersuchungen 2007 bis 2009 wurden an den folgenden Hauptmessstellen Proben genommen: Furtbach bei Würenlos, Glatt vor Rhein, Jonen nach ARA Zwillikon und Reppisch bei Dietikon (*Abb. 2.1*). Diese Messstellen gehören zu den 17 permanenten Messstationen im Kanton Zürich, die der Überwachung der wichtigsten Fließgewässer dienen. *Abbildung 2.2* zeigt die Lage der Stellen im Kanton Zürich und gibt ihre Messstellen-Nummer sowie die Landeskoordinaten an. *Tabelle 2.1* listet die mittleren Abflüsse auf, die an den Hauptmessstellen Furtbach bei Würenlos, Glatt vor Rhein, Jonen nach ARA Zwillikon und Reppisch bei Dietikon in den jeweiligen Untersuchungsjahren gemessen wurden. *Abbildung 2.3* stellt die Abflussdaten grafisch dar.



*Furtbach bei Würenlos*



*Glatt vor Rhein*



*Jonen nach ARA Zwillikon*



*Reppisch bei Dietikon*

**Abb. 2.1:** *Beprobte Hauptmessstellen während den Pestiziduntersuchungen 2007 bis 2009*



Messstelle Nr. 907  
**Glatt vor Rhein**  
(678'040 / 269'711)

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

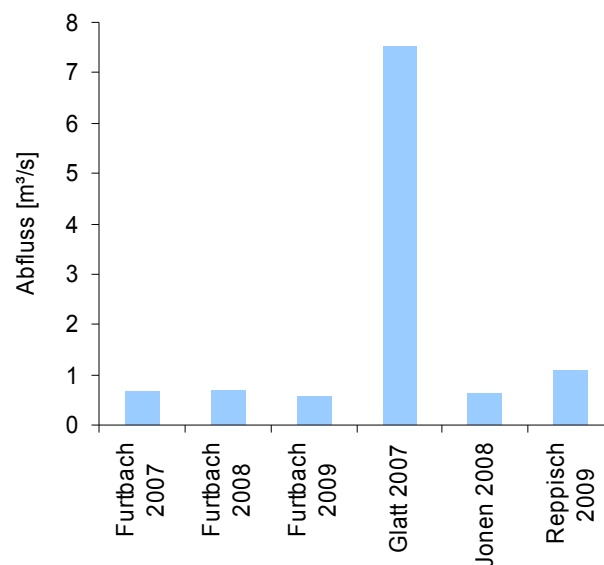
Messstelle Nr. 912  
**Reppisch bei Dietikon**  
(672'435 / 251'590)

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

**Abb. 2.2:** Lage der beprobten Hauptmessstellen

**Tab. 2.1:** Mittlere Abflüsse [ $m^3/s$ ] der untersuchten Fließgewässer

	2007	2008	2009
Gewässer	mittlerer Abfluss [ $m^3/s$ ]		
<b>Furtbach</b>	0.663	0.685	0.576
<b>Glatt</b>	7.530		
<b>Jonen</b>		0.635	
<b>Reppisch</b>			1.070



**Abb. 2.3:** Mittlere Abflüsse [ $m^3/s$ ] der untersuchten Fließgewässer

Wie alle Hauptmessstellen sind auch diese vier mit einem IBUK-Schöpfautomaten ausgerüstet (Abb. 2.4). Für die Pestiziduntersuchungen entnehmen die Geräte den Fließgewässern abflussproportionale Tagesmischproben, die am Ende einer Woche jeweils zu einer Wochenmischproben vereinigt wurden. Einmal im Monat wurde



schliesslich noch eine Stichprobe aus der „fliessenden Welle“ entnommen und analysiert.

Im Jahr 2007 ging die Wochenmischprobe vom 13. August aus dem Furtbach wegen Glasbruch verloren. Im Juni und Juli 2008 wurden aufgrund eines Missverständnisses zwischen AWEL und dem Labor Veritas, das im Auftrag des AWEL die Proben gesammelt und analysiert hat, in Furtbach und Jonen keine Monatsstichproben gesammelt. Zudem konnten im Furtbach in den Wochen vom 21. April und 5. Mai 2008 keine Wochenmischproben gesammelt werden.



**Abb. 2.4:** IBUK-Schöpfautomat

Tabelle 2.2 zeigt, von wann bis wann die Untersuchungsperioden in den Jahren 2007 bis 2009 dauerten, welche Bäche in den jeweiligen Untersuchungsperioden beprobt wurden, und wie viele Wochenmisch- resp. Monatsstichproben die jeweiligen Messreihen umfassten.

	2007	2008	2009
Untersuchungsperiode:	16. April – 4. Nov.	3. März – 2. Nov.	2. März – 1. Nov.
<b>Messreihen Furtbach:</b>			
Monatsstichproben	7	6	8
Wochenmischproben	28	33	35
<b>Messreihe Glatt:</b>			
Monatsstichproben	7		
Wochenmischproben	25		
<b>Messreihe Jonen:</b>			
Monatsstichproben		6	
Wochenmischproben		35	
<b>Messreihe Reppisch:</b>			
Monatsstichproben			8
Wochenmischproben			35

**Tab. 2.2:** Messreihen und Anzahl Proben von jedem Probentyp



## 2.2 Analytik

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

## 2.3 Untersuchte Verbindungen

### 2.3.1 Übersicht

Die Proben wurden auf 49 Verbindungen analysiert:

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

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

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

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

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

<sup>3</sup> Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung, der gleichermassen für alle organischen Pestizide gilt, ist unbefriedigend, da er die unterschiedliche Wirkung der verschiedenen Pestizide auf die Vielfalt der Organismen im Wasser nicht berücksichtigt. Deshalb wurde ein Konzept zur wirkungsbasierten Beurteilung von Pestiziden erarbeitet. Für Wirkstoffe, über die genügend Literaturdaten vorlagen, konnten Werte für die chronische (CQK) und akute Toxizität (AQK) festgelegt werden. Aufgrund fehlender Unterlagen liegen aber bei weitem noch nicht für alle Pestizide solche stoffspezifischen Qualitätskriterien vor. [5]

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

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

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

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

**Tab. 2.3:** Übersicht über die untersuchten Verbindungen

### 2.3.2 *Untersuchte Wirkstoffe, die in Anhang 8 der Pflanzenschutzmittelverordnung aufgeführt sind oder keine Zulassung mehr als Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln besitzen*

In Anhang 8 der Pflanzenschutzmittelverordnung<sup>6</sup> (PSMV) kommen Wirkstoffe, die Bestandteil eines oder mehrerer bewilligter Pflanzenschutzmittel sind und die überprüft werden sollen<sup>7</sup>. Tabelle 2.4 führt die Wirkstoffe aus Tabelle 2.3 auf, die in Anhang 8 PSMV aufgenommen worden sind:

**Tab. 2.4:** *Untersuchte Verbindungen, die in Anh. 8 PSMV aufgeführt sind*

<i>Wirkstoff</i>	<i>Datum der Aufnahme in Anh. 8 PSMV</i>	<i>Aufbrauchfrist</i>
Alachlor	25.05.2008	31.7.2011
Diazinon <sup>8</sup>	25.05.2008	
Dichlobenil <sup>9</sup>	01.07.2009	
Metoxuron	01.07.2009	
Propachlor	01.07.2009	

Tabelle 2.5 listet die Substanzen auf, die keine Zulassung mehr für Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln besitzen:

<i>Wirkstoff</i>	<i>Bemerkungen</i>
2,4,5-T	In Deutschland ist die Verwendung von 2,4,5-T seit 1988 verboten. Auch in Österreich und der Schweiz besteht keine Zulassung als Wirkstoff in Pflanzenschutzmitteln mehr. Gemäss der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung ChemRRV verboten (Anh. 1.1 Ziff. 3 Bst. f ChemRRV).
2,4-DB Atrazin	Da Atrazin und sein Hauptabbauprodukt Desethylatrazin ins Grundwasser gelangen und damit dann auch im Trinkwasser nachgewiesen werden können, ist die Anwendung von Atrazin seit 1991 in Deutschland und seit 1995 in Österreich verboten. In der Schweiz sind Produkte mit Atrazin seit Ende 2008 verboten. Bis 30. Juni 2011 dürfen diese Produkte noch aufgebraucht werden.
Hexazinon	

<sup>6</sup> Verordnung über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (Pflanzenschutzmittelverordnung, PSMV) vom 18. Mai 2005 (SR 916.161)

<sup>7</sup> Das Bundesamt für Landwirtschaft BLW bestimmt die Wirkstoffe, die überprüft werden sollen, im Einvernehmen mit den anderen betroffenen Departementen und nach Anhörung der interessierten Kreise. Es berücksichtigt dabei das Überprüfungsprogramm der EU. Die Inhaberin einer Bewilligung für ein Pflanzenschutzmittel, das einen in Anhang 8 aufgenommenen Wirkstoff enthält, muss dem BLW bis spätestens 6 Monate nach Aufnahme des Wirkstoffes in Anhang 8 melden, ob sie an der Fortführung der Bewilligung des Wirkstoffes interessiert ist. Nach der Kundgabe des Interesses muss sie innert 12 Monaten beim BLW ein Gesuch um Überprüfung stellen. Das Gesuch muss alle Unterlagen enthalten, die für die Bewilligung eines Pflanzenschutzmittels mit einem neuen Wirkstoff eingereicht werden müssen. Allfällige Erwägungen und Entscheide in der EU sind dem Gesuch beizulegen, sofern diese öffentlich zugänglich sind. In begründeten Fällen kann das BLW eine Frist zur Ergänzung der Unterlagen einräumen. Reicht niemand ein Gesuch für die Überprüfung eines Wirkstoffes ein oder genügen die eingereichten Unterlagen den Anforderungen nicht, wird der Wirkstoff aus der Liste der bewilligten Wirkstoffe gestrichen. Pflanzenschutzmittel, deren Bewilligung widerrufen wurde, dürfen noch höchstens während drei Jahren nach Ablauf der zum Abbau von Lagervorräten eingeräumten Frist verwendet werden. Diese Fristen sollen allerdings in Anpassung an die EU reduziert werden.

<sup>8</sup> In Deutschland und Österreich ist Diazinon nicht als Pflanzenschutzmittel zugelassen. In der Schweiz sind zahlreiche diazinonhaltige Produkte im Handel. Sie werden vor allem gegen Schadinsekten im Obst- und Gemüsebau und bei Ziergehölzen eingesetzt.

<sup>9</sup> In Deutschland hat das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) am 23. August 2004 die Zulassung für die Pflanzenschutzmittel mit Dichlobenil widerrufen, weil eine weitere Verunreinigung des Grundwassers mit diesem Wirkstoff nicht auszuschliessen ist.

Metobromuron	Die Bewilligungen für Produkte, die Metobromuron als Wirkstoff enthalten, wurden beendet. Aufbrauchfrist bis 31.7.2011
Monolinuron	Die Bewilligungen für Produkte, die Monolinuron als Wirkstoff enthalten, wurden beendet.
Oxadixyl	Die Bewilligungen für Produkte, die Oxadixyl als Wirkstoff enthalten, wurden beendet.
Permethrin	In der Schweiz wurden alle Zulassungen permethrinhaltiger Pflanzenschutzmittel beendet. Aufbrauchfrist bis 31.12.2011
Propazin	
Simazin	Die Bewilligungen der Produkte mit dem Wirkstoff Simazin wurden widerrufen. Simazin ist in Deutschland seit 2000 nicht mehr zugelassen. Da Simazin-Rückstände im Trinkwasser immer mehr zu einem Problem wurden, beschloss die EU-Regulierungsbehörde 2003, Simazin nicht wieder als Pflanzenschutzmittel zu registrieren. In Österreich besteht ebenfalls keine Zulassung mehr. Aufbrauchfrist bis 31.12.2011
Terbutryn	Die Bewilligungen für Produkte, die Terbutryn als Wirkstoff enthalten, wurden beendet.

**Tab. 2.5:** Substanzen, die keine Zulassung mehr für Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln besitzen

## 2.4 Auswertung nach chronischen und akuten Qualitätskriterien

Die Anforderung der Gewässerschutzverordnung an die Qualität von Gewässern, dass die Konzentration von Pestiziden 0.1 µg/l pro Einzelstoff nicht überschreiten darf, ist aus ökotoxikologischer Sicht unhaltbar. Die unterschiedliche Toxizität der Wirkstoffe wird durch diesen einheitlichen Wert nicht berücksichtigt, ebenso wenig können die Effekte von Pestizidmischungen abgeschätzt werden. Um die Belastung von Gewässern durch Pestizide besser beurteilen zu können, haben Chèvre et al. (2006) ein Konzept vorgestellt, das auf der Wirkung der verschiedenen Pestizide basiert [5].

Zu diesem Zweck wurde der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l ersetzt durch zwei substanzspezifische Werte. Es handelt sich dabei um das sogenannte chronische Qualitätskriterium (CQK), das die Organismen vor chronischen Belastungen schützen soll, und das akute Qualitätskriterium (AQK), das nie überschritten werden sollte. Setzt man die gemessene Konzentration  $c$  eines Wirkstoffes  $i$  ins Verhältnis zu den beiden Qualitätskriterien dieses Stoffes, erhält man die sogenannten Risikoeffizienten  $CRQ_i$  und  $ARQ_i$  (Gl. 1 und 2):

$$(Gl. 1) \quad CRQ_i = \frac{c_i}{CQK_i}$$

$$(Gl. 2) \quad ARQ_i = \frac{c_i}{AQK_i}$$

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

Aufgrund von Literaturdaten konnten Chèvre et al. (2006) für eine Reihe von Verbindungen 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 Phenylharnstoffe gleichermassen die Photosynthese. Um nun den Effekt einer Mischung  $M$  von  $n$  Pestiziden, die über denselben Wirkungsmechanismus verfügen, abzuschätzen, können die Risikoeffizienten der einzelnen Pestizide  $i$  aufsummiert werden zu den Risikoeffizienten der Mischung  $CRQ_M$  und  $ARQ_M$  (Gl. 3 und 4). Für die Bedeutung der beiden Risikoeffizienten der Mischung gilt das gleiche, wie oben für die Risikoeffizienten der Einzelstoffe gesagt wurde.

$$(Gl. 3) \quad CRQ_M = \sum_{i=1}^n CRQ_i = \sum_{i=1}^n \frac{c_i}{CQK_i}$$

$$(Gl. 4) \quad ARQ_M = \sum_{i=1}^n ARQ_i = \sum_{i=1}^n \frac{c_i}{AQK_i}$$

Anhand der beiden Risikoquotienten kann man nun ein Schema aufstellen, mit dem der Zustand eines Gewässers beurteilt werden kann (Tab 2.4). Bei der chronischen Toxizität muss zur Beurteilung der Belastung zusätzlich die Dauer der Einwirkung berücksichtigt werden. Da man bei den vorliegenden Untersuchungen jeweils von März bis Anfang November monatlich nur eine Stichprobe nahm, wurde das Konzept von Chèvre et al. (2006) insofern angepasst, als dass der Zustand eines Gewässers auch dann nur als mässig gilt, wenn der  $CRQ_M$  in zwei aufeinanderfolgenden Probenahmen 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 Probenahmen)
	mässig	mehr als zwei, aber weniger als die Hälfte $CRQ_M$ grösser gleich eins; zwei $CRQ_M$ grösser als eins in aufeinander folgenden Probenahmen
	unbefriedigend	$CRQ_M$ in der Hälfte und mehr aller Probenahmen überschritten
	schlecht	$ARQ_M$ grösser gleich 1

**Tab. 2.4:** Beurteilungsschema nach Chèvre et al. (2006)

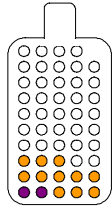
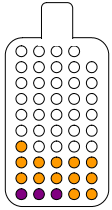
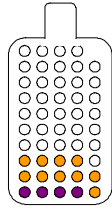
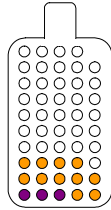
Im Rahmen des vorliegenden Berichts wurden bei den Herbiziden Vertreter der Substanzklassen der Triazine und Phenylharnstoffe sowie der Chloracetanilide und bei den Insektiziden Vertreter der Organophosphate betrachtet.

### 3. Untersuchungen des Furtbachs

#### 3.1 Die Konzentrationen der Pestizide und ihrer Abbauprodukte in den Wochenmischproben des Furtbachs

##### 3.1.1 Durchschnittliche Belastung der Wochenmischproben

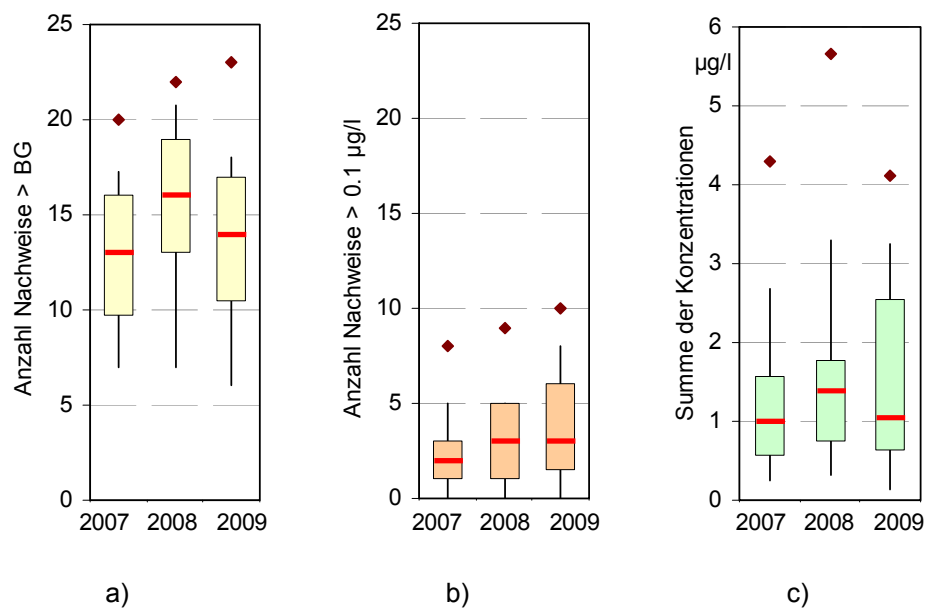
Jede der Wochenmischproben, die im Rahmen der Pestiziduntersuchungen 2007, 2008 und 2009 im Furtbach erhoben wurden (s. Tab. 2.2), untersuchte man auf die Konzentrationen von 49 Verbindungen (s. Tab. 2.3). In den 28 Wochenmischproben des Jahres 2007 lagen im Schnitt 13 Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze vor, wobei die Konzentrationen von zwei Verbindungen den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l überschritten. Die Untersuchung der 35 Wochenmischproben aus dem Jahr 2008 ergab, dass jede Probe im Schnitt 16 Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze enthielt und die Konzentrationen von jeweils drei Verbindungen den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung überschritten. Im Jahr 2009 wurden pro Probe 14 Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen, wobei die Konzentrationen von vier Verbindungen oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung lagen. Die durchschnittliche Gesamtkonzentration an Pestiziden und ihren Abbauprodukten in einer Probe betrug in den Jahren 2007, 2008 und 2009 1.325 µg/l, 1.625 µg/l resp. 1.568 µg/l. Tabelle 3.1 zeigt eine Zusammenstellung dieser Resultate, wobei in der letzten Spalte die Durchschnittswerte der drei Untersuchungsperioden aufgeführt sind.

	2007	2008	2009	2007 - 2009
				
o Anzahl Wochenmischproben	28	33	35	32
Anzahl untersuchte Verbindungen	49	49	49	49
Durchschnittliche Anzahl Verbindungen pro Probe mit einer Konzentration oberhalb ...				
o der Bestimmungsgrenze;	12.8	15.5	13.9	14.1
• des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l.	2.3	3.1	3.8	3.1
Durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und ihren Abbauprodukten in einer Wochenmischprobe				
	1.33 µg/l	1.63 µg/l	1.57 µg/l	1.51 µg/l

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

### 3.1.2 Streuung der Anzahl Nachweise und Gesamtkonzentrationen in den Wochenmischproben

Abbildung 3.1 stellt die Parameter dar, welche die Unterschiede in der Zusammensetzung der einzelnen Wochenmischproben eines Jahres beschreiben<sup>1</sup>. Abbildung 3.1 a) zeigt die Unterschiede in der Anzahl Verbindungen, die in den Wochenmischproben des betreffenden Jahres in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurden. So war zum Beispiel im Jahr 2007 die höchste Anzahl Verbindungen, die in einer einzelnen Wochenmischprobe gefunden wurden, gleich 20. Abbildung 3.1 b) beschreibt die Unterschiede in der Zahl der Verbindungen, die in den Wochenmischproben 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 drei Jahren Wochenmischproben gab, in denen keine Verbindung in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung gefunden wurde. Abbildung 3.1 c) stellt die Unterschiede in der Gesamtkonzentration der Verbindungen dar. Der Rekord trat im Jahr 2008 auf, in dem eine Wochenmischprobe eine Gesamtkonzentration an Pestiziden und ihren Abbauprodukten von 5.66 µg/l aufwies.



**Abb. 3.1:** Unterschiede in der Zusammensetzung der Wochenmischproben

- ◆ Höchstwert, der in den Wochenmischproben gemessen wurde
- Die obere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum 90-Quantil
- Die obere Begrenzung des Rechtecks zeigt das obere Quartil an
- Median
- Die untere Begrenzung des Rechtecks zeigt das untere Quartil an
- Die untere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum Minimalwert.

<sup>1</sup> Kastengrafiken (auch Kastenschaubilder oder Boxplots genannt) werden hauptsächlich verwendet, wenn man sich schnell einen Überblick über die Verteilung von Daten verschaffen will. Die Box wird durch das obere und das untere Quartil begrenzt. Sie umfasst also den Bereich, in dem 50% der Daten liegen. Die Länge der Box entspricht dem Interquartilsabstand und ist ein Mass der Streuung der Daten. Der Median wird als durchgehender Strich in der Box eingezeichnet. Dieser Strich teilt das gesamte Diagramm in zwei Hälften, in denen jeweils 50% der Daten liegen. Durch seine Lage innerhalb der Box bekommt man einen Eindruck von der Schiefe der Verteilung 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.

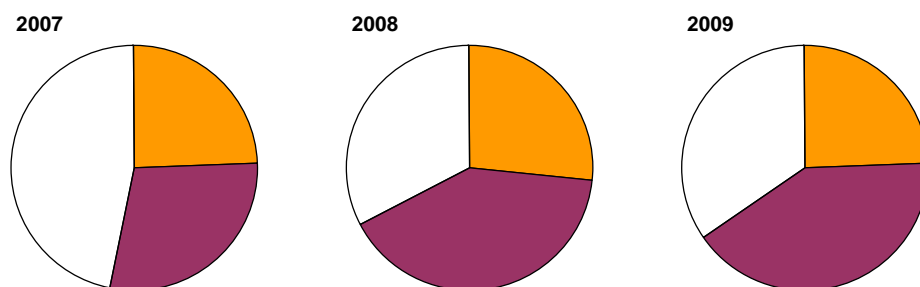


### 3.1.3 Verteilung der Nachweise auf die einzelnen Verbindungen

In den Wochenmischproben des Furtbachs wurden im Jahr 2007 26 der 49 untersuchten Verbindungen mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen; 14 dieser Verbindungen lagen mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l vor. In den Wochenmischproben des Jahres 2008 überschritt die Konzentration von 33 Verbindungen mindestens einmal die Bestimmungsgrenze resp. von 20 Verbindungen mindestens einmal den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung. In den Wochenmischproben des Jahres 2009 wurden 32 Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden, 20 oberhalb des Anforderungswertes der Gewässerschutzverordnung. In der gesamten Untersuchungsperiode 2007 bis 2009 wurden von den 49 Verbindungen 35 mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen und 25 mindestens einmal oberhalb des Anforderungswertes der Gewässerschutzverordnung. Die Konzentration von 14 Verbindungen lag immer unterhalb der Bestimmungsgrenze. Es handelte sich dabei um 2,4-DB, Ametryn, Bromacil, Cyanazin, Cypermethrin, Dichlobenil, Dichlorprop, Fluroxypyr, Hexazinon, MCPB, Metoxuron, Monolinuron, Penconazol und Propazin. (Tab. 3.2 und Abb. 3.2)

**Tab. 3.2:** Anzahl Verbindungen, die in den Wochenmischproben mindestens einmal oberhalb der Bestimmungsgrenze oder oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung nachgewiesen wurden

	Anzahl untersuchte Verbindungen	Anzahl Verbindungen mit Nachweisen oberhalb der Bestimmungsgrenze	Anzahl Verbindungen mit Nachweisen oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung
2007	49	26 (53%)	14 (29%)
2008	49	33 (67%)	20 (41%)
2009	49	32 (65%)	20 (41%)
2007 - 2009	49	35 (71%)	25 (51%)



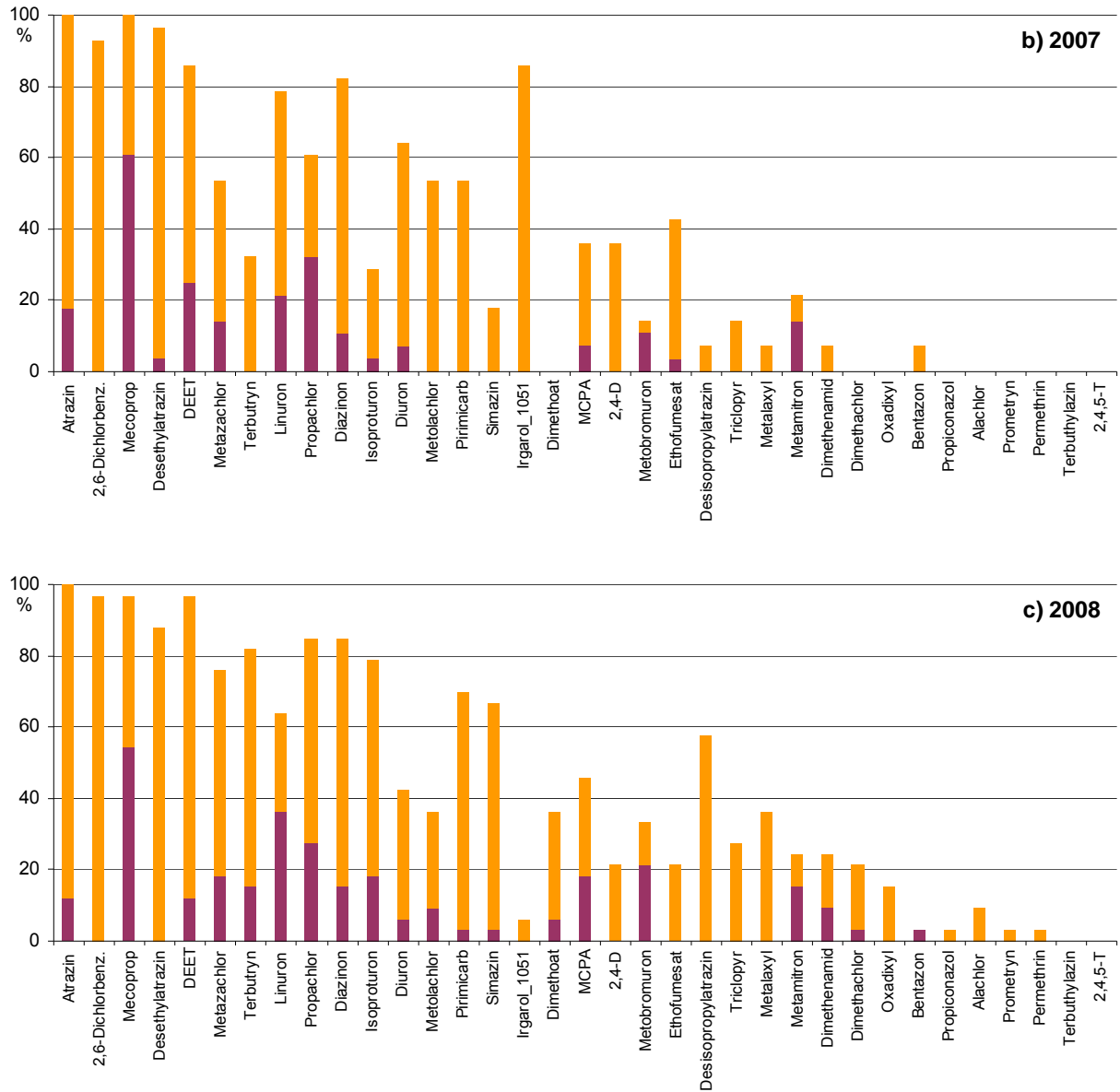
**Abb. 3.2:** Anteil Verbindungen, die in den Wochenmischproben mindestens einmal oberhalb der Bestimmungsgrenze (gesamte gefärbte Fläche) oder oberhalb des Anforderungswertes der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l (dunkler Teil der Fläche) nachgewiesen wurden

Abbildung 3.3 auf dieser und den folgenden Seiten zeigt, wie sich die Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenze und des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l auf die 35 nachgewiesenen Verbindungen verteilen. In Abbildung 3.3 a) sind die Untersuchungsperioden der drei Jahre zusammengefasst. So wurde z. B. Atrazin in allen 96 Wochenmischproben (100 %) in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen. In 17 Proben (18 %) lag Atrazin in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung vor. Auf der anderen Seite des Spektrums wurde 2,4,5-T in den 96 Wochenmischproben lediglich einmal (1%) in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen. Die Verbindungen wurden nach abnehmender Prozentzahl Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenzen geordnet. Bei gleicher Prozentzahl Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenzen wurden die Verbindungen nach abnehmender Prozentzahl Nachweise oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung geordnet. Die Namen der Pestizide oder Abbauprodukte, die hauptsächlich aus der Landwirtschaft stammen, sind in Abbildung 3.3 a) grün umrandet.

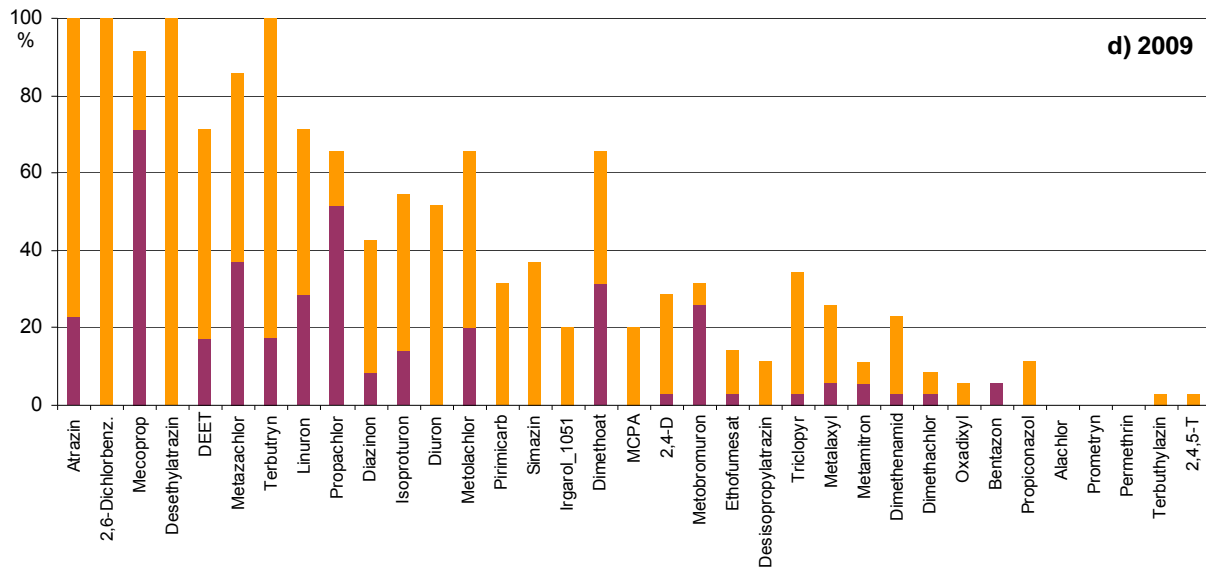
Die Abbildungen 3.3 b) – d) zeigen die Verteilung der Nachweise auf die Verbindungen für die einzelnen Jahre. Um den Vergleich zwischen den drei Jahren zu erleichtern, wurde die Reihenfolge der Abbildung 3.3 a) beibehalten.



**Abb. 3.3:** Anteil der Wochenmischproben (in Prozent), in denen eine bestimmte Verbindung oberhalb der Bestimmungsgrenze (gesamte Länge des Balkens) und oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l (dunkler Teil des Balkens) gefunden wurde. Die Namen der Pestizide oder Abbauprodukte, die hauptsächlich aus der Landwirtschaft stammen, sind grün umrandet (Fortsetzung nächste Seite)

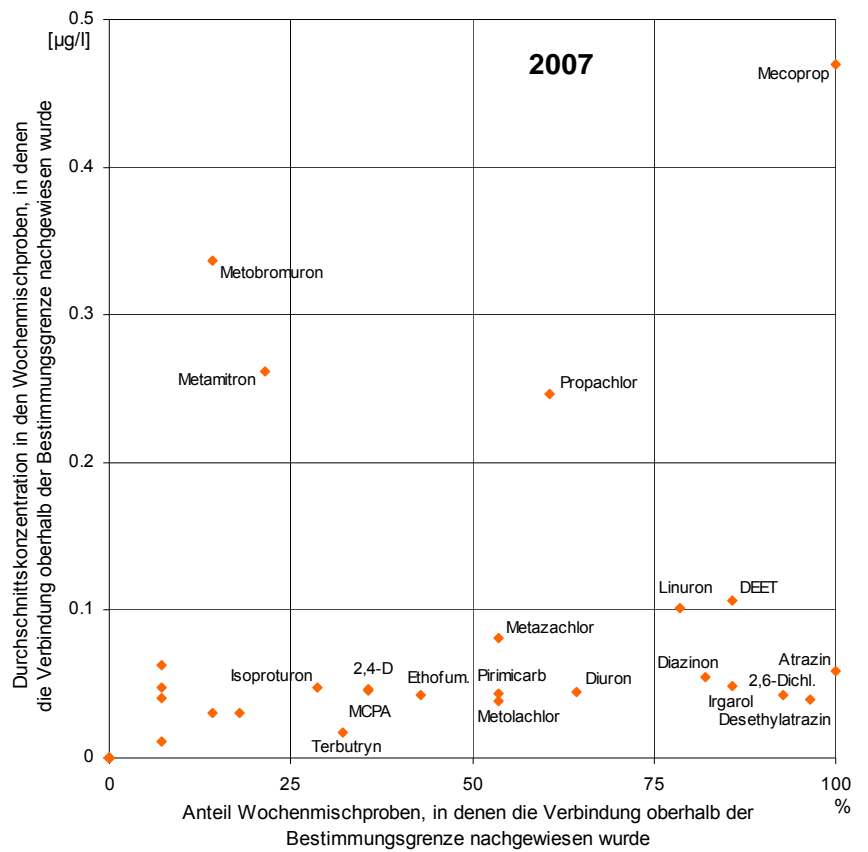


**Abb. 3.3** (Fortsetzung): Anteil der Wochenmischproben (in Prozent), in denen eine bestimmte Verbindung oberhalb der Bestimmungsgrenze (gesamte Länge des Balkens) und oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l (dunkler Teil des Balkens) gefunden wurde (Fortsetzung nächste Seite)



**Abb. 3.3 (Fortsetzung):** Anteil der Wochenmischproben (in Prozent), in denen eine bestimmte Verbindung oberhalb der Bestimmungsgrenze (gesamte Länge des Balkens) und oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l (dunkler Teil des Balkens) gefunden wurde

In Abbildung 3.4 auf der gegenüberliegenden Seite wird jede Verbindung durch einen Punkt in einem Koordinatensystem repräsentiert. Der x-Wert zeigt an, wie gross der Anteil der Wochenmischproben ist, in denen die betreffende Verbindung in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurde. Dieser Wert entspricht der gesamten Länge des Balkens in Abbildung 3.3. Der y-Wert entspricht der Durchschnittskonzentration dieser Verbindung in den Proben, in denen sie oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurde. Atrazin zum Beispiel wurde im Jahr 2009 in 100 % der Wochenmischproben in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden. Die Durchschnittskonzentration von Atrazin in diesen Proben betrug 0.071 µg/l. Rechts unten liegen also die Verbindungen, die häufig, aber nie in hohen Konzentrationen nachgewiesen wurden, während links oben die Verbindungen liegen, die zwar selten, dafür aber in hohen Konzentrationen auftreten.



**Abb. 3.4:** Anteil der Wochenmischproben, in denen eine Verbindung in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurde, aufgetragen gegen die Durchschnittskonzentration dieser Verbindung in diesen Proben (Fortsetzung nächste Seite)

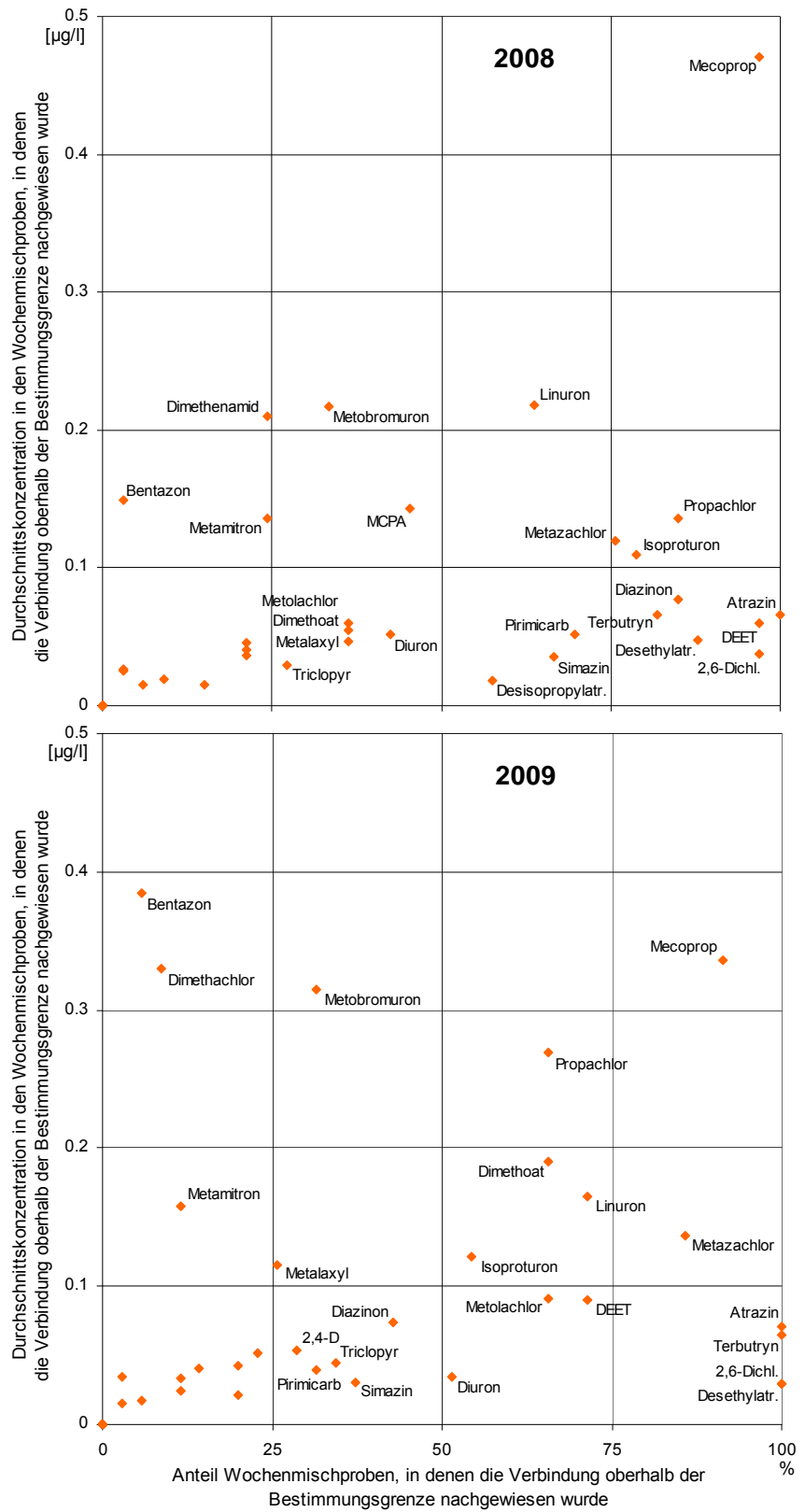
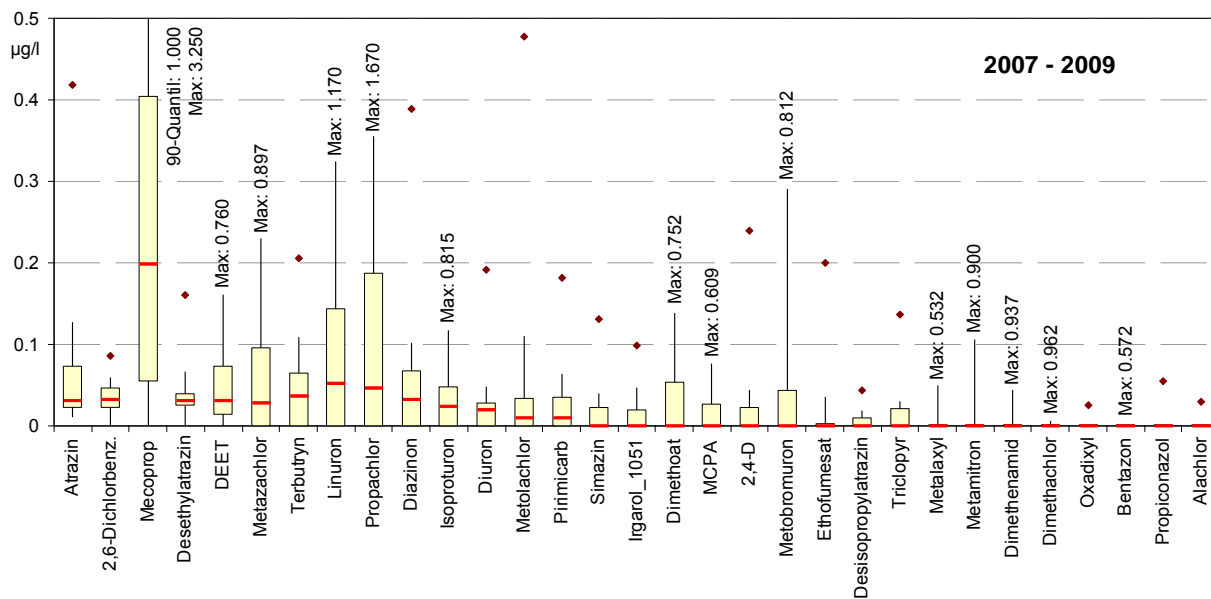


Abb. 3.4 (Fortsetzung): Anteil der Wochenmischproben, in denen eine Verbindung in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurde, aufgetragen gegen die Durchschnittskonzentration dieser Verbindung in diesen Proben

### 3.1.4 Streuung der Konzentrationen der einzelnen Verbindungen in den Wochenmischproben

Abbildung 3.5 auf dieser und der nächsten Seite zeigt die wichtigsten Grössen, mit denen die Streuung der gemessenen Konzentrationen dargestellt werden kann. Neben dem Median als Bezugspunkt sind das obere und das untere Quartil, das 90-Quantil und der Maximalwert aufgeführt. Die Verbindungen sind nach abnehmendem Anteil der Wochenmischproben, in denen die betreffende Verbindung oberhalb der Bestimmungsgrenze im gesamten Untersuchungszeitraum 2007 bis 2009 nachgewiesen wurde, geordnet (s. Abb. 3.3 a)). Bei gleichem Anteil Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenze wurden die Verbindungen nach abnehmendem Anteil Nachweise oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l geordnet. Die erste Grafik der Abbildung 3.5 fasst die Resultate der drei Messreihen zusammen.

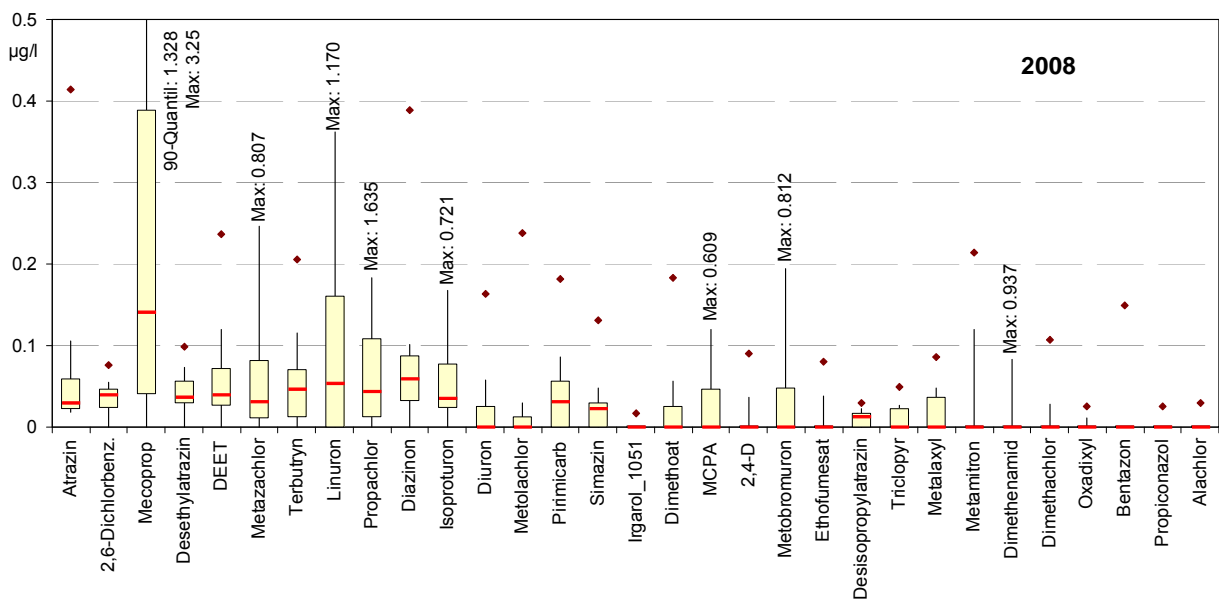
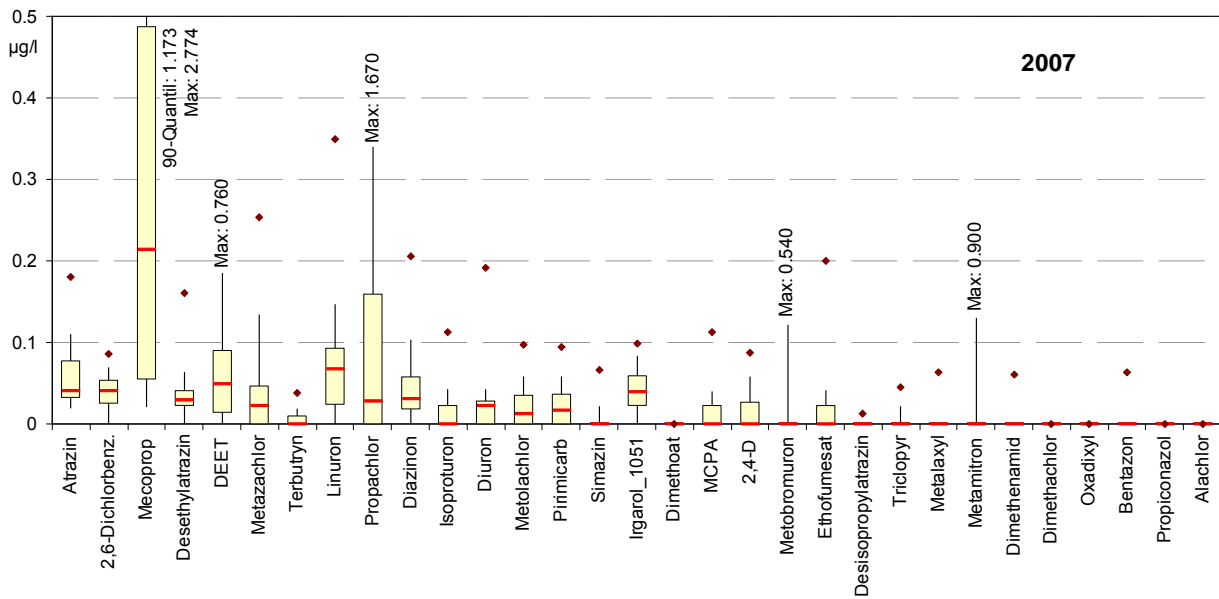
Die Verbindungen 2,4,5-T, Permethrin, Prometryn und Terbutylazin sind nicht aufgeführt, da sie in den drei Jahren nur ein einziges Mal gefunden wurden, und zwar in Konzentrationen unterhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung (Tab. 3.3).



- ◆ Höchstwert, der in den Wochenmischproben gemessen wurde
- Die obere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum 90-Quantil
- Die obere Begrenzung des Rechtecks zeigt das obere Quartil an
- Median
- Die untere Begrenzung des Rechtecks zeigt das untere Quartil an
- Die untere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum Minimalwert.

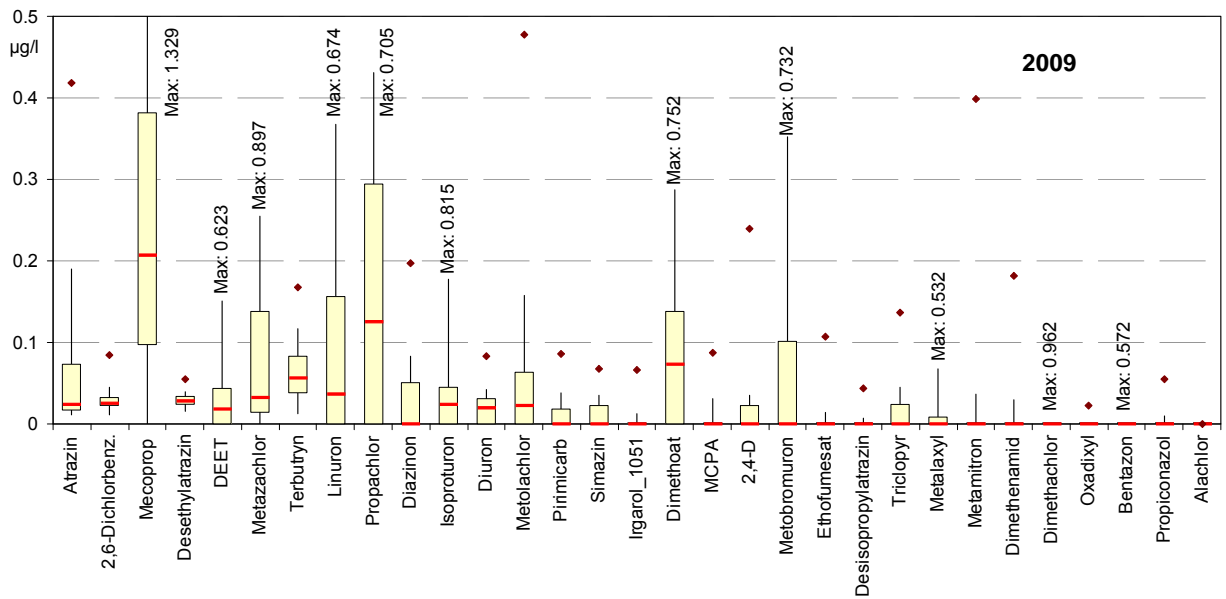
Abb. 3.5: Kastengrafik der Konzentrationen in den Wochenmischproben (Fortsetzung nächste Seite)





- ◆ Höchstwert, der in den Wochenmischproben gemessen wurde
- Die obere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum 90-Quantil
- Die obere Begrenzung des Rechtecks zeigt das obere Quartil an
- Median
- Die untere Begrenzung des Rechtecks zeigt das untere Quartil an
- Die untere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum Minimalwert.

Abb. 3.5 (Fortsetzung): Kastengrafik der Konzentrationen in den Wochenmischproben (Fortsetzung nächste Seite)



- ◆ Höchstwert, der in den Wochenmischproben gemessen wurde
- Die obere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum 90-Quantil
- Die obere Begrenzung des Rechtecks zeigt das obere Quartil an
- Median
- Die untere Begrenzung des Rechtecks zeigt das untere Quartil an
- Die untere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum Minimalwert.

Abb. 3.5 (Fortsetzung): Kastengrafik der Konzentrationen in den Wochenmischproben

	2,4,5-T	Permethrin	Promethrin	Terbutylazin
Konzentration [µg/l]				
2007	0	0	0	0
2008	0	0.026	0.025	0
2009	0.034	0	0	0.015

Tab. 3.3: Konzentrationen der Verbindungen, die in einer Messreihe jeweils nur ein einziges Mal oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurden

### 3.1.5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

#### **Vergleich der Belastung der drei Jahre 2007, 2008 und 2009**

Das Wasser des Furtbachs zeigte während den drei Jahren eine konstant hohe Belastung mit Pestiziden und ihren Abbauprodukten. In einer Wochenmischprobe lagen im Durchschnitt zwischen 13 (2007) und 16 (2008) Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenzen vor. Die Anzahl Verbindungen, die in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l gefunden wurden, schwankte in einer durchschnittlichen Wochenmischprobe zwischen zwei (2007) und vier (2009). Die durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und ihren Abbauprodukten bewegte sich zwischen 1.33 µg/l (2007) und 1.63 µg/l (2008). (s. Tab. 3.1)

Von den 49 Verbindungen wurden in einer einzelnen Wochenmischprobe bis zu 23 (2009) in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenzen und bis zu zehn (2009) oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung nachgewiesen. Die maximale Gesamtkonzentration an Pestiziden und ihren Abbauprodukten in einer einzelnen Wochenmischprobe wurde mit 5.66 µg/l (2008) erreicht. (s. Abb. 3.1)

In den Wochenmischproben des Furtbachs wurden von den 49 untersuchten Verbindungen 35 mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen und 25 mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung. (s. Tab. 3.2, Abb. 3.2 und 3.3) Die Konzentrationen von 14 Verbindungen lagen immer unterhalb der Bestimmungsgrenze. Es handelt sich dabei um

*2,4-DB, Ametryn, Bromacil, Cyanazin, Cypermethrin, Dichlobenil, Dichlorprop, Fluroxypyr, Hexazinon, MCPB, Metoxuron, Monolinuron, Penconazol und Propazin.*

Insgesamt lassen die Resultate darauf schliessen, dass die Belastung des Wassers des Furtbachs in den drei Jahren vergleichbar hoch war.

#### **Welche Verbindungen sind hauptverantwortlich für die Belastung?**

Um die wichtigsten Pestizide und Abbauprodukte zu eruieren, die den Furtbach belasten, wurde für jede Verbindung der Anteil Proben, der die Verbindung in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze enthielt, aufgetragen gegen die Durchschnittskonzentration dieser Verbindung in diesen Proben (Abb. 3.4). Mit Hilfe dieser Grafik lassen sich die Verbindungen je nach dem, in welchem Teil des Koordinatensystems sie auftreten, grob in vier Klassen einteilen (Tab. 3.4). In der obersten Kategorie stehen die Verbindungen, die in mehr als der Hälfte der Wochenmischproben gefunden wurden, wobei die Durchschnittskonzentration in diesen Proben mehr als 0.1 µg/l betrug. Die Verbindungen, die gemäss dieser Auswertung in mindestens zwei Jahren häufig und in hohen Konzentrationen auftraten, sind

*Isoproturon, Linuron, Mecoprop, Metazachlor und Propachlor.*

Die Verbindungen, die in mindestens zwei Jahren in weniger als der Hälfte der Wochenmischproben, aber mit hohen Durchschnittskonzentrationen gefunden wurden, sind

*Bentazon, Metobromuron und Metamitron.*

Die Verbindungen, die in mindestens zwei Jahren in mehr als der Hälfte der Probe mit einer Durchschnittskonzentration unterhalb 0.1 µg/l auftraten, sind

*2,6-Dichlorbenzamid, Atrazin, DEET, Desethylatrazin, Diazinon, Diuron, Metolachlor, Pirimicarb und Terbutryn.*

	2007	2008	2009
Anteil Proben mit Werten > Bestimmungsgrenze: 50 – 100 %  Durchschnittskonzentration > Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung	Mecoprop DEET Linuron Propachlor	Mecoprop Propachlor Isoproturon Metazachlor Linuron	Mecoprop Metazachlor Linuron Propachlor Dimethoat Isoproturon
Anteil Proben mit Werten > Bestimmungsgrenze: 0 – 50 %  Durchschnittskonzentration > Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung	Metamitron Metabromuron	MCPA Metobromuron Dimethenamid Metamitron Bentazon	Metobromuron Metalaxyl Metamitron Dimethachlor Bentazon
Anteil Proben mit Werten > Bestimmungsgrenze: 50 – 100 %  Durchschnittskonzentration < Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung	Atrazin Desethylatrazin 2,6-Dichlorbenzamid Irgarol Diazinon Diuron Metazachlor Pirimicarb Metolachlor	Atrazin DEET 2,6-Dichlorbenzamid Desethylatrazin Diazinon Terbutryn Pirimicarb Simazin Desisopropylatrazin	Atrazin Terbutryn 2,6-Dichlorbenzamid Desethylatrazin DEET Metolachlor Diuron
Anteil Proben mit Werten > Bestimmungsgrenze: 0 – 50 %  Durchschnittskonzentration < Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung	restliche Verbindungen	restliche Verbindungen	restliche Verbindungen

**Tab. 3.4:** Einteilung der Pestizide und ihrer Abbauprodukte in vier Gruppen

### 3.2 Frachten im Furtbach

Die Tagesmischproben, die am Ende einer Woche jeweils zu einer Wochenmischprobe vereinigt wurden, hat man dem Fluss proportional zur Abflussmenge entnommen. Das bedeutet, dass an Tagen mit hohen Abflüssen grössere Probenvolumina gesammelt wurden als an Tagen mit geringer Wasserführung. Die Tagesmischproben von Tagen mit hohen Abflüssen tragen also mehr zum Gesamtvolumen der Wochenmischprobe bei als die Tagesmischproben von Tagen mit geringem Abfluss. Entsprechend hoch ist der Einfluss der Tagesmischproben von Tagen mit hohem Abfluss auf die Konzentration der Wochenmischprobe. Im Extremfall kann die Tagesmischprobe eines einzelnen Tages mit einem sehr hohen Abfluss in einer ansonsten eher trockenen Periode praktisch die gesamte Wochenmischprobe ausmachen. Die Konzentration der Wochenmischprobe entspräche dann der Konzentration dieser Tagesmischprobe, obwohl die Konzentrationen an den anderen Tagen vielleicht ganz anders waren [6]. Die Konzentration der Wochenmischprobe kann also erheblich von der Durchschnittskonzentration der Tagesmischproben abweichen.

Die Konzentrationen von abflussproportionalen Wochenmischproben sind geeignet, Frachten zu berechnen. Um die Fracht einer Verbindung pro Woche zu bestimmen, wurde die Konzentration dieser Verbindung in der Mischprobe der entsprechenden Woche mit dem Volumen des Wassers multipliziert, das in dieser Woche die Hauptmessstelle passiert hatte. Dieses Volumen wurde mit Hilfe der Tagesmittel der Abflusswerte ermittelt. Im Jahr 2007 betrug die Fracht an untersuchten Pestiziden und Abbauprodukten während der Messperiode im Schnitt 450 g pro Woche, im Jahr 2008 554 g und im Jahr 2009 387 g (Tab. 3.5).

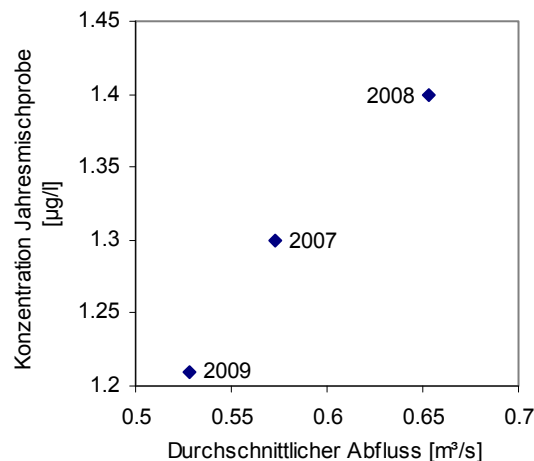
	2007	2008	2009
Anzahl Wochenmischproben	28	33	35
Anzahl untersuchte Verbindungen	49	49	49
Durchschnittliche Fracht an Pestiziden und ihren Abbauprodukten pro Woche			
	450 g	554 g	387 g
Durchschnittlicher Abfluss während der Untersuchungsperiode			
	0.573 m <sup>3</sup> /s	0.653 m <sup>3</sup> /s	0.528 m <sup>3</sup> /s
Konzentration in der „Jahresmischprobe“			
	1.30 µg/l	1.40 µg/l	1.21 µg/l

**Tab. 3.5:** Durchschnittliche Fracht an Pestiziden und ihren Abbauprodukten pro Woche sowie Konzentration in der „Jahresmischprobe“

Aus diesen durchschnittlichen Frachten und den durchschnittlichen Abflüssen in den entsprechenden Messperioden lassen sich die Konzentration an Pestiziden und Abbauprodukten in der Probe berechnen, die sich ergäbe, wenn alle Wochenmischproben zu einer „Jahresmischprobe“ vereinigt würden. In der Jahresmischprobe 2007 betrug diese Konzentration 1.30 µg/l, in der Jahresmischprobe 2008 1.40 µg/l und in der Jahresmischprobe 2009 1.21 µg/l (Tab. 3.5). Vergleicht man diese Konzentration

nen mit den durchschnittlichen Konzentrationen der Wochenmischproben (s. Tab. 3.1), so stellt man fest, dass die ersteren durchwegs tiefer sind. Das kann dahin gehend gedeutet werden, dass in den Wochen mit hohen Abflüssen eher tiefe Gesamtkonzentrationen an Pestiziden und ihren Abbauprodukten vorlagen.

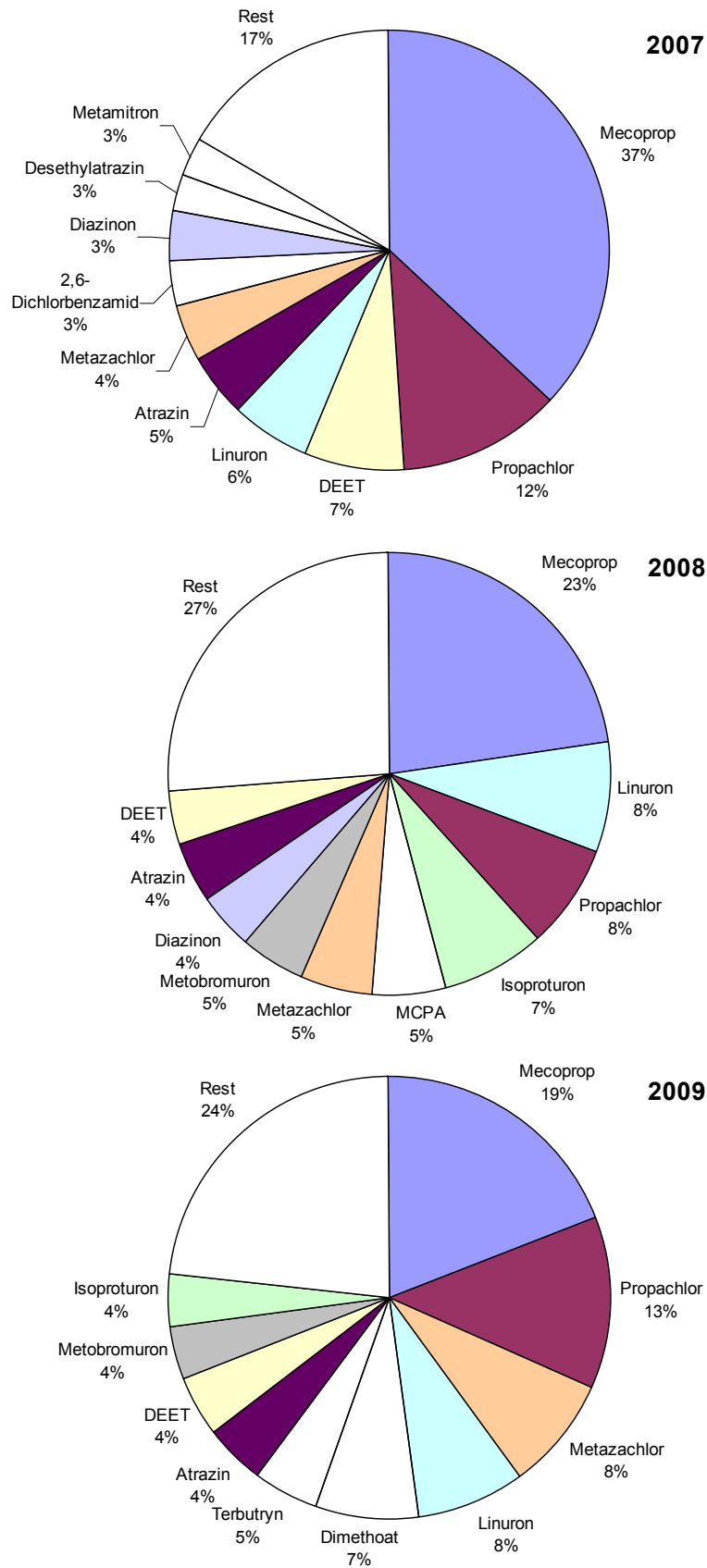
Trägt man die Konzentrationen der Jahresmischproben gegen die durchschnittlichen Abflüsse in den entsprechenden Messperioden auf, stellt man fest, dass mit grösser werdendem durchschnittlichem Abfluss auch die Konzentration der Jahresmischprobe grösser wird (Abb. 3.6).



**Abb. 3.6:** Konzentration Jahresmischproben vs. durchschnittliche Abflüsse

Die Abbildung 3.7 auf der nächsten Seite stellt dar, welche Verbindungen den grössten Anteil an der Schadstofffracht des Furtbachs haben. Für jedes Jahr wurden die Verbindungen nach abnehmendem Anteil an der Fracht in den Wochenmischproben geordnet. Die zehn Verbindungen mit den höchsten Frachtanteilen wurden im Kuchendiagramm einzeln dargestellt, die restlichen Verbindungen im „Rest“ zusammengefasst. Die Zahl hinter dem Namen der Verbindung zeigt an, wie viele Prozent die betreffende Verbindung zur Fracht beitrug. Im Jahr 2007 zum Beispiel hatte Mecoprop einen Anteil von rund 37 % an der Gesamtfracht. Die Verbindungen, die in mindestens zwei Jahren unter den „Top Ten“ vertreten sind, sind eingefärbt. Es handelt sich dabei um:

*Atrazin, DEET, Diazion, Isoproturon, Linuron, Mecoprop, Metazachlor, Metobromuron und Propachlor.*

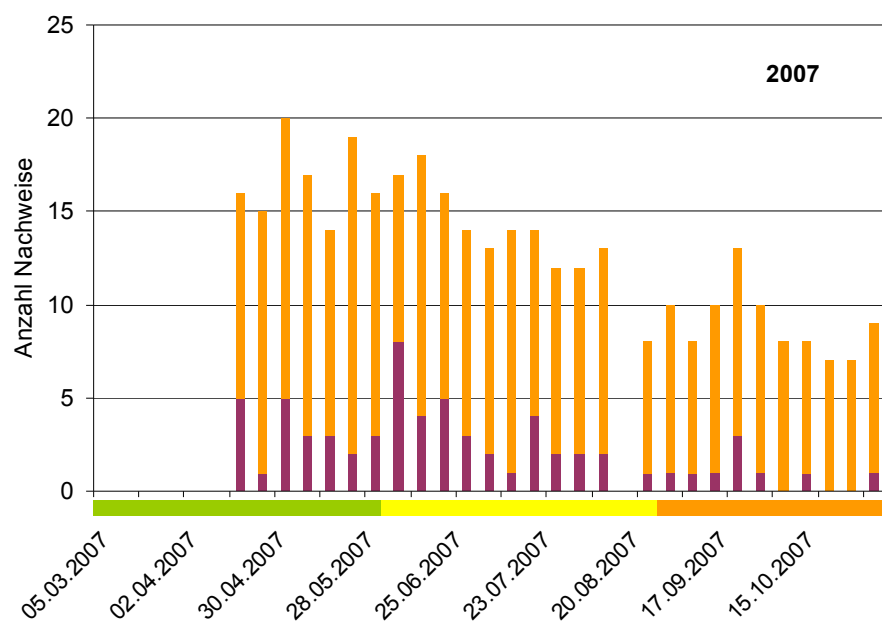
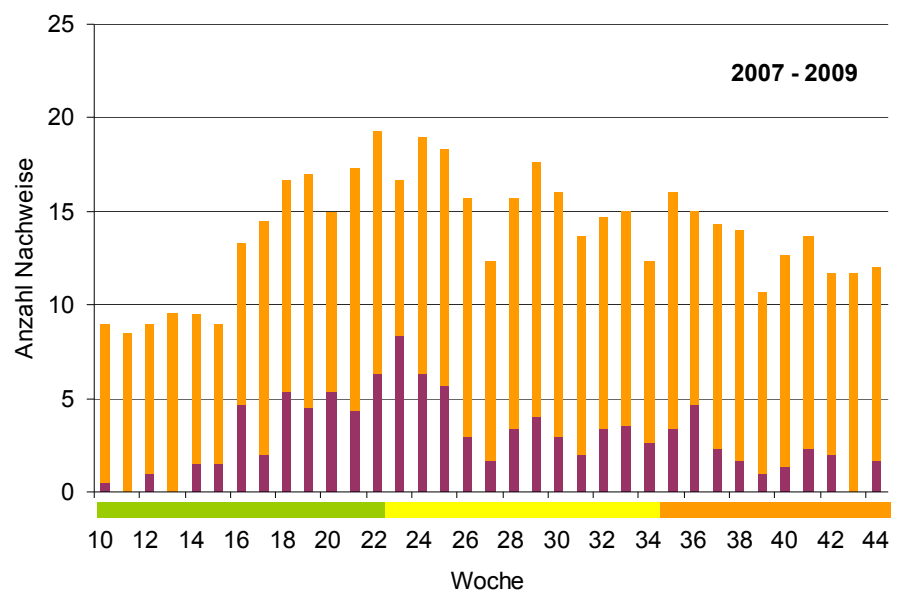


**Abb. 3.7:** Prozentualer Anteil einzelner Verbindungen an der Fracht von Pestiziden und ihrer Abbauprodukten

### 3.3 Jahreszeitlicher Verlauf der Belastung des Furtbachs

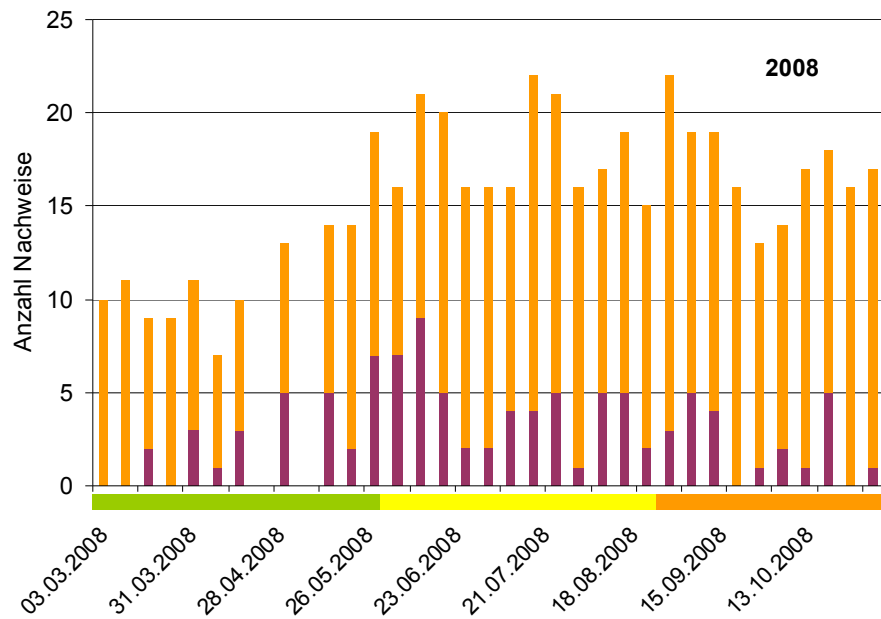
#### 3.3.1 Jahreszeitlicher Verlauf der Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze und Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung

Die erste Grafik in Abbildung 11 zeigt die Anzahl Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenze und oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l im Verlaufe eines Jahres, wenn man den Durchschnitt der drei Untersuchungsperioden 2007, 2008 und 2009 bildet. Die folgenden Darstellungen zeigen für jedes Jahr, wie sich die Anzahl Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenze und oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung über die entsprechenden Untersuchungsperioden verteilen.

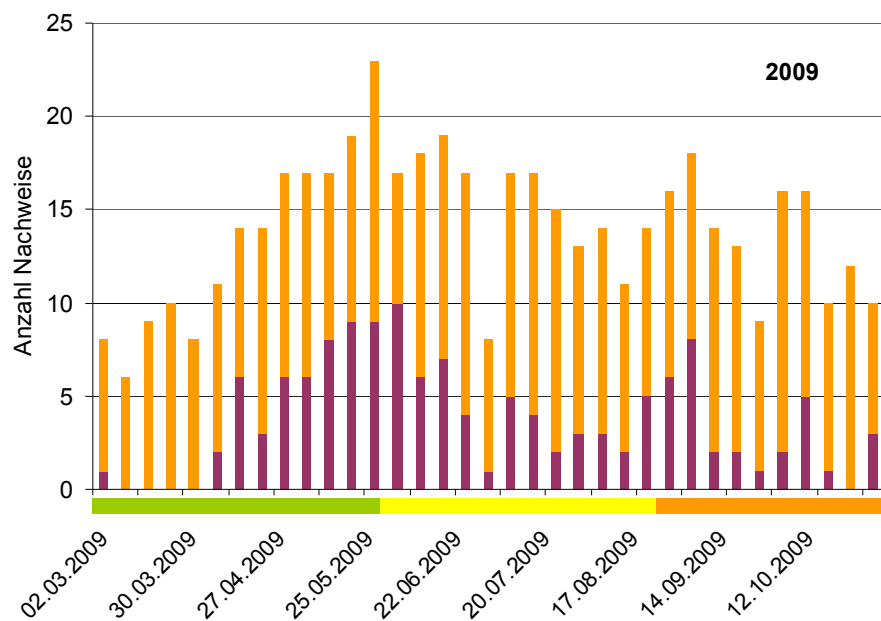


**Abb. 3.8:** Jahreszeitlicher Verlauf der Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze (gesamte Länge des Balkens) und Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung (dunkler Teil des Balkens). Die grünen, gelben und orangen Balken kennzeichnen die meteorologischen Jahreszeiten. (Fortsetzung nächste Seite)





**Abb. 3.8 (Fortsetzung):** Jahreszeitlicher Verlauf der Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze (gesamte Länge des Balkens) und Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung (dunkler Teil des Balkens). Die grünen, gelben und orangen Balken kennzeichnen die meteorologischen Jahreszeiten.



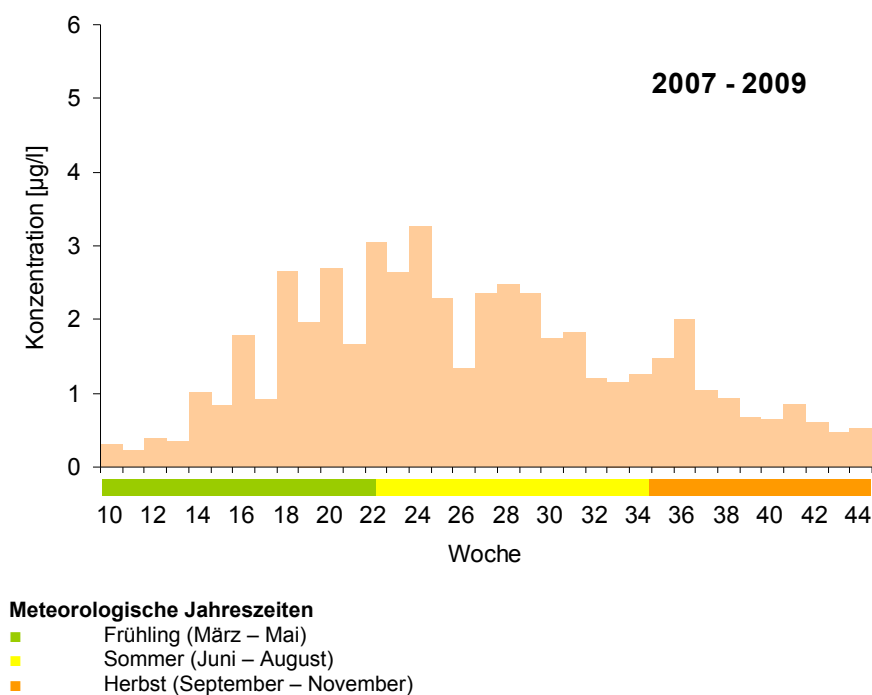


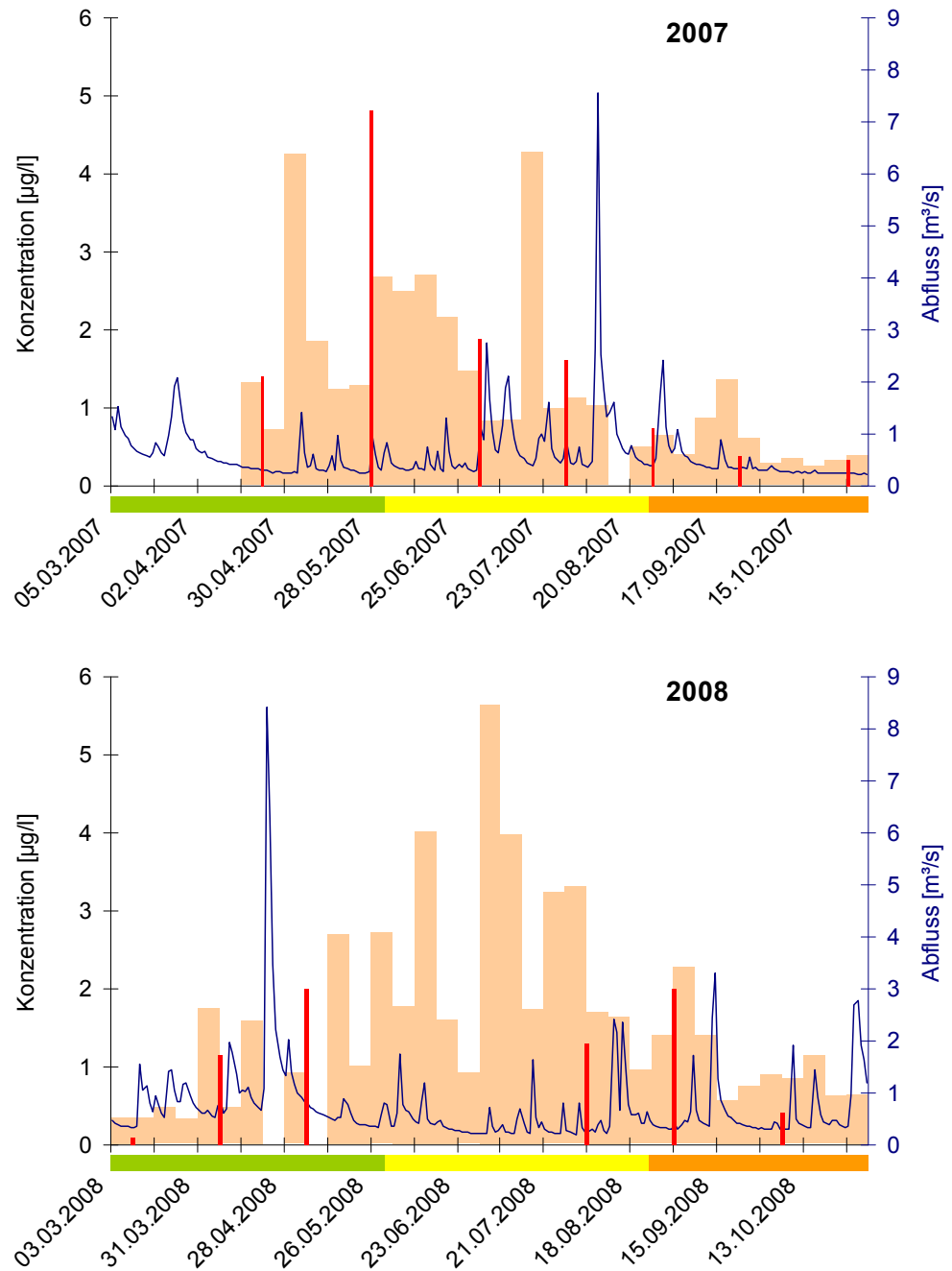


### 3.3.2 Jahreszeitlicher Verlauf der Summe der Konzentrationen

Abbildung 12 zeigt die durchschnittlichen Summen der Konzentrationen der 49 Verbindungen in den Wochenmischproben der drei Untersuchungsperioden 2007, 2008 und 2009. Abbildung 13 auf der nächsten Seite zeigt die Summe der Konzentrationen der 49 Verbindungen in den Wochenmischproben im Verlauf der einzelnen Untersuchungsperioden. Die roten Linien geben die Gesamtkonzentration der 49 Verbindungen in den monatlichen Stichproben an. Die blaue Kurve entspricht den mittleren Tagesabflüssen des Furtbachs.

**Abb. 3.9:** Durchschnittliche Summen der Konzentrationen der 49 Verbindungen in den Wochenmischproben der drei Untersuchungsperioden 2007, 2008 und 2009.

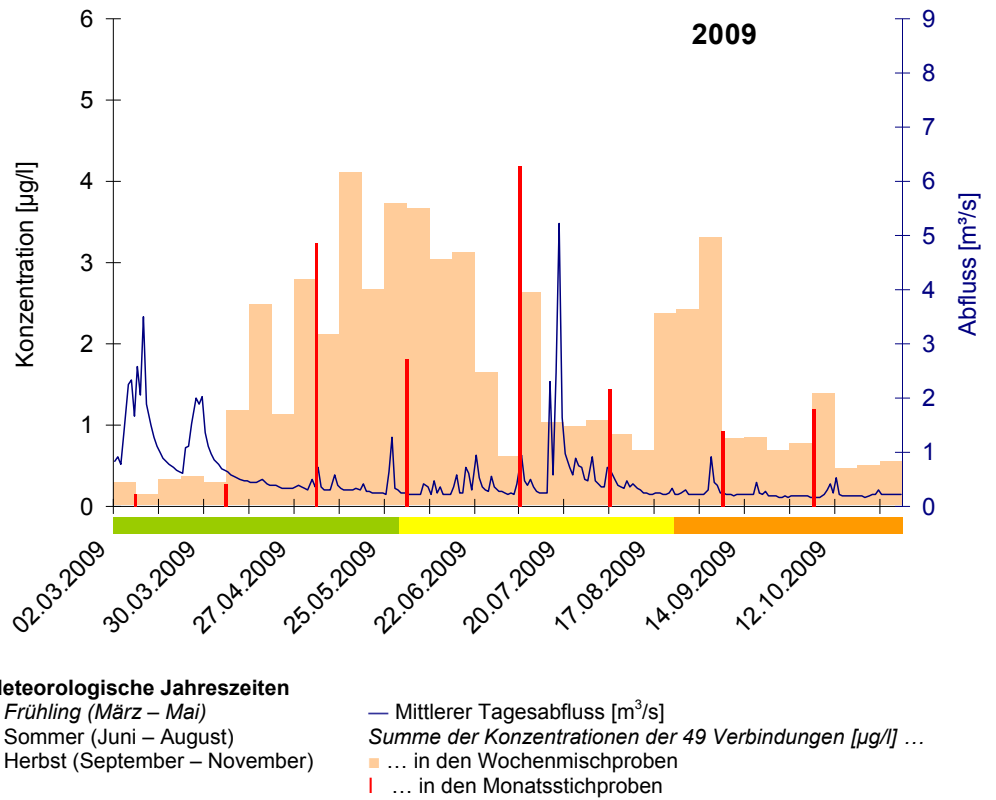




**Abb. 3.10:** Summe der Konzentrationen der 49 Verbindungen in den Wochenmischproben der drei Untersuchungsperioden 2007, 2008 und 2009 (Fortsetzung nächste Seite)

**Meteorologische Jahreszeiten**  
 ■ Frühling (März – Mai)  
 ■ Sommer (Juni – August)  
 ■ Herbst (September – November)

— Mittlerer Tagesabfluss [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]  
 Summe der Konzentrationen der 49 Verbindungen [ $\mu\text{g/l}$ ] ...  
 ■ ... in den Wochenmischproben  
 | ... in den Monatsstichproben



**Abb. 3.10:** (Fortsetzung): Summe der Konzentrationen der 49 Verbindungen in den Wochenmischproben der drei Untersuchungsperioden 2007, 2008 und 2009

### 3.3.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Betrachtet man die Anzahl Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenze und oberhalb des Anforderungswertes der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l, die sich im Durchschnitt über die drei Untersuchungsperioden ergeben (Abb. 11), so stellt man bei beiden Grössen ein deutliches Maximum in der Woche 23 am Übergang vom meteorologischen Frühling zum Sommer fest. Danach nehmen beide Grössen tendenziell ab. Bei der durchschnittlichen Summe der Konzentrationen, die in den Wochenmischproben der drei Untersuchungsperioden gemessen wurden (Abb. 12), zeigt sich dasselbe Bild. Man stellt einen „hügelförmigen“ Verlauf fest, der im Frühjahr bei ca. 0.3 µg/l beginnt, auf ca. 3 µg/l ansteigt, um dann im Herbst auf ca. 0.5 µg/l zurückzufallen. Hier lassen sich allerdings ein zweites Maximum im Sommer und ein drittes Anfang Herbst feststellen.

In den einzelnen Untersuchungsperioden ist dieser 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.

Im Jahr 2007 ist der erste auffällige Pestizidstoss die Wochenmischprobe vom 30.4. (Woche 18), die zu 65% aus Mecoprop besteht. Der Hügel im Frühsommer (28.5. bis 25.6.) ist geprägt durch hohe Konzentrationen an Mecoprop (8% bis 69%) und Propachlor (4% bis 14%). In der Wochenmischprobe vom 4.6. (Woche 23) treten Metamitron mit 36% und Linuron mit 14% prominent in Erscheinung, in der Woche darauf DEET mit 28%. Der Pestizidstoss vom 16.7 (Woche 29) wird zu 80% von zwei Verbindungen bestimmt, die in nahezu gleichen Konzentrationen auftreten, nämlich Mecoprop (41%) und Propachlor (39%). Der Hügel, der mit der Wochenmischprobe vom 10.9. (Woche 37) beginnt und drei Wochen umfasst, ist geprägt durch hohe Anteile an Metobromuron (63%, 34% und 51%), ein Herbizid, das im Anbau von Feldsalat eingesetzt wird.

Im Jahr 2008 sind die beiden Pestizidstösse im Frühling vom 31.3. (Woche 14) und 14.4. (Woche 16) auf Isoproturon (41% resp. 38%) und MCPA (31% resp. 39%) zurückzuführen. Wahrscheinlich kamen die beiden Herbizide, die im Getreideanbau eingesetzt werden, kombiniert zum Einsatz. Die Wochenmischproben vom 12.5. (Woche 20) bis zum 28.7 (Woche 31) sind geprägt durch hohe Anteile an Mecoprop (insgesamt 39%). Die Wochenmischprobe vom 9.6. (Woche 24) enthielt mit 23% einen hohen Anteil an Dimethenamid. Der Pestizidstoss vom 30.6. (Woche 27) setzte sich zusammen aus 57% Mecoprop und 29% Propachlor. In der Wochenmischprobe vom 21.7. (Woche 30) trat Linuron mit 36% prominent in Erscheinung. Die elf Wochenmischproben vom 18.8. bis zum Ende der Untersuchungsperiode (Woche 34 bis 44) enthalten wie schon 2007 zum Teil grosse Mengen an Metobromuron (z.B. 36% in der Wochenmischprobe vom 1.9. (Woche 36)).

Im Jahr 2009 ist die Datenlage weniger übersichtlich, da die einzelnen Peaks durch eine ganze Reihe von Verbindungen verursacht werden. Der erste Ausschlag vom

13.4. (Woche 16) setzt sich grösstenteils durch Dimethoat (30%) und Metazachlor (25%) zusammen. In der Wochenmischprobe vom 27.4. (Woche 18) ist DEET mit 22% die Verbindung mit der höchsten Konzentration. In der Wochenmischprobe vom 11.5. (Woche 20) machen Isoproturon (20%), Mecoprop (19%), Linuron (16%) und Metolachlor (12%) zwei Drittel des Peaks aus. Die sechs Wochenmischproben vom 18.5. (Woche 21) bis zum 22.6. (Woche 26) bestehen aus Mecoprop (20%), Propachlor (11%), Linuron (10%) sowie Dimethoat und Metazachlor (je 9%). Der Stoss in der Woche vom 6.7. (Woche 28) besteht zu 51% aus Mecoprop. Mit der Wochenmischprobe vom 17.8. (Woche 34) tritt wieder erstmals Metobromuron auf, das in allen folgenden Wochenmischproben bis zum Ende der Untersuchungsperiode nachgewiesen werden kann. Insgesamt trägt Metobromuron in diesen elf Wochen 25% zur Gesamtkonzentration der Pestizide und ihrer Abbauprodukte bei. Das Maximum wird in der Wochenmischprobe vom 21.9. (Woche 39) mit 59% erreicht. Der Anteil Mecoprop betrug in dieser Zeit 16%. In der Wochenmischprobe vom 17.8. (Woche 34) fielen zudem noch Propachlor (27%) und Linuron (15%) auf. Der Ausschlag vom 31.8. (Woche 36) wird zu einem grossen Teil durch Dimethachlor (29%) verursacht.

Das Muster, das sich aus der Darstellung der Zusammensetzung der Wochenmischproben ergibt, widerspiegelt die saisonalen Applikationsphasen der Pflanzenschutzmittel in Landwirtschaft und Garten. Die Resultate bestätigen also insgesamt die Schlussfolgerungen, die bereits für das Jahr 2007 [3] gezogen wurden: In der zweiten Hälfte des Frühlings und im Sommer ist die Belastung mit Pestiziden tendenziell grösser als Anfang Frühling oder im Herbst, weil viele in der Landwirtschaft verwendeten Pestizide in den Frühlings- und Sommermonate eingesetzt werden.

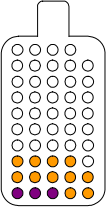
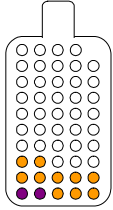
Die Aufschlüsselung der Wochenmischproben nach Pestiziden kann Hinweise darauf liefern, über welchen Weg die Wirkstoffe in die Fliessgewässer gefunden haben. Einmalige Pestizidstösse mit hohen Konzentrationen lassen vermuten, dass die Stoffe über die Hofplatzentwässerung oder über die Kanalisation und Abwasserreinigungsanlage, wo sie nur unvollständig zurückgehalten wurden, in den Bach gelangt sind. Eine andere Möglichkeit ist die Drainage, welche die Stoffe sehr schnell in den Bach führt. Eine Pflanzenschutzmitteluntersuchung im Kanton Thurgau, die Pestizidmessungen bei Abwasserreinigungsanlagen und Fliessgewässern umfasste, stellte fest, dass die Abläufe von Abwasserreinigungsanlagen hohe Konzentrationen des Herbizids Metamitron enthielten [7]. Das Herbizid gelangte vor allem über Drainageleitungen und Hofplatzentwässerungen, die an die Schmutzwasserkanalisation angeschlossen waren, in die Abwasserreinigungsanlagen. Eine weitere Möglichkeit ist schliesslich, dass Pestizide mit Regenwasser oberflächlich abgeschwemmt wurden, kurz nachdem sie auf dem Feld ausgebracht worden waren. Stoffe, die zwar häufig, aber nie in hohen Konzentrationen auftreten, werden vermutlich kontinuierlich vom Regen aus dem Boden oder aus Oberflächen, die Biozidprodukte enthalten, ausgewaschen und in die Flüsse transportiert.



### 3.4 Vergleich Wochenmischproben – Monatsstichproben des Furtbachs

#### 3.4.1 Durchschnittliche Belastung der Wochenmisch- und Monatsstichproben

Für die Wochenmisch- und Monatsstichproben der drei Untersuchungsperioden wurde die durchschnittliche Pestizidbelastung ermittelt. Der Vergleich der Resultate der beiden Probentypen wird erschwert durch die Tatsache, dass im Rahmen der Pestiziduntersuchungen 2008 in den Monaten mit den höchsten Pestizidkonzentrationen keine monatlichen Stichproben erhoben wurden (s. Kap. 2.1). In den 96 Wochenmischproben wurden im Schnitt 14 Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden und drei Verbindungen oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l (s. Tab. 3.1). In den 21 Monatsstichproben lagen im Schnitt zwölf Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze vor und 2 oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung. Die durchschnittliche Konzentration betrug in beiden Probentypen 1.5 µg/l. (Tab. 3.7)

	Wochenmischproben 2007 - 2009	Monatsstichproben 2007 - 2009
		
o Anzahl Proben Anzahl untersuchte Verbindungen	96 49	21 49
Durchschnittliche Anzahl Verbindungen pro Probe mit einer Konzentration oberhalb ...		
● der Bestimmungsgrenze;	14.1	11.9
● des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l.	3.1	2.3
Durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und ihren Abbauprodukten in einer Wochenmischprobe		
	1.51 µg/l	1.50 µg/l

**Tab. 3.7:** Durchschnittliche Anzahl Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze und Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung in den Wochenmisch- und Monatsstichproben sowie durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und ihren Abbauprodukten in den beiden Probentypen

#### 3.4.2 Verteilung der Nachweise auf die einzelnen Verbindungen

Von den 49 Verbindungen wurden im Furtbach in den drei Untersuchungsperioden 35 mindestens einmal oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen, 25 mindestens einmal oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung (s. Tab. 3.2). In den Monatsstichproben wurden 32 Verbindungen nachgewiesen; Dimethachlor, Bentazon, Permethrin und 2,4,5-T wurden „verpasst“, dafür bei einer

Gelegenheit MCB nachgewiesen, das nie in einer Wochenmischprobe gefunden wurde.

Abbildung 3.11 zeigt, wie sich die Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenze und des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l in den 96 Wochenmisch- und 21 Monatsstichproben auf die 35 nachgewiesenen Verbindungen verteilen (vgl. Abb. 3.3a). Das Pestizid MCB, das einmal in einer Monatsstichprobe gefunden wurde, ist nicht dargestellt.

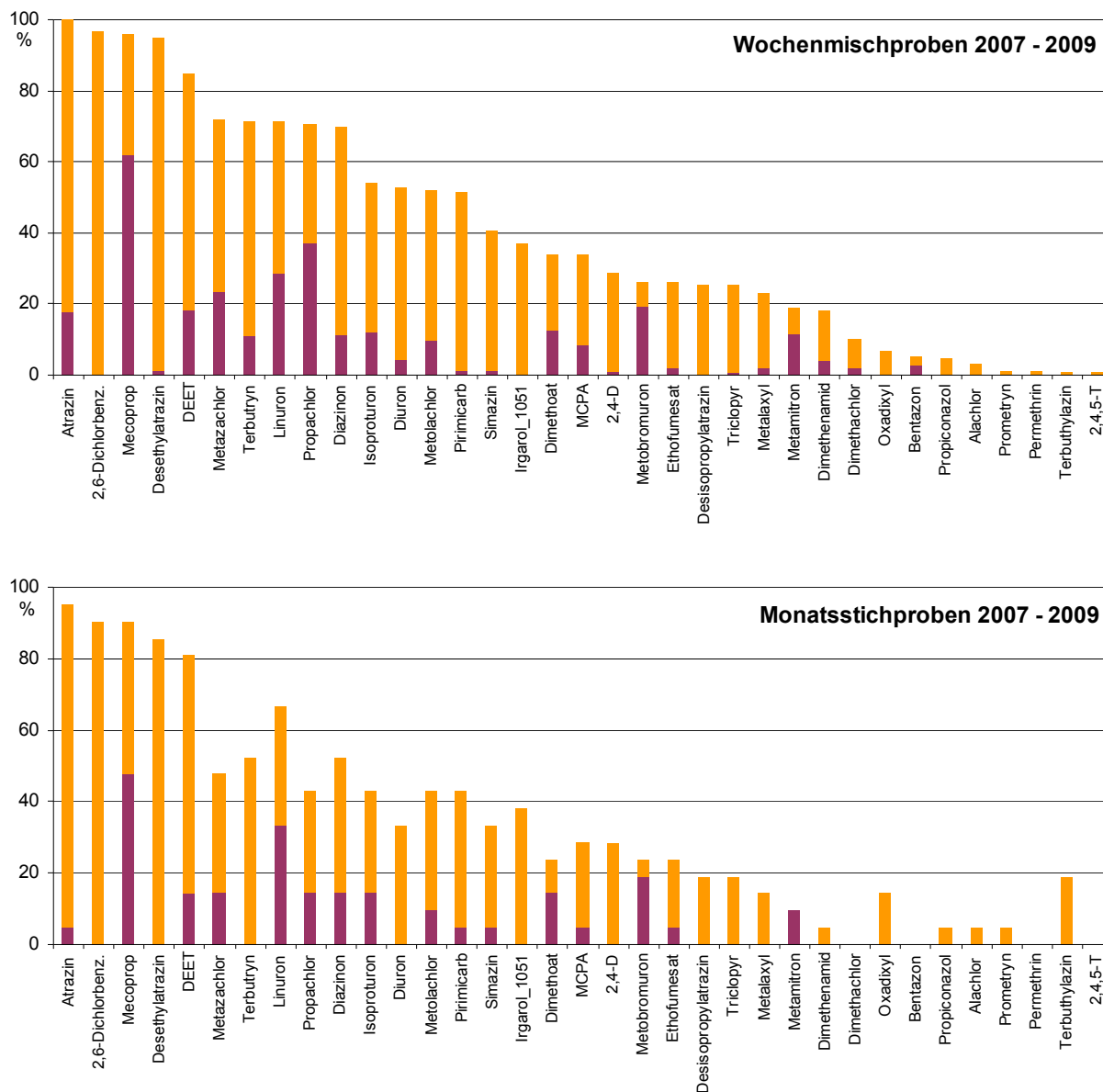


Abb. 3.11: Anteil der Wochenmisch- und Monatsstichproben(in Prozent), in denen eine bestimmte Verbindung oberhalb der Bestimmungsgrenze (gesamte Länge des Balkens) und oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l (dunkler Teil des Balkens) gefunden wurde

Tabelle 3.8 führt für die Verbindungen, die mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurden, für jede Untersuchungsperiode die höchste Konzentration auf, die in dem jeweiligen Probenotyp gemessen wurde. Die Maximalwerte der drei Jahre sind fett gedruckt. Über die drei Untersuchungsperioden wurden somit 20 Höchstwerte in den Wochenmischproben gemessen und 16 Höchstwerte in den Monatsstichproben.

	Wochenmischproben			Monatsstichproben		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009
2,4,5-T	-	-	<b>0.034</b>	-	-	-
2,4-D	0.088	0.090	<b>0.239</b>	0.065	0.044	0.040
2,6-Dichlorbenz.	<b>0.086</b>	0.076	0.084	0.069	0.042	<b>0.091</b>
Alachlor	-	<b>0.029</b>	-	-	0.014	-
Atrazin	0.180	0.414	0.419	<b>0.416</b>	0.036	0.060
Bentazon	0.064	0.149	<b>0.572</b>	-	-	-
DEET	<b>0.760</b>	0.237	0.623	0.152	0.081	<b>1.344</b>
Desethylatrazin	<b>0.160</b>	0.098	0.055	0.098	0.078	0.056
Desisopropylatrazin	0.012	0.030	<b>0.044</b>	0.016	0.013	0.011
Diazinon	0.206	<b>0.389</b>	0.197	0.121	0.082	0.124
Dimethachlor	-	0.107	<b>0.962</b>	-	-	-
Dimethenamid	0.060	<b>0.937</b>	0.181	-	0.011	-
Dimethoat	-	0.183	0.752	-	-	<b>1.303</b>
Diuron	<b>0.191</b>	0.164	0.083	0.037	0.045	0.030
Ethofumesat	<b>0.200</b>	0.080	0.107	0.028	0.134	0.076
Irgarol 1051	<b>0.098</b>	0.017	0.066	0.052	-	0.054
Isoproturon	0.112	0.721	<b>0.815</b>	0.104	0.330	0.123
Linuron	0.350	<b>1.170</b>	0.674	0.620	0.734	0.615
MCPA	0.113	0.609	0.088	0.033	0.067	<b>0.185</b>
MCPB	-	-	-	-	<b>0.023</b>	-
Mecoprop	2.774	3.250	1.329	<b>4.150</b>	0.427	2.675
Metalaxyl	0.064	0.086	<b>0.532</b>	-	0.061	0.045
Metamitron	<b>0.900</b>	0.214	0.399	0.470	<b>1.012</b>	-
Metazachlor	0.254	0.807	<b>0.897</b>	0.096	0.378	0.189
Metobromuron	0.540	0.812	0.732	0.160	0.227	<b>0.951</b>
Metolachlor	0.097	0.238	0.477	0.080	<b>0.502</b>	0.104
Oxadixyl	-	0.025	0.023	-	0.010	<b>0.042</b>
Permethrin	-	<b>0.026</b>	-	-	-	-
Pirimicarb	0.094	0.181	0.086	<b>0.303</b>	0.022	0.067
Prometryn	-	0.025	-	-	<b>0.030</b>	-
Propachlor	<b>1.670</b>	1.635	0.705	0.088	<b>0.455</b>	0.226
Propiconazol	-	0.026	<b>0.055</b>	-	-	0.012
Simazin	0.066	0.131	0.068	0.030	<b>0.176</b>	0.024
Terbuthylazin	-	-	0.015	-	<b>0.016</b>	0.015
Terbutryn	0.038	<b>0.206</b>	0.167	0.017	0.074	0.069
Triclopyr	0.045	0.050	<b>0.136</b>	0.034	0.028	0.044
Anzahl Höchstwerte	<b>20</b>			<b>16</b>		

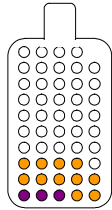
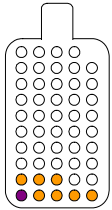
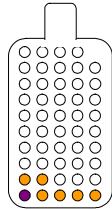
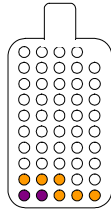
**Tab. 3.8:** Höchste Konzentrationen, die für jede Verbindung in den drei Untersuchungsperioden in den Wochenmisch- und Monatsstichproben gemessen wurden. Für jede Verbindung sind die Höchstwerte im jeweiligen Probenotyp braun hinterlegt. Die Maximalwerte aus beiden Probenotypen sind fett gedruckt

## 4. Vergleich von Furtbach, Glatt, Jonen und Reppisch: Resultate und Diskussion

### 4.1 Die Konzentrationen der Pestizide und ihrer Abbauprodukte in den Wochenmischproben von Furtbach, Glatt, Jonen und Reppisch

#### 4.1.1 Durchschnittliche Belastung der Wochenmischproben

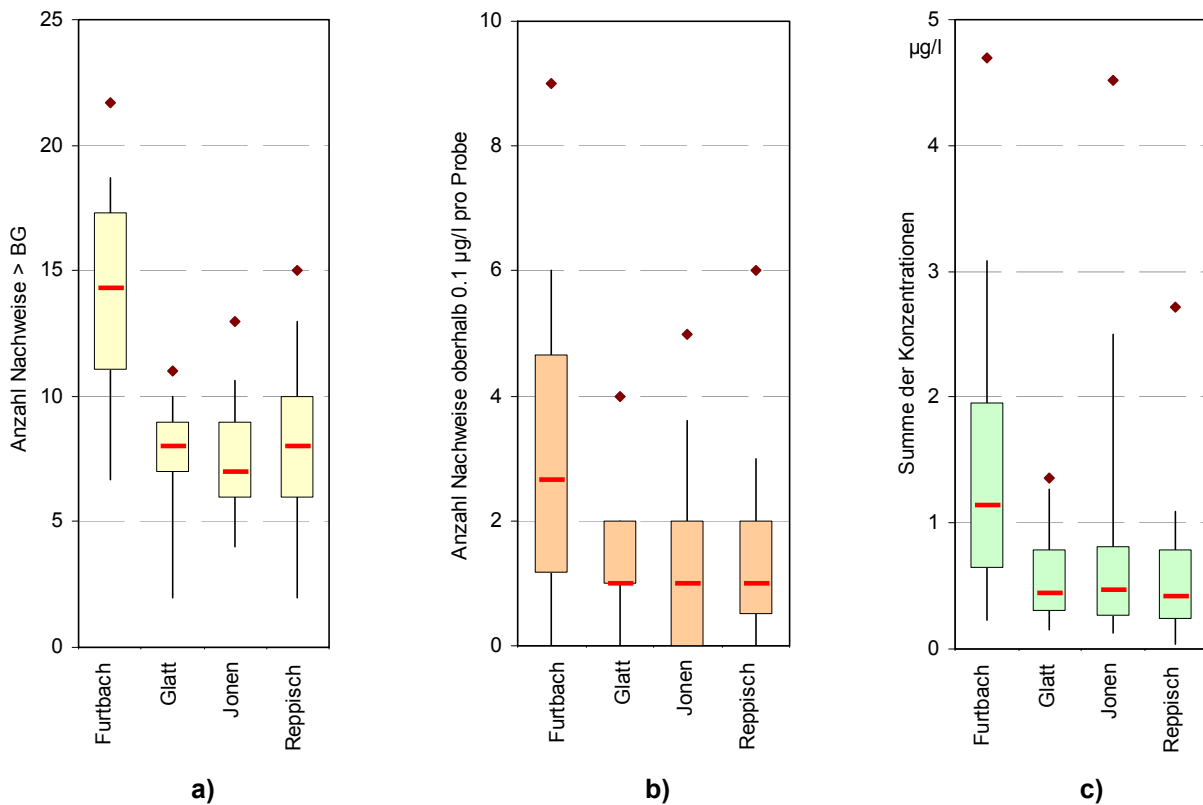
Die durchschnittliche Anzahl Verbindungen, die in den Wochenmischproben oberhalb der Bestimmungsgrenze oder des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l nachgewiesen wurden, gibt einen Hinweis auf die Belastung eines Gewässers mit Pestiziden und ihren Abbauprodukten. Desgleichen lässt die durchschnittliche Summe der Konzentrationen der Verbindungen Rückschlüsse zu, wie stark ein Gewässer belastet ist. Tabelle 4.1 zeigt den Vergleich zwischen Furtbach, Glatt, Jonen und Reppisch. Für den Furtbach wurden die Durchschnittswerte der drei Messreihen 2007, 2008 und 2009 eingesetzt (s. Tab. 3.1).

	Furtbach 2007 – 2009	Glatt 2007	Jonen 2008	Reppisch 2009
				
Anzahl Wochenmischproben	32	25	35	35
Anzahl untersuchte Verbindungen	49	49	49	49
Durchschnittliche Anzahl Verbindungen pro Probe mit einer Konzentration oberhalb ...				
• der Bestimmungsgrenze;	14.1	7.9	7.3	8.2
• des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l.	3.1	1.3	1.3	1.5
Durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und ihren Abbauprodukten in einer Wochenmischprobe				
	1.51 µg/l	0.60 µg/l	0.85 µg/l	0.61 µg/l

**Tab. 4.1:** Durchschnittliche Anzahl Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze und Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l sowie durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und ihren Abbauprodukten in den Wochenmischproben

#### 4.1.2 Streuung der Anzahl Nachweise und Gesamtkonzentration in den Wochenmischproben

Abbildung 4.1 stellt die Streuung der Anzahl Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenze, der Anzahl Nachweise oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l und der Gesamtkonzentration der untersuchten Verbindungen in den Wochenmischproben dar. Für die Werte des Furtbachs wurden wiederum die Durchschnittswerte der drei Messreihen 2007, 2008 und 2009 genommen (s. Abb. 3.1). Abbildung 4.1 a) zeigt die Unterschiede in der Zahl der Verbindungen, die in den Wochenmischproben der betreffenden Messreihen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurden. Abbildung 4.1 b) beschreibt die Unterschiede in der Zahl der Verbindungen, die in den Wochenmischproben in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l vorlagen. Abbildung 4.1 c) stellt die Unterschiede in der Gesamtkonzentration der untersuchten Verbindungen dar.



- ◆ Höchstwert, der in den Wochenmischproben gemessen wurde
- Die obere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum 90-Quantil
- Die obere Begrenzung des Rechtecks zeigt das obere Quartil an
- Median
- Die untere Begrenzung des Rechtecks zeigt das untere Quartil an
- Die untere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum Minimalwert.

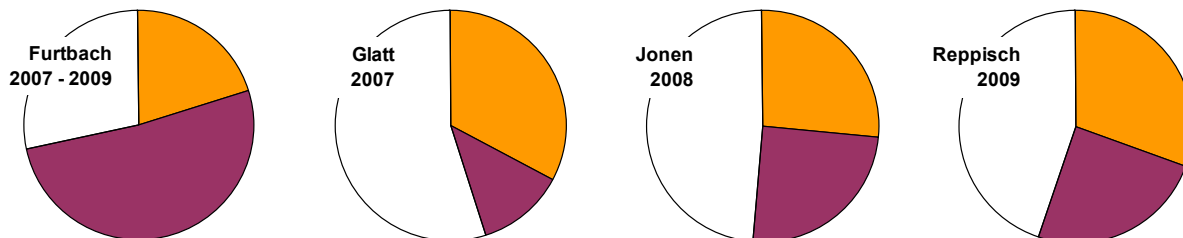
**Abb. 4.1:** Streuung der Anzahl Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenze, der Anzahl Nachweise oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l und der Gesamtkonzentration der untersuchten Verbindungen in den Wochenmischproben

#### 4.1.3 Verteilung der Nachweise auf die einzelnen Verbindungen

Tabelle 4.2 listet auf, wie viele der insgesamt 49 untersuchten Verbindungen mindestens einmal oberhalb der Bestimmungsgrenze und oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l gefunden wurden. Für die Werte des Furtbachs wurden die Durchschnittswerte der drei Messreihen 2007, 2008 und 2009 genommen (s. Tab. 3.2). Abbildung 4.2 stellt die Werte grafisch dar.

		Anzahl untersuchte Verbindungen	Anzahl Verbindungen mit Nachweisen oberhalb der Bestimmungsgrenze	Anzahl Verbindungen mit Nachweisen oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung
<b>Furtbach</b>	2007-09	49	35 (71%)	25 (51%)
<b>Glatt</b>	2007	49	22 (45%)	6 (12%)
<b>Jonen</b>	2008	49	25 (51%)	12 (24%)
<b>Reppisch</b>	2009	49	27 (55%)	12 (24%)

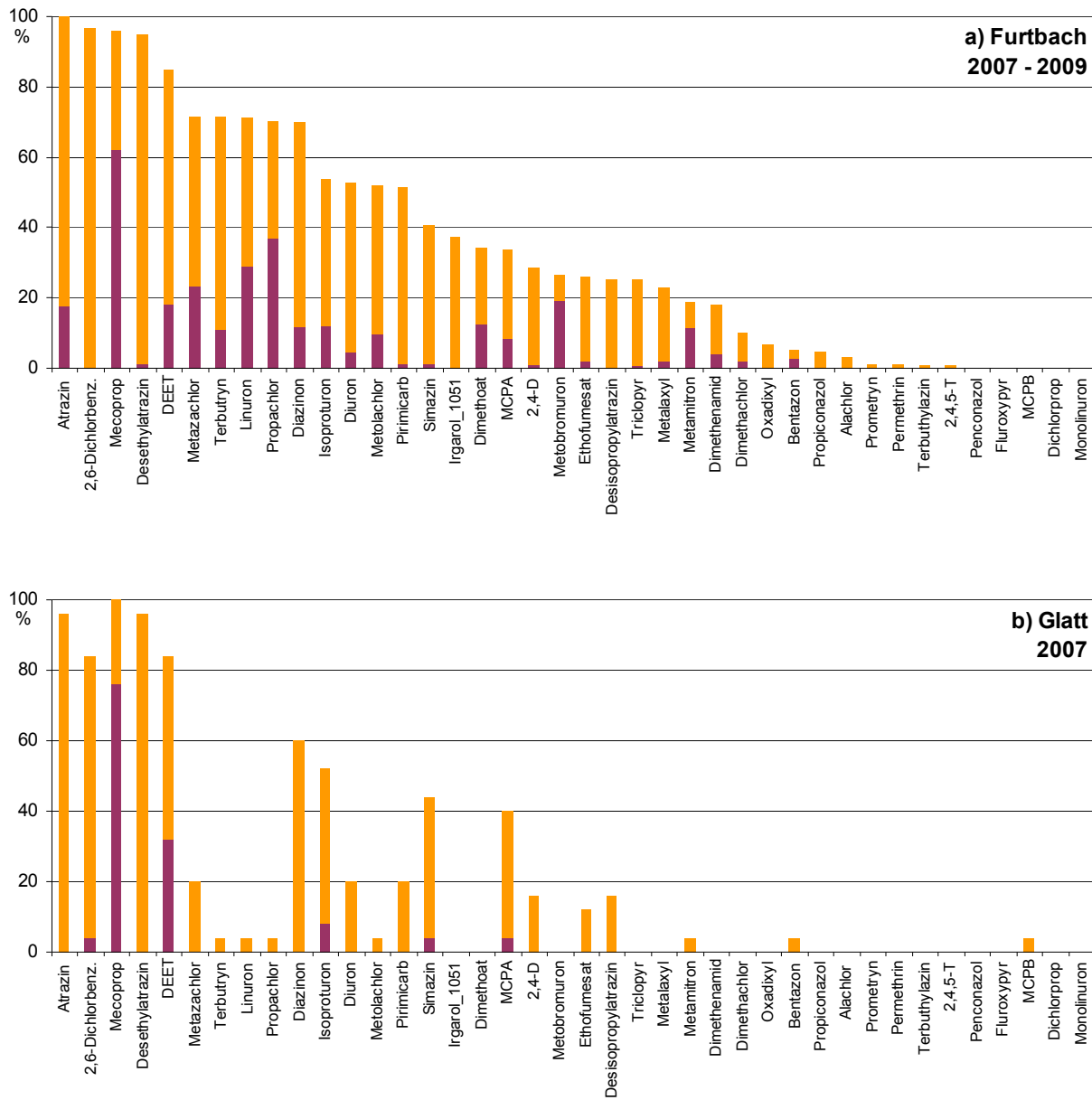
**Tab. 4.2:** Anzahl Verbindungen, die in den Wochenmischproben mindestens einmal oberhalb der Bestimmungsgrenze oder oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l nachgewiesen wurden



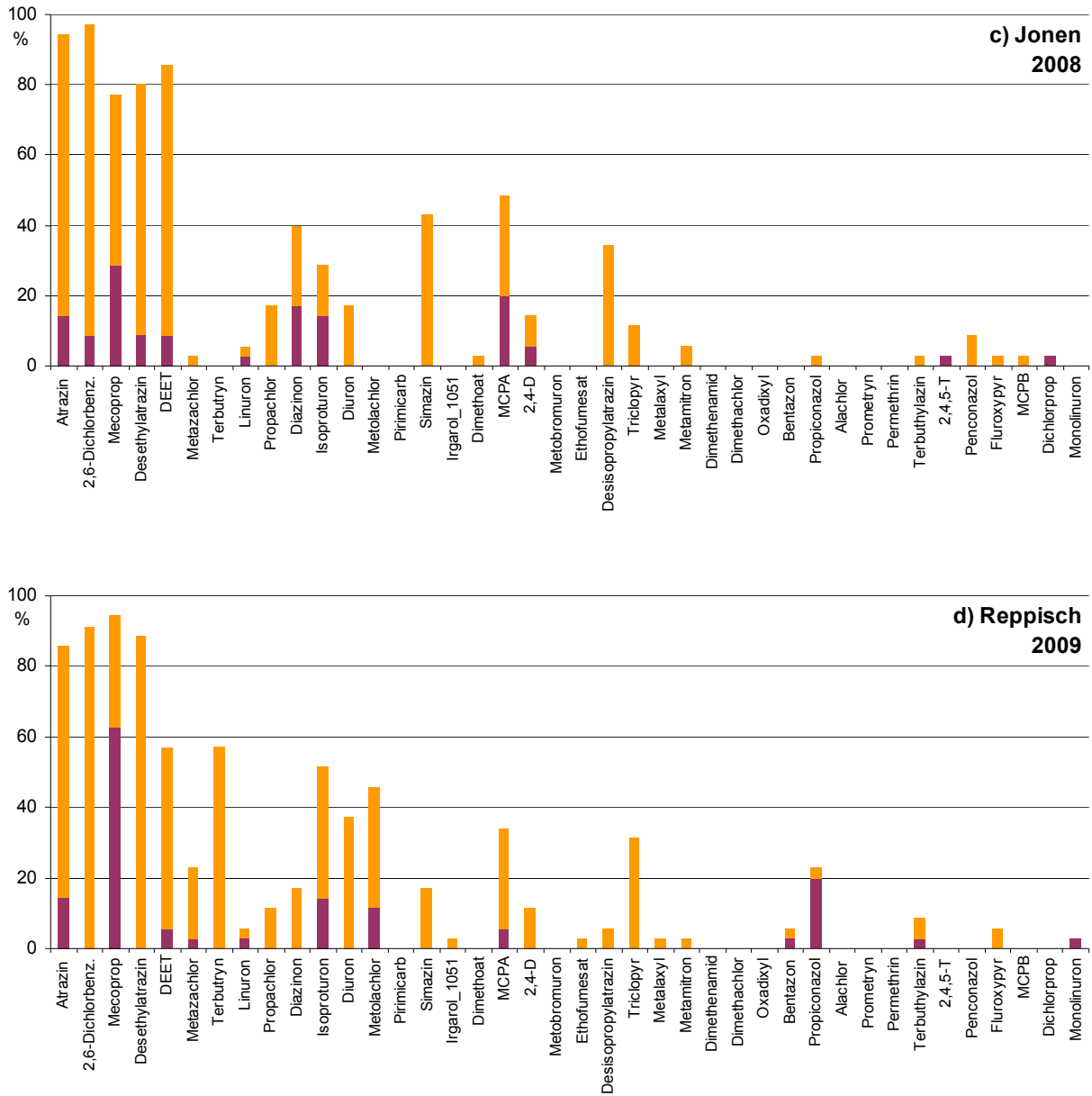
**Abb. 4.2:** Anteil Verbindungen, die in den Wochenmischproben mindestens einmal oberhalb der Bestimmungsgrenze (gesamte gefärbte Fläche) oder oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l (dunkler Teil der Fläche) nachgewiesen wurden

Von den 49 Verbindungen wurden in den drei Untersuchungsperioden 40 mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen, die Konzentration von 9 Verbindungen lag immer darunter.

Abbildung 4.3 auf den folgenden Seiten zeigt, wie sich die Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenzen und des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung auf die 40 nachgewiesenen Verbindungen verteilen. In Abbildung 4.3 a) sind die Resultate der drei Messreihen des Furtbachs zusammengefasst (s. Abb. 3.3 a). Die Abbildungen 4.3 b) – d) zeigen die Verteilung der Nachweise auf die Verbindungen für die Fließgewässer Glatt, Jonen und Reppisch. Um den Vergleich zwischen den vier Fließgewässern zu erleichtern, wurde die Reihenfolge der Abbildung 4.3 a) beibehalten.



**Abb. 4.3:** 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 (Fortsetzung nächste Seite)



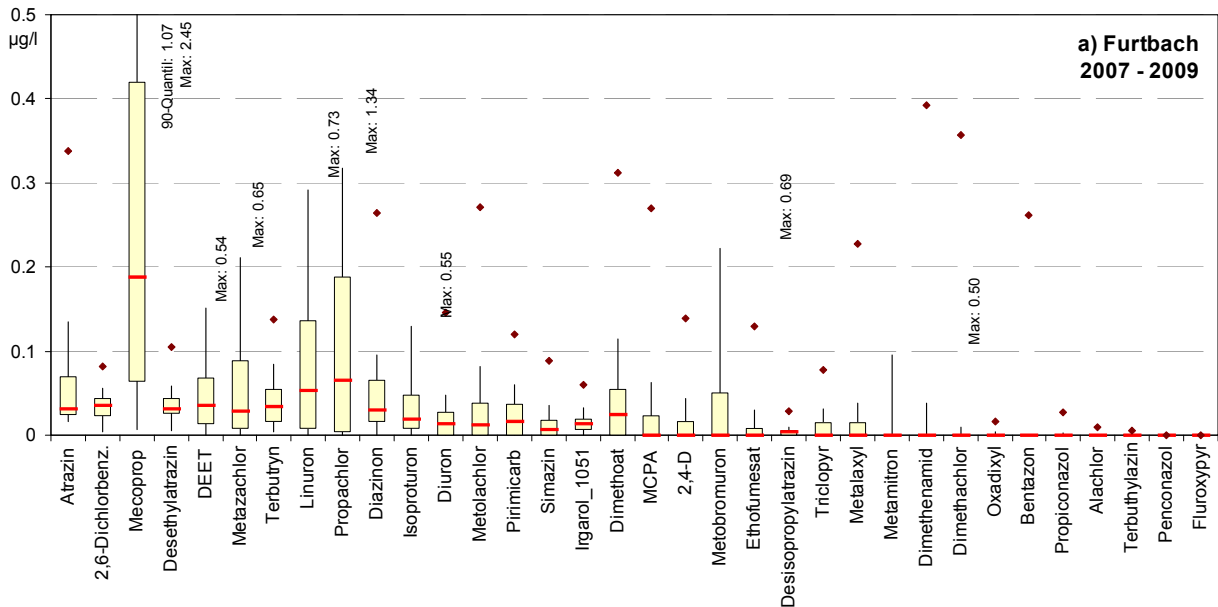
**Abb. 4.3** (Fortsetzung): Anteil der Wochenmischproben (in Prozent), in denen eine bestimmte Verbindung oberhalb der Bestimmungsgrenze (gesamte Länge des Balkens) und oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l (dunkler Teil des Balkens) gefunden wurde



#### 4.1.4 Streuung der Konzentrationen der einzelnen Verbindungen in den Wochenmischproben

Abbildung 4.4 auf dieser und der nächsten Seite zeigt die wichtigsten Grössen, mit denen die Streuung der gemessenen Konzentrationen dargestellt werden kann. Die Verbindungen sind geordnet nach abnehmendem Anteil der Wochenmischproben, in denen sie im gesamten Untersuchungszeitraum 2007 bis 2009 im Furtbach oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurden (s. Abb. 4.3 a)). Die Werte für den Furtbach sind die Mittelwerte der entsprechenden Grössen aus den drei Messreihen 2007, 2008 und 2009.

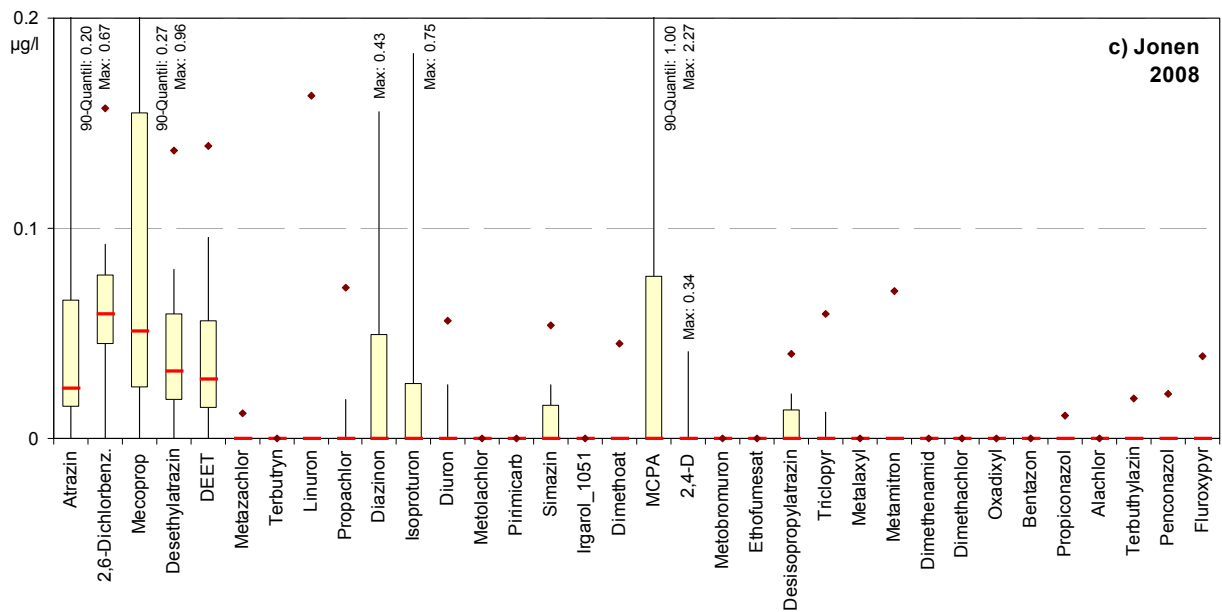
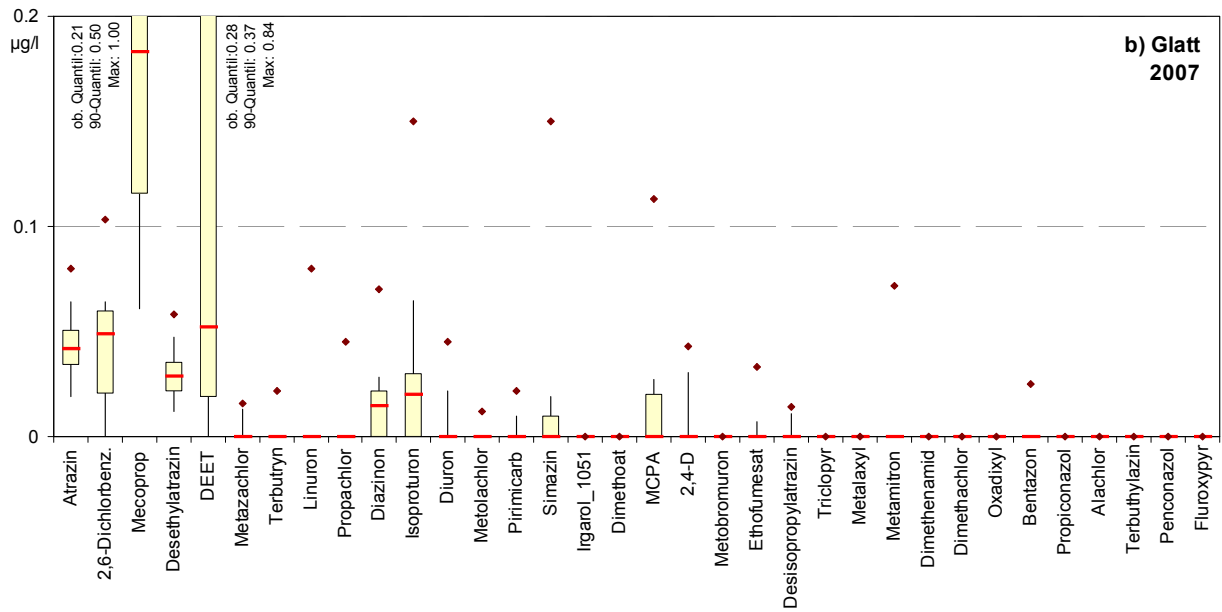
Um Details besser sichtbar werden zu lassen, wurde die Skala für die Konzentrationen in Glatt, Jonen und Reppisch um den Faktor 2.5 gestreckt. Die Verbindungen 2,4,5-T, Dichlorprop, MCPB, Monolinuron, Permethrin und Prometryn sind nicht aufgeführt, da sie in den drei Jahren in den jeweiligen Gewässern nur ein einziges Mal gefunden wurden. Die Konzentrationen dieser Verbindungen, die dabei gemessen wurden, sind in Tabelle 4.3 aufgelistet.



a) Furtbach  
2007 - 2009

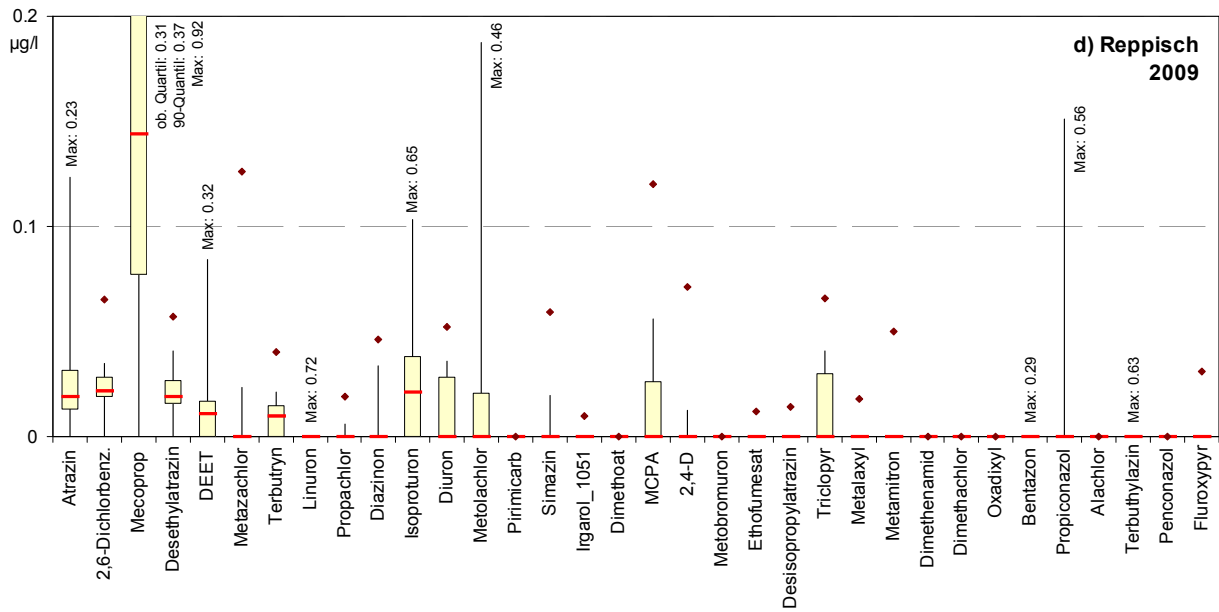
- ◆ Höchstwert, der in den Wochenmischproben gemessen wurde
- Die obere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum 90-Quantil
- Die obere Begrenzung des Rechtecks zeigt das obere Quartil an
- Median
- Die untere Begrenzung des Rechtecks zeigt das untere Quartil an
- Die untere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum Minimalwert.

Abb. 4.4: Kastengrafik der Konzentrationen in den Wochenmischproben (Fortsetzung nächste Seite)



- ◆ Höchstwert, der in den Wochenmischproben gemessen wurde
- Die obere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum 90-Quantil
- Die obere Begrenzung des Rechtecks zeigt das obere Quartil an
- Median
- Die untere Begrenzung des Rechtecks zeigt das untere Quartil an
- Die untere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum Minimalwert.

Abb. 4.4: (Fortsetzung) Kastengrafik der Konzentrationen in den Wochenmischproben (Fortsetzung nächste Seite)



d) Reppisch  
2009

- ◆ Höchstwert, der in den Wochenmischproben gemessen wurde
- Die obere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum 90-Quantil
- Die obere Begrenzung des Rechtecks zeigt das obere Quartil an
- Median
- Die untere Begrenzung des Rechtecks zeigt das untere Quartil an
- Die untere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum Minimalwert.

Abb. 4.4 (Fortsetzung): Kastengrafik der Konzentrationen in den Wochenmischproben

	2,4,5-T	Dichlorprop	MCPB	Monolinuron	Permethrin	Prometryn
	Konzentration [µg/l]					
Furtbach	0.034	0	0	0	0.026	0.025
Glatt	0	0	0.026	0	0	0
Jonen	0.498	1.97	0.031	0	0	0
Reppisch	0	0	0	0.134	0	0

Tab. 4.3: Konzentrationen der Verbindungen [µg/l], die in einer Messreihe jeweils nur ein einziges Mal oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurden. Die Felder, die Konzentrationswerte oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l enthalten, sind eingefärbt

#### 4.1.5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

##### **Vergleich der Belastung von Furtbach, Glatt, Jonen und Reppisch**

In den Wochenmischproben des Furtbachs fand man in den drei Messreihen im Durchschnitt rund 14 Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze, während in den durchschnittlichen Wochenmischproben von Glatt, Jonen und Reppisch nur sieben bis acht gefunden wurden. Die durchschnittliche Anzahl Verbindungen, die in den Wochenmischproben des Furtbachs in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l nachgewiesen wurden, betrug rund drei; in den Wochenmischproben von Glatt, Jonen und Reppisch betrug diese Anzahl rund 1.5. Die durchschnittliche Summe der Konzentrationen der Pestizide und ihrer Abbauprodukte in den Wochenmischproben des Furtbachs betrug 1.51 µg/l, in den Wochenmischproben von Glatt, Jonen und Reppisch lag diese Konzentration zwischen 0.6 µg/l und 0.85 µg/l. (s. Tab. 4.1)

Insgesamt lässt der Vergleich dieser Daten den Schluss zu, dass Glatt, Jonen und Reppisch ungefähr gleich belastet sind, während der Furtbach eine rund doppelt so grosse Belastung aufweist.

Die Parameter, welche die Unterschiede in der Zusammensetzung der einzelnen Wochenmischproben einer Messreihe beschreiben, bestätigen diesen Befund (s. Abb. 4.1). Vergleicht man die Mediane, die unteren und die oberen Quartile für die Anzahl Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenze, die Anzahl Nachweise oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung und der Summe der Konzentrationen, so zeigen Glatt, Jonen und Reppisch vergleichbare Werte, während die betreffenden Werte für den Furtbach rund doppelt so hoch sind.

Die Glatt hat mit 7.53 m<sup>3</sup>/s einen rund zehnmal höheren Abfluss als der Furtbach und die Jonen und einen rund siebenmal höheren Abfluss als die Reppisch (s. Tab. 2.1). Dadurch werden Pestizidstösse in der Glatt stärker verdünnt als Stösse in den anderen drei Fliessgewässern. Dieser Umstand widerspiegelt sich in der Beobachtung, dass in der Glatt mit Abstand der tiefste Maximalwert der Summe der Konzentrationen an Pestiziden und ihren Abbauprodukten (1.4 µg/l) in einer Wochenmischprobe gemessen wurde (Furtbach: 4.7 µg/l; Jonen: 4.5 µg/l; Reppisch: 2.7 µg/l) (s. Abb. 4.1).

Auch was die Anzahl nachgewiesener Verbindungen betrifft, bildet der Furtbach die Spitze (s. Abb. 4.2). In den drei Messreihen des Furtbachs wurden von den insgesamt 49 untersuchten Verbindungen 35 mindestens einmal oberhalb der Bestimmungsgrenze und 25 mindestens einmal oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung nachgewiesen. In Glatt, Jonen und Reppisch wurden zwischen 22 und 27 Verbindungen mindestens einmal oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen. In einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung fand man in Jonen und Reppisch zwölf Verbindungen, was der Hälfte der Anzahl Verbindungen entspricht, die man im Furtbach in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung gefunden hat. In der Glatt fand man hingegen nur sechs. Der Grund liegt wahrscheinlich

ebenfalls darin, dass die Glatt das Fließgewässer mit dem höchsten mittleren Abfluss ist und Pestizidstöße entsprechend verdünnt werden.

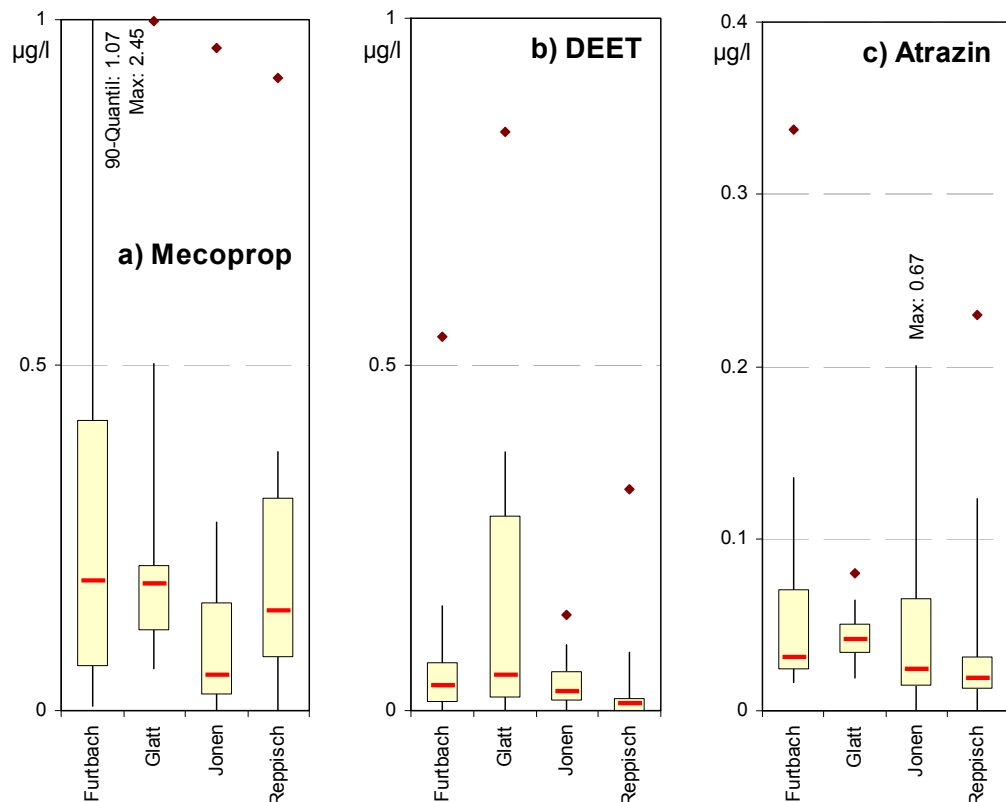
**Welche Verbindungen sind hauptverantwortlich für die Belastung?**

Betrachtet man, wie sich die Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenzen und des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung auf die nachgewiesenen Verbindungen verteilen, fallen fünf auf, die in allen vier Fließgewässern in mehr als der Hälfte der Proben in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurden (s. Abb. 4.3). Bei diesen fünf Spitzenreitern handelt es sich um die Wirkstoffe

*Atrazin, Mecoprop und DEET* und mit

*Desethylatrazin und 2,6-Dichlorbenzamid*

um je ein Abbauprodukt von Atrazin und Dichlobenil.

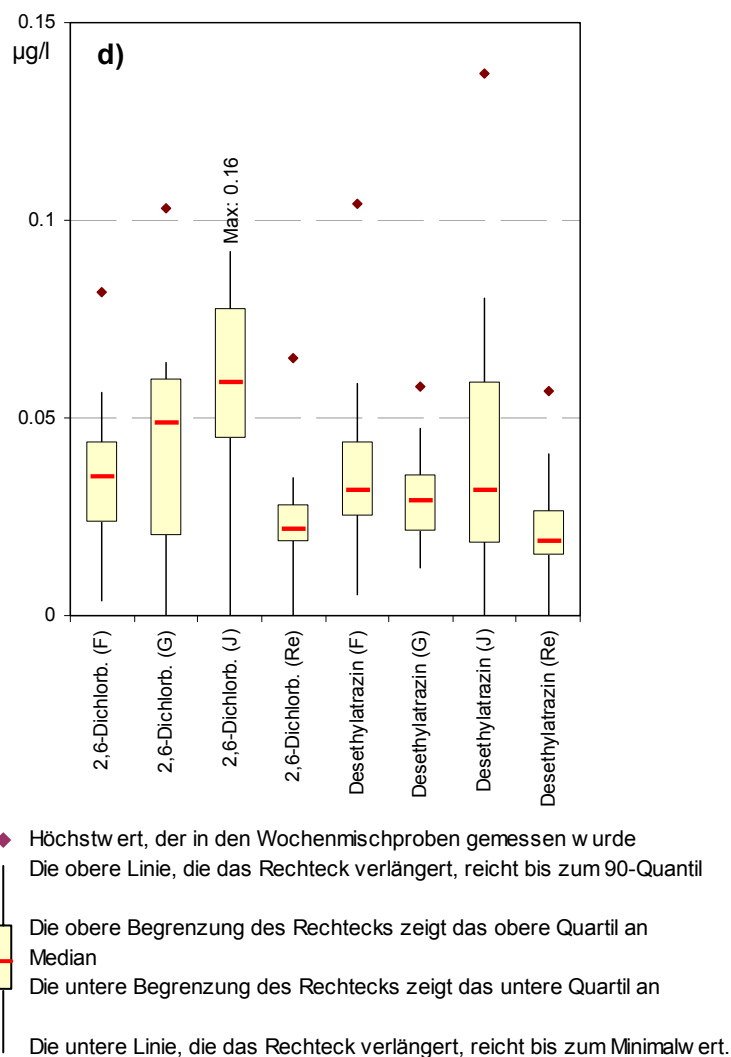


- ◆ Höchstwert, der in den Wochenmischproben gemessen wurde
- Die obere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum 90-Quantil
- Die obere Begrenzung des Rechtecks zeigt das obere Quartil an
- Median
- Die untere Begrenzung des Rechtecks zeigt das untere Quartil an
- Die untere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum Minimalwert.

**Abb. 4.5:** Kastengrafiken der Konzentrationen der fünf Spitzenreiter in den Wochenmischproben (Fortsetzung nächste Seite)

Mecoprop wurde in 77% bis 100% der Wochenmischproben der vier Fließgewässer in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0.02 µg/l gefunden. In Furtbach, Glatt und Reppisch wurde dieses Herbizid in über 60% der Wochenmischproben in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l nachgewiesen, in der Jonen in rund 30%. Die Kastengrafik der Konzentrationen zeigt, dass der Furtbach am stärksten mit Mecoprop belastet ist. Bei Glatt und Reppisch ist die Belastung vergleichbar, während die Jonen die geringste Belastung mit Mecoprop aufweist. (Abb. 4.5 a)). Die Maximalwerte für Glatt, Jonen und Reppisch liegen in einem engen Bereich zwischen 0.8 und 1.0 µg/l, im Furtbach liegt der Durchschnitt der gemessenen Maximalwerte bei 2.5 µg/l. Die höchste Konzentration an Mecoprop im Furtbach wurde im Jahr 2008 mit 3.25 µg/l gemessen.

DEET wurde ebenfalls in hohen Konzentrationen gefunden (Abb. 4.5 b)). Hier fällt vor allem die Glatt auf, die einen hohen Wert für das obere Quartil und das Maximum zeigt. Der Grund dafür könnte sein, dass die Glatt ein dicht besiedeltes Gebiet entwässert. Der Repellent DEET ist ein Mittel, der in Mückensprays zur Anwendung



**Abb. 4.5 (Fortsetzung):** Kastengrafiken der Konzentrationen der fünf Spitzenreiter in den Wochenmischproben (F): Furtbach; (G): Glatt; (J): Jonen; (RE): Reppisch

kommt. Ferner wird er auch zum Schutz von neuen Textilien vor Insektenfrass eingesetzt. Werden neue Kleider zum ersten Mal gewaschen, ist das Abwasser mit DEET belastet.

Bei Atrazin (*Abb. 4.5 c*) und den Abbauprodukten Dichlorbenzamid und Desethylatrazin (*Abb. 4.5 d*) ist die Belastung der vier Fließgewässer vergleichbar.

Abgesehen von diesen fünf Verbindungen wurden folgende Wirkstoffe und Abbauprodukte in allen vier Fließgewässern in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen:

*Metazachlor, Linuron, Propachlor, Diazinon, Isoproturon, Diuron, Simazin, MCPA, 2,4-D, Desisopropylatrazin und Metamitron*

Folgende Verbindungen wurden nur im Furtbach in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden:

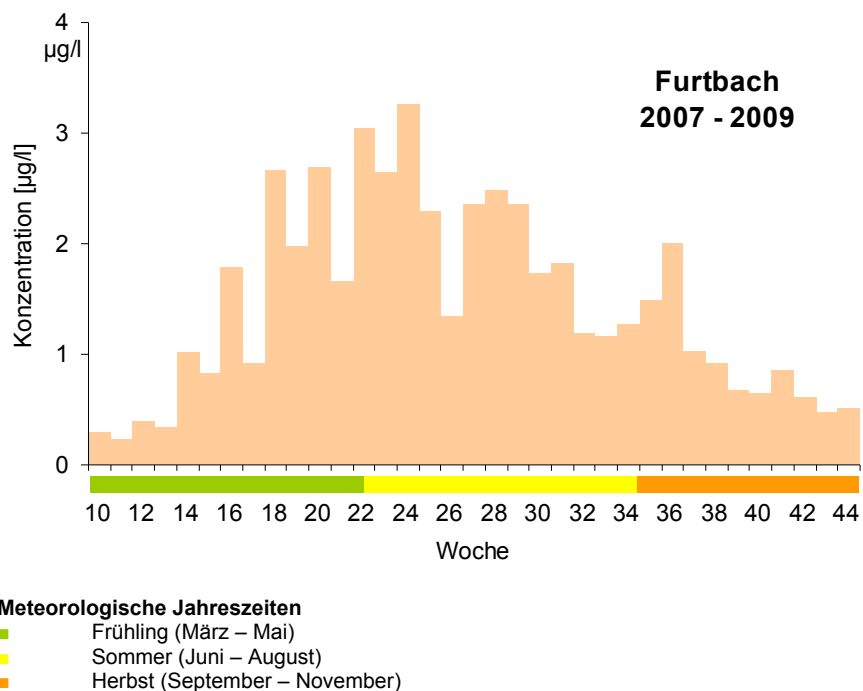
*Metobromuron, Dimethenamid, Dimethachlor, Oxadixyl, Alachlor, Prometryn und Permethrin*

Von den 49 Verbindungen wurden in den drei Untersuchungsperioden 9 Verbindungen nie oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen. Es handelt sich dabei um

*2,4-DB, Ametryn, Bromacil, Cyanazin, Cypermethrin, Dichlobenil, Hexazinon, Metoxuron und Propazin.*

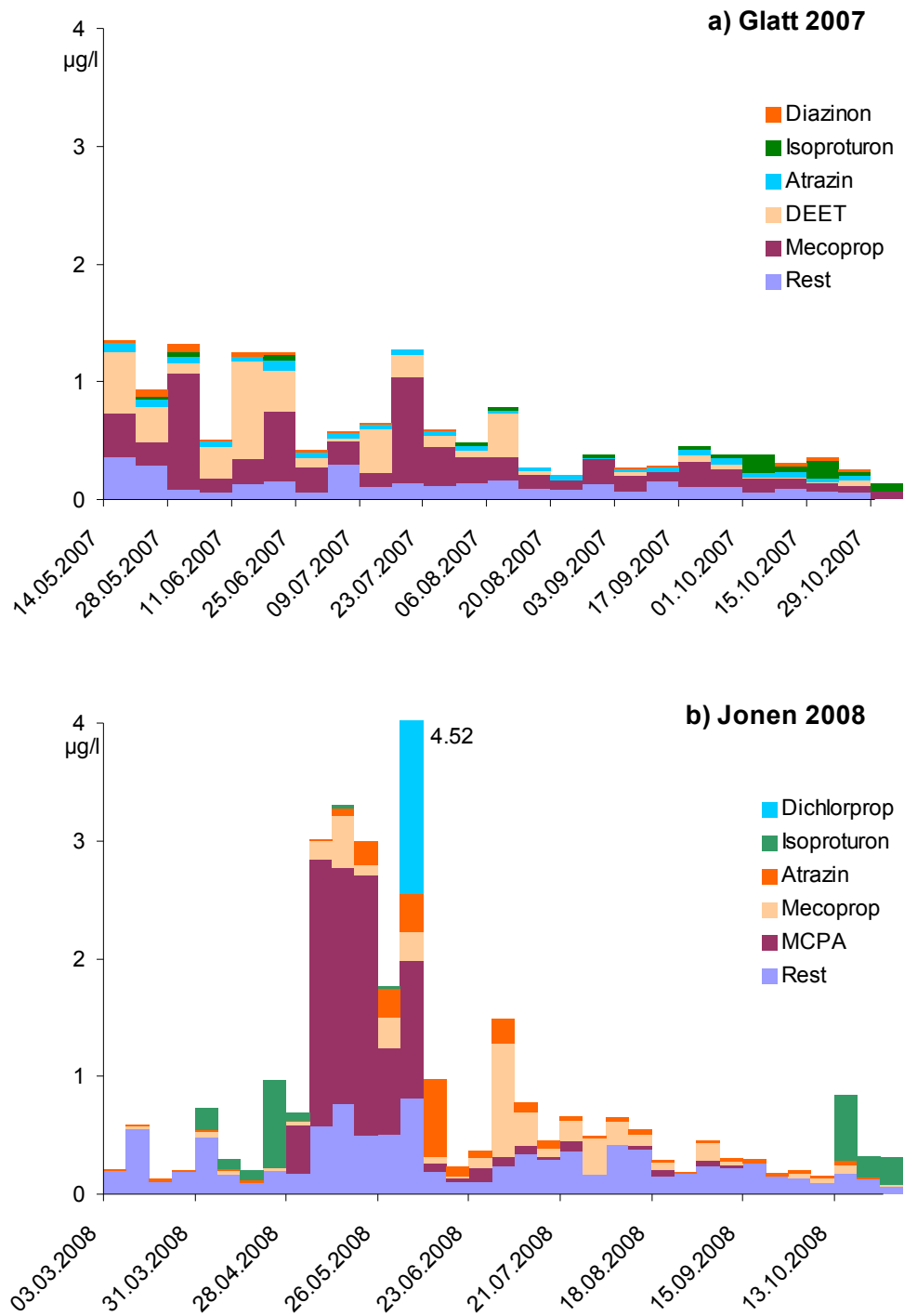
## 4.2 Jahreszeitlicher Verlauf der Belastung der vier Fließgewässer

Abbildung 4.6 zeigt die durchschnittlichen Summen der Konzentrationen der 49 Verbindungen in den Wochenmischproben der drei Messreihen 2007, 2008 und 2009 des Furtbachs. Abbildung 4.7 auf der nächsten Seite zeigt die Summe der Konzentrationen der 49 Verbindungen in den Wochenmischproben der Glatt, Jonen und Reppisch. In den Darstellungen dieser Gewässer wurden die fünf Wirkstoffe mit der höchsten Durchschnittskonzentration farblich von den restlichen Verbindungen unterschieden, damit Stösse eines Schadstoffes sichtbar werden. Die Wirkstoffe wurden von unten nach oben nach zunehmender Durchschnittskonzentration geordnet.

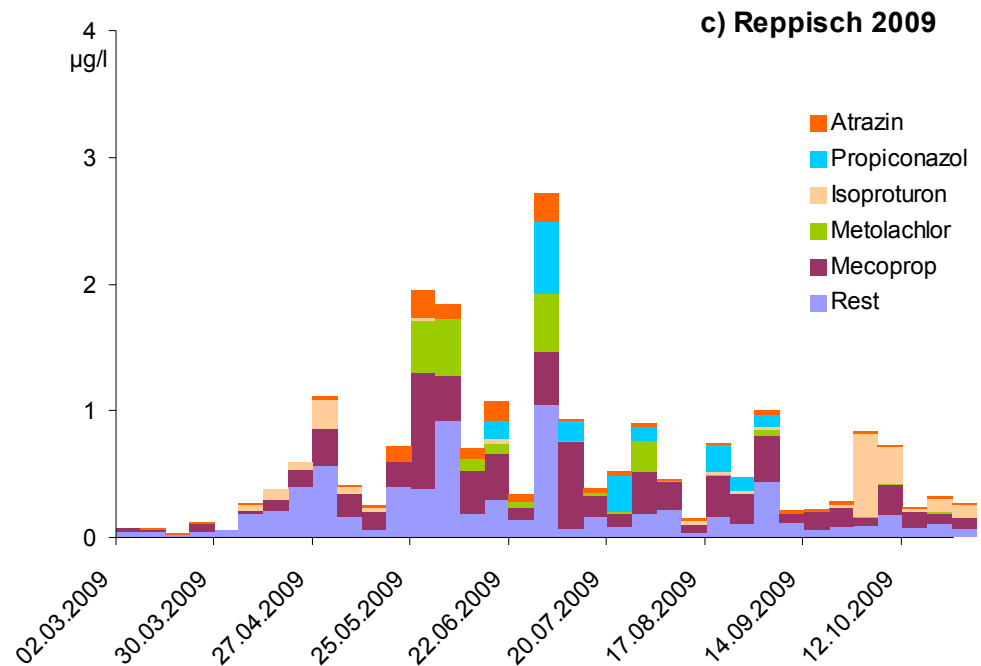


**Abb. 4.6:** Durchschnittliche Summen der Konzentrationen der 49 Verbindungen in den Wochenmischproben der drei Untersuchungsperioden 2007, 2008 und 2009.





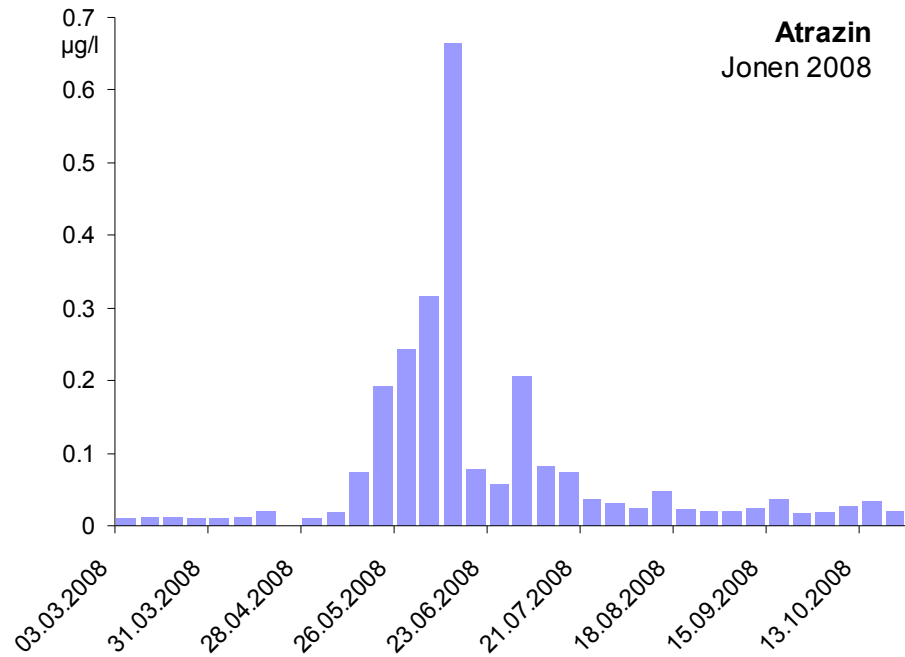
**Abb. 4.6:** Summe der Konzentrationen der 49 Verbindungen in den Wochenmischproben von Glatt, Jonen und Reppisch (Fortsetzung nächste Seite)



**Abb. 4.6 (Fortsetzung):** Summe der Konzentrationen der 49 Verbindungen in den Wochenmischproben von Glatt, Jonen und Reppisch

In der Glatt wurde zwischen Mitte Mai 2007 und Mitte August 2007 die grösste Belastung mit Pestiziden und ihren Abbauprodukten gefunden; die durchschnittliche Summe der Konzentrationen betrug in dieser Zeit 0.9 µg/l im Vergleich zu 0.3 µg/l für die Zeit von Mitte August 2007 bis zum Ende der Untersuchungsperiode 2007. Wie bereits in Kapitel 4.1.5 erwähnt, lassen sich in der Messreihe der Glatt keine ausgeprägten Pestizidstöße wie in Furtbach, Jonen oder Reppisch feststellen. Der Grund dafür könnte sein, dass die Glatt von diesen Fließgewässern den höchsten mittleren Abfluss aufweist (s. Tab. 2.1). Auffallend ist auch, dass die Hauptverursacher der Belastung Mecoprop und DEET sind, die zusammen 65% der Gesamtkonzentration an Schadstoffen ausmachen (Tab. 4.4). In den Herbstmonaten ist zudem Isoproturon nachzuweisen.

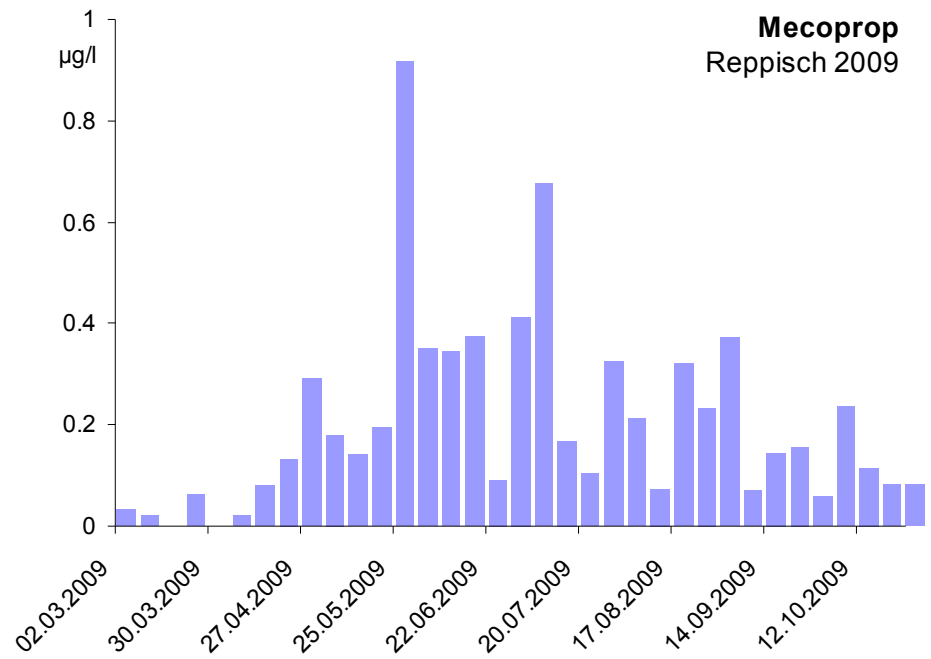
Bei den Resultaten der Jonen fällt der Pestizidstoss zwischen Ende April 2008 und Mitte Juni 2008 auf. Er wird zum grössten Teil durch MCPA verursacht, dessen Gesamtkonzentration 32% der Summe aller Konzentrationen über die ganze Untersuchungsperiode ausmacht. In einer Wochenmischprobe Anfang Juni wurde noch eine sehr hohe Konzentration an Dichlorprop gemessen – das ist die einzige Wochenmischprobe der drei Untersuchungsperioden, in der diese Verbindung nachgewiesen wurde. Mitte Mai 2008 beginnt zudem die Konzentration von Atrazin in den Wochenmischproben anzusteigen, erreicht in der Wochenmischprobe vom 9. Juni 2008 ihren Höhepunkt und fällt anschliessend wieder ab. Ende Juni – zum letzten gesetzlich erlaubten Zeitpunkt im Verlauf eines Jahres – wurde wahrscheinlich noch einmal Atrazin ausgebracht. (Abb. 4.7)



**Abb. 4.7:** Verlauf der Konzentration des Atrazins in den Wochenmischproben der Jonen

Im April 2008 und in der zweiten Hälfte des Oktobers 2008 wurde in den Wochenmischproben der Jonen Isoproturon nachgewiesen.

In der Reppisch ist wie auch in den anderen Fließgewässern Mecoprop während der gesamten Untersuchungsperiode nachweisbar (Abb. 4.8). Abgesehen von Mecoprop-Stößen ist ein hügeliger Verlauf sichtbar, der im Frühjahr bei Konzentrationen von ca. 0.04 µg/l beginnt, Ende Juni auf Konzentrationen von ca. 0.4 µg/l ansteigt, um dann im Herbst auf eine Konzentration von ca. 0.08 µg/l abzufallen. Ab Ende Mai wurde Metolachlor, ab Mitte Juni Propiconazol gefunden. Isoproturon, das im Anbau von Wintergetreide zur Anwendung kommt, wurde wie schon in den anderen Fließgewässern im Frühjahr und Herbst nachgewiesen, während Atrazin während der gesamten Untersuchungsperiode gefunden wurde.



**Abb. 4.8:** Verlauf der Konzentration des Mecoprops in den Wochenmischproben der Reppisch

	<b>Furtbach 2007 – 2009</b>	<b>Glatt 2007</b>	<b>Jonen 2008</b>	<b>Reppisch 2009</b>
Wirkstoffe mit den fünf höchsten Durchschnittskonzentrationen	Mecoprop: 27% Propachlor: 10% Linuron: 7%	Mecoprop: 40% DEET: 25% Atrazin: 7%	MCPA: 32% Mecoprop: 14% Atrazin: 8%	Mecoprop: 33% Metolachlor: 9% Isoproturon: 9%
Summe	Metazachlor: 6% Metobromuron: 5% 55%	Isoproturon: 4% Diazinon: 2% 79%	Isoproturon: 7% Dichlorprop: 7% 67%	Propiconalzo: 8% Atrazin: 7% 65%
Rest	45%	21%	33%	35%

**Tab. 4.4:** Wirkstoffe mit den fünf höchsten Durchschnittskonzentrationen in Furtbach, Glatt, Jonen und Reppisch

## 5. Auswertung nach chronischen und akuten Qualitätskriterien

Das Vorgehen bei der Auswertung nach chronischen und akuten Qualitätskriterien gemäss Chèvre et al. (2006) wurde in Kapitel 2.4 beschrieben. In der Wirkstoffgruppe der Herbizide wurden Vertreter der Substanzklassen der Triazine und Phenylharnstoffe (Atrazin, Diuron, Isoproturon, Linuron, Simazin, Terbutryn, Terbutylazin) sowie der Chloracetanilide (Dimethamid, Metazachlor, Metolachlor, Propachlor) betrachtet, in der Wirkstoffgruppe der Insektizide zwei Vertreter der Organophosphate (Diazinon, Dimethoat).

Werden die Wochenmischproben nach chronischen und akuten Qualitätskriterien ausgewertet, wird der Zustand des Furtbachs bezüglich der Herbizide und Insektizide zwischen unbefriedigend und schlecht beurteilt. Das sind die schlechtesten beiden von fünf Beurteilungsklassen. Bei den Triazinen und Phenylharnstoffen waren es die Konzentrationen von Diuron, Linuron, Isoproturon und Terbutryn, die den Wert für die chronische Toxizität überschritten. Bei den Chloracetaniliden fallen vor allem die Konzentrationen von Propachlor auf, die nicht nur für viele Überschreitungen des Wertes für die chronische Toxizität sorgten, sondern in den Jahren 2007 und 2008 auch den Wert für die akute Toxizität überschritten. Metazachlor und in geringerem Masse auch Metolachlor und Dimethendamid wiesen ebenfalls Konzentrationen auf, die oberhalb des Wertes für die chronische Toxizität lagen. Bei den Insektiziden schliesslich führten vor allem die Konzentrationen von Diazinon zu Überschreitungen des Wertes für die akute Toxizität.

Der Zustand der Glatt und der Jonen wird bezüglich der Herbizide als gut beurteilt, bezüglich der Insektizide als unbefriedigend resp. schlecht. Der Grund für den unbefriedigenden resp. schlechten Zustand der Glatt und der Jonen bezüglich der Insektizide ist wiederum in den hohen Konzentrationen des Diazinons zu finden. Der Zustand der Reppisch wird sowohl hinsichtlich der Herbizide als auch der Insektizide als mässig beurteilt. Bei den Triazinen und Phenylharnstoffen führten die Konzentrationen von Isoproturon, Linuron und Terbutylazin zu Überschreitungen des Wertes für die chronische Toxizität, bei den Chloracetaniliden die Konzentrationen von Metolachlor. Bei den Organophosphaten konnte nur Diazinon nachgewiesen werden.

Vergleicht man die Beurteilungen, die sich aus der Auswertung aller Wochenmischproben einerseits und aus den Monatsstichproben andererseits ergeben, so erhält man bei den Monatsstichproben eine um bis zu drei Stufen bessere Beurteilung (Abb. 5.1). Der Grund liegt darin, dass mit den Monatsstichproben Konzentrationspitzen nur selten und zufällig erfasst werden, während sie bei den Wochenmischproben immer zum Gesamtbild beitragen. Der Vergleich der beiden Probenotypen wird erschwert durch die Tatsache, dass pro Monat vier Wochenmischproben, aber nur eine Monatsstichprobe vorliegen. Deshalb wurde die Auswertung mit einem reduzierten Datensatz wiederholt. Dabei wurden nur die Wochenmischproben berücksichtigt, die in den Wochen gesammelt wurden, in denen auch Monatsstichproben erhoben wurden. Für die Glatt und die Reppisch ergeben sich nun die gleichen Beurteilungen, während beim Furtbach die Unterschiede grösstenteils bestehen bleiben. Als Schlussfolgerung lässt sich festhalten, dass bei mässig belasteten Fließgewässern die Monatsstichproben dasselbe Bild ergeben wie Wochenmischproben,

während bei stark belasteten Bächen und Flüssen die Wochenmischproben die Belastungen zuverlässiger erfassen als die Monatsstichproben.

alle Wochenmischproben	Furtbach			Glatt	Jonen	Reppisch
	2007	2008	2009	2007	2008	2009
Triazine und Phenylharnstoffe						
Chloracetanilide						
Organophosphate						

Mischproben der Wochen, in denen Monatsstichproben erhoben wurden	Furtbach			Glatt	Jonen	Reppisch
	2007	2008	2009	2007	2008	2009
Triazine und Phenylharnstoffe		-			-	
Chloracetanilide		-			-	
Organophosphate		-			-	

Monatsstichproben	Furtbach			Glatt	Jonen	Reppisch
	2007	2008	2009	2007	2008	2009
Triazine und Phenylharnstoffe		-			-	
Chloracetanilide		-			-	
Organophosphate		-			-	

	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 Probenahmen)
	mässig	mehr als zwei, aber weniger als die Hälfte $CRQ_M$ grösser gleich eins; zwei $CRQ_M$ grösser als eins in aufeinander folgenden Probenahmen
	unbefriedigend	$CRQ_M$ in der Hälfte und mehr aller Probenahmen überschritten
	schlecht	$ARQ_M$ grösser gleich 1

**Abb. 5.1:** Beurteilung der untersuchten Fliessgewässer nach chronischen und akuten Qualitätskriterien gemäss Chèvre et al. (2006) [5]

## 6. 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] Chèvre, Nathalie: *Pestizide in Schweizer Oberflächengewässern – Wirkungsbasierte Qualitätskriterien*. GWA 4 (2006): 297-307.
- [6] Poiger, Thomas; Zampiccoli, Manuel; Bächli Astrid und Keller Martina: *Analyse von Glyphosat und AMPA im Furtbach 2008*. Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW 2009.
- [7] Abteilung Abwasser und Anlagensicherheit / Abteilung Gewässerqualität. Amt für Umwelt Kanton Thurgau (2008): *Pflanzenschutzmitteluntersuchungen bei Abwasserreinigungsanlagen und Fliessgewässern im Kanton Thurgau in den Jahren 2005 und 2007*.

## Anhang

Von den folgenden 34 Verbindungen sind die Resultate im Anhang dargestellt:

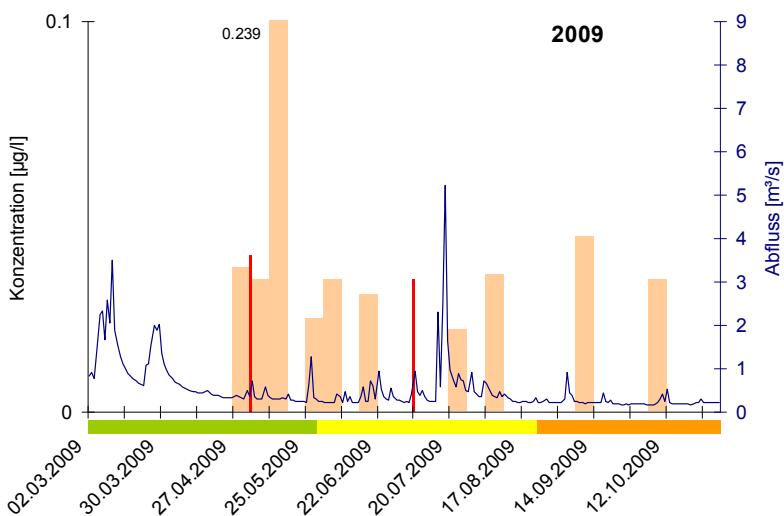
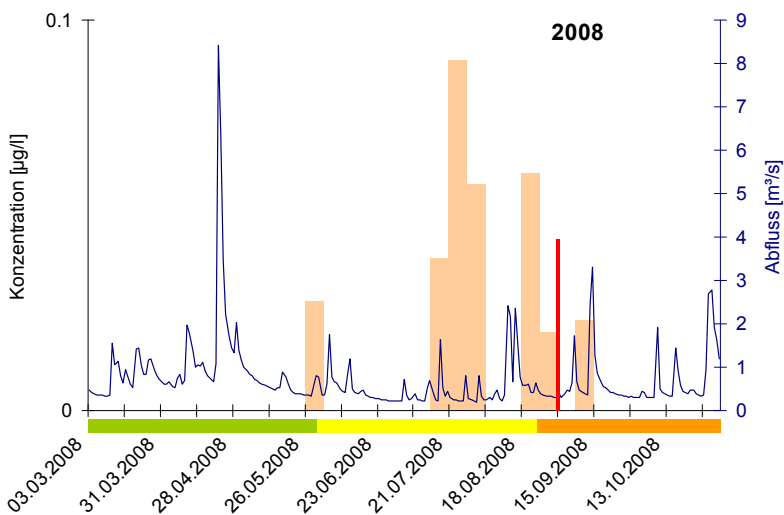
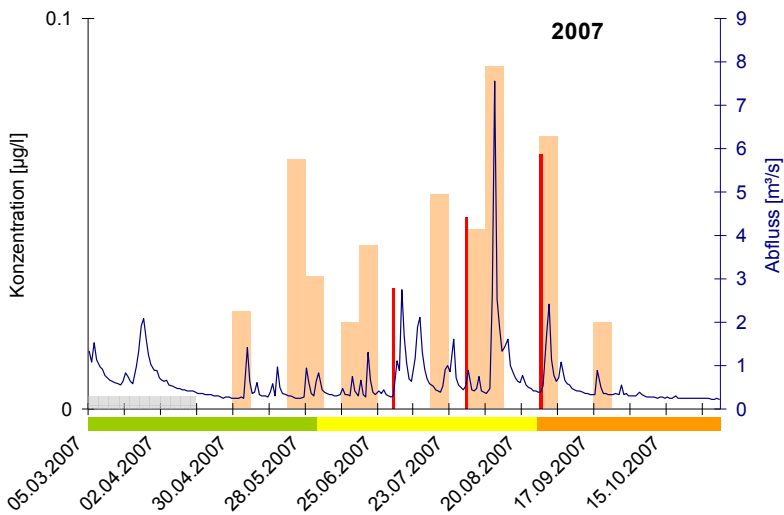
2,4-D.....	68
2,6-Dichlorbenzamid .....	70
Alachlor .....	72
Atrazin .....	74
Bentazon .....	76
DEET .....	78
Desethylatrazin .....	80
Desisopropylatrazin.....	82
Diazinon .....	84
Dimethachlor .....	86
Dimethenamid .....	88
Dimethoat.....	90
Diuron.....	92
Ethofumesat .....	94
Fluroxypyr .....	96
Irgarol 1051 .....	98
Isoproturon .....	100
Linuron .....	102
MCPA.....	104
Mecoprop .....	106
Metalaxyl .....	108
Metamitron .....	110
Metazachlor.....	112
Metobromuron.....	114
Metolachlor.....	116
Oxadixyl.....	118
Penconazol .....	120
Pirimicarb .....	122
Propachlor.....	124
Propiconazol .....	126
Simazin.....	128
Terbutylazin.....	130
Terbutryn.....	132
Triclopyr.....	134

Folgende sechs Verbindungen sind nicht im Anhang aufgeführt, weil sie nur ein einziges Mal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurden: 2,4,5-T, Dichlorprop, MCPB, Monolinuron, Permethrin, Prometryn. Die Konzentrationswerte sind aus der Tabelle 4.3 auf Seite 54 ersichtlich.

Folgende neun Verbindungen wurden während den Pestiziduntersuchungen 2007 bis 2009 nie in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden: 2,4-DB, Ametryn, Bromacil, Cyanazin, Cypermethrin, Dichlobenil, Hexazinon, Metoxuron und Propazin.



■ **2,4-D (Furtbach)**



**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

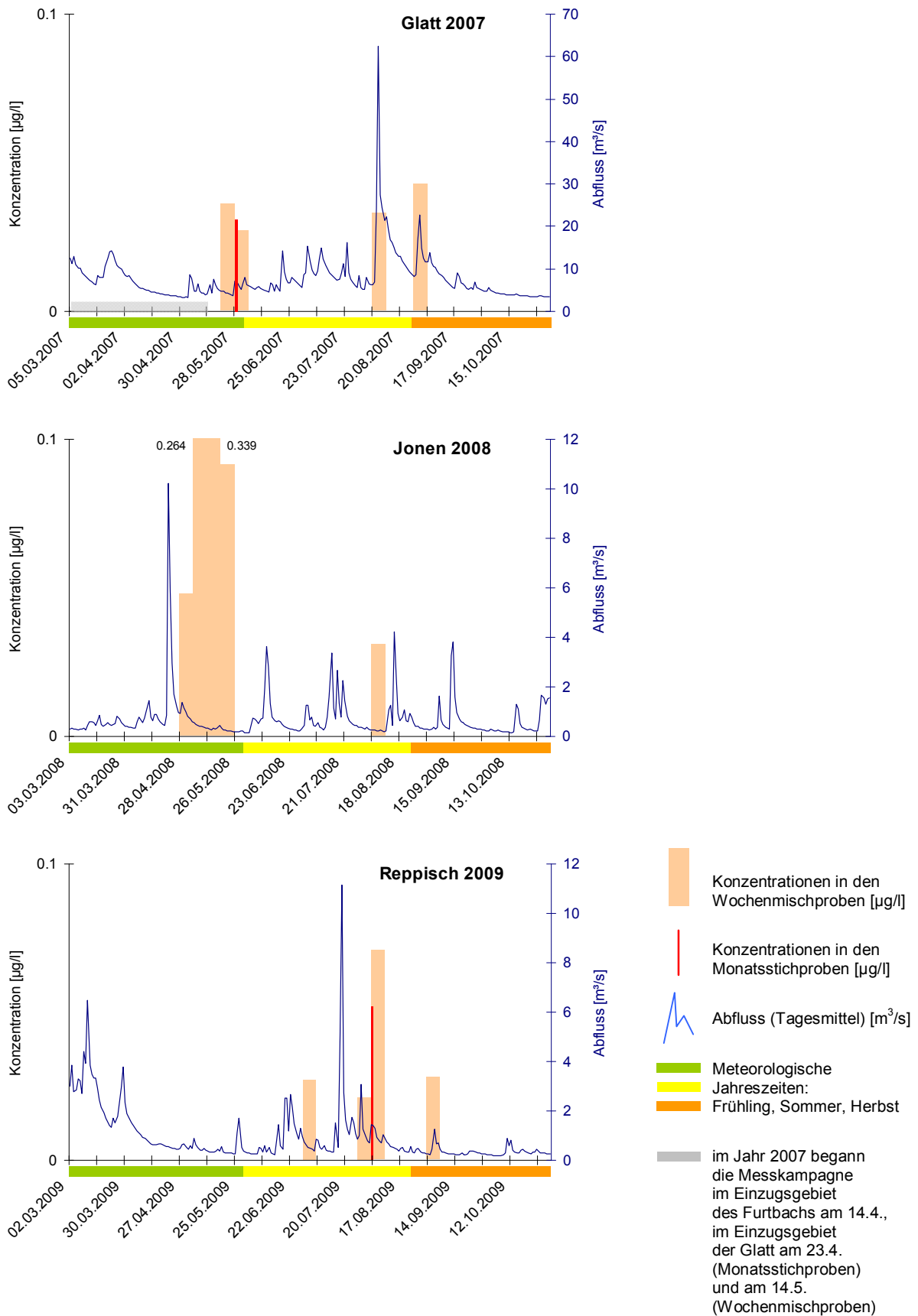
**CQK:** Chronisches Qualitätskriterium

**AQK:** Akutes Qualitätskriterium

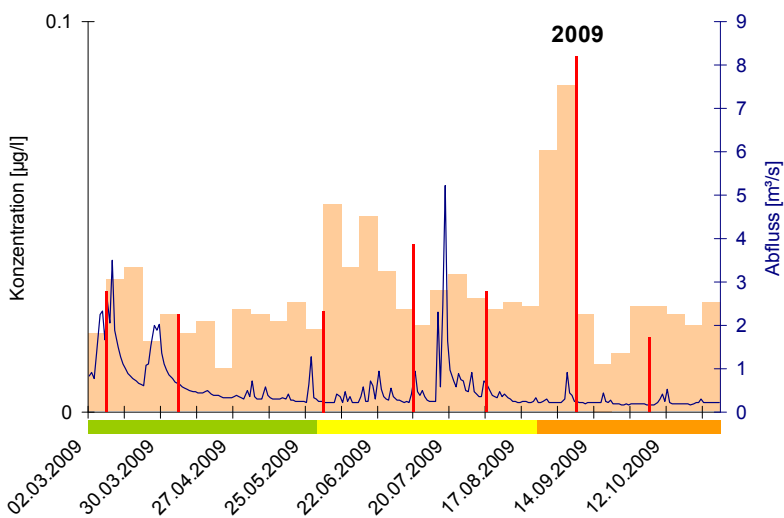
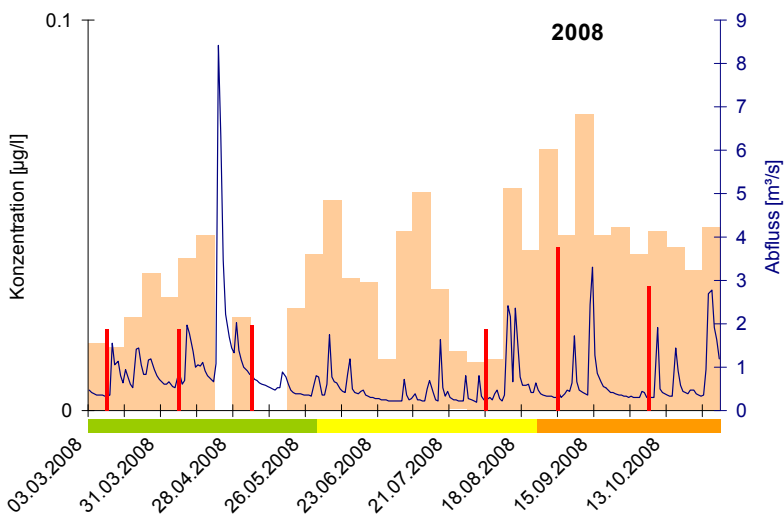
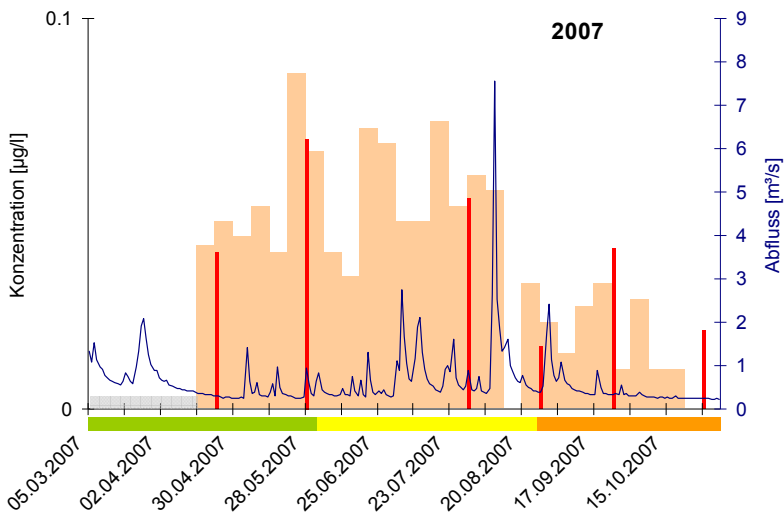
**ZV LAWA:** Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

2,4-D war in allen vier Gewässern vom späten Frühling bis in den Herbst hinein nachweisbar. Im Furtbach wurde der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung im Mai 2009 einmal, in der Jonen im Mai 2008 in Wochenmischproben zweimal deutlich überschritten.

■ **2,4-D (Glatt, Jonen, Reppisch)**



■ **2,6-Dichlorbenzamid (Furtbach)**



**2,6-Dichlorbenzamid**

**Substanzklasse**

Amid (Abbauprodukt von Dichlobenil)

**Wirkstoffgruppe**

-

**Einsatzgebiet**

-

**Best.-grenze** 0.01 µg/l

**AF GSchV** 0.1 µg/l

**CQK** -

**AQK** -

**ZV LAWA** -

**AF GSchV:** Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung

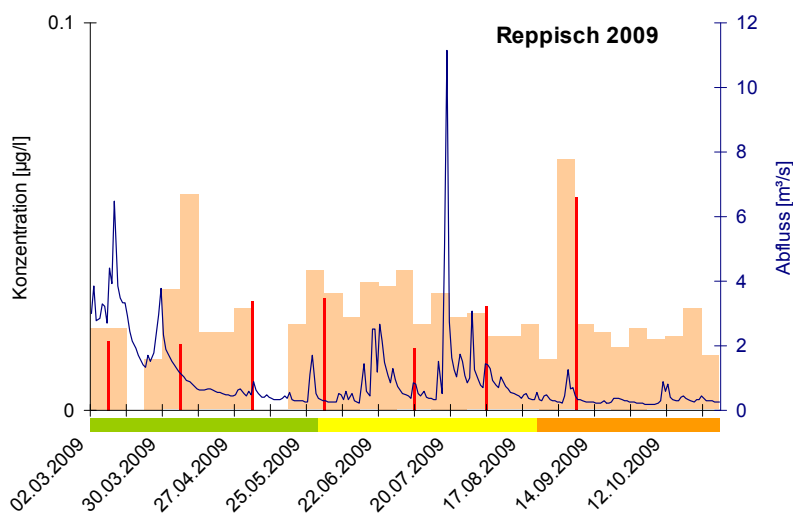
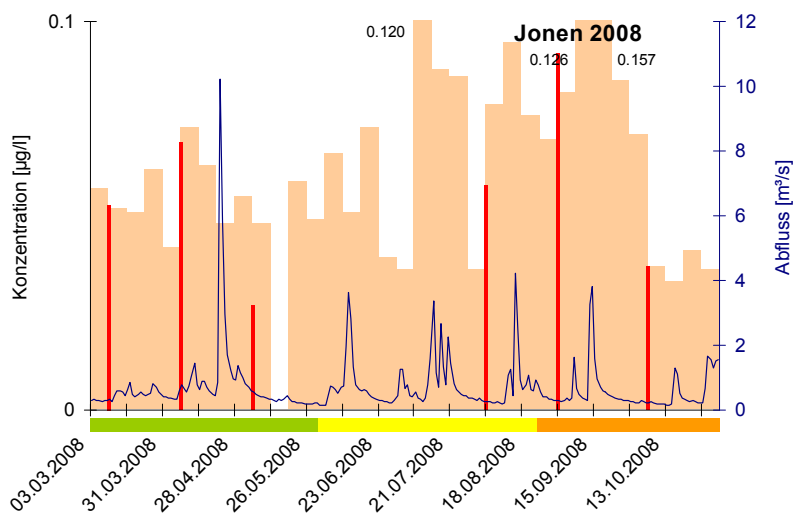
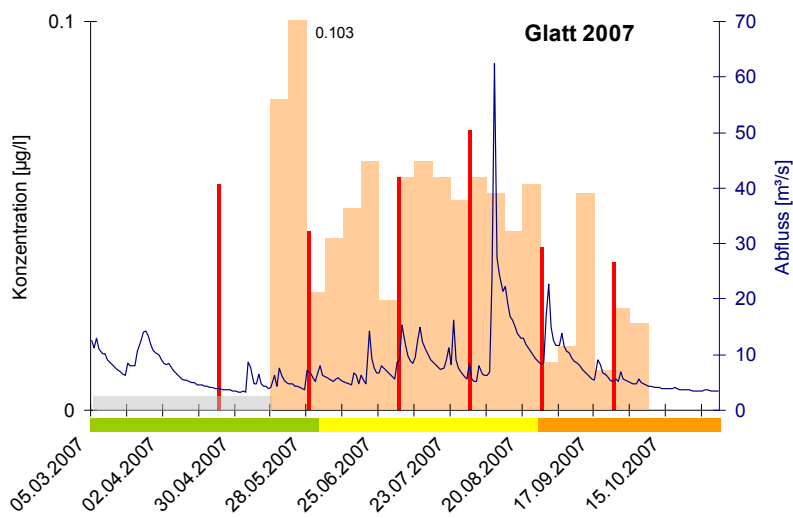
**CQK:** Chronisches Qualitätskriterium







**AQK:** Akutes Qualitätskriterium

**ZV LAWA:** Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

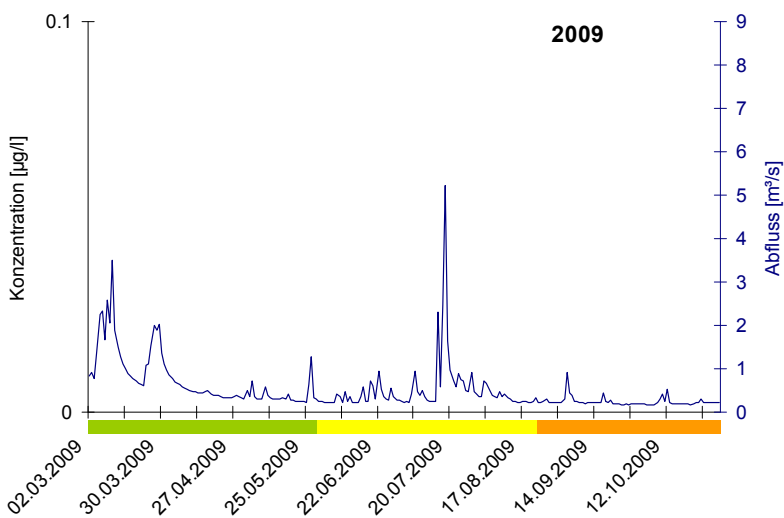
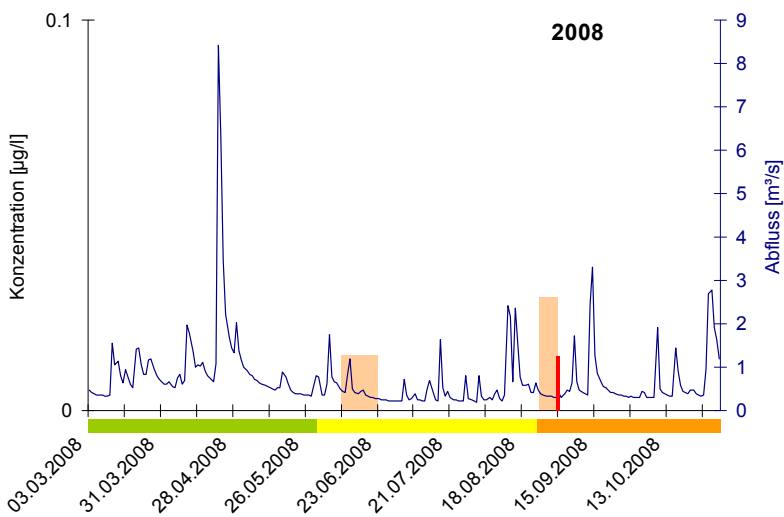
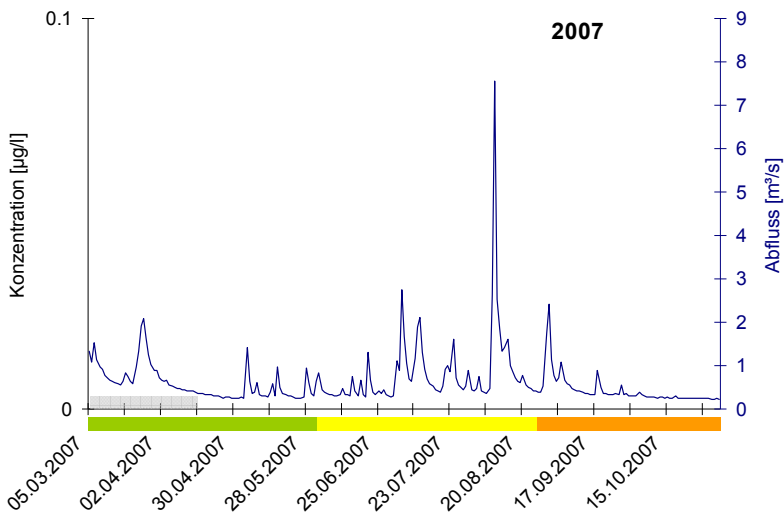
2,6-Dichlorbenzamid wurde in allen vier Gewässern regelmässig nachgewiesen. In der Glatt und Jonen wurden in einer resp. drei Wochenmischproben Konzentrationen oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung gemessen.

■ **2,6-Dichlorbenzamid (Glatt, Jonen, Reppisch)**



-  Konzentrationen in den Wochenmischproben [ $\mu\text{g/l}$ ]
-  Konzentrationen in den Monatsstichproben [ $\mu\text{g/l}$ ]
-  Abfluss (Tagesmittel) [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]
-  Meteorologische Jahreszeiten:
-  Frühling, Sommer, Herbst
-  im Jahr 2007 begann die Messkampagne im Einzugsgebiet des Furtbachs am 14.4., im Einzugsgebiet der Glatt am 23.4. (Monatsstichproben) und am 14.5. (Wochenmischproben)

■ **Alachlor (Furtbach)**



**Alachlor**

**Substanzklasse**  
Chloracetanilid

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

**Einsatzgebiet**  
Mais, Soja

**Best.-grenze** 0.01  $\mu\text{g/l}$

**AF GSchV** 0.1  $\mu\text{g/l}$

**CQK** 0.56  $\mu\text{g/l}$

**AQK** 8.4  $\mu\text{g/l}$

**ZV LAWA** -

**AF GSchV:** Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung








**CQK:** Chronisches Qualitätskriterium

**AQK:** Akutes Qualitätskriterium

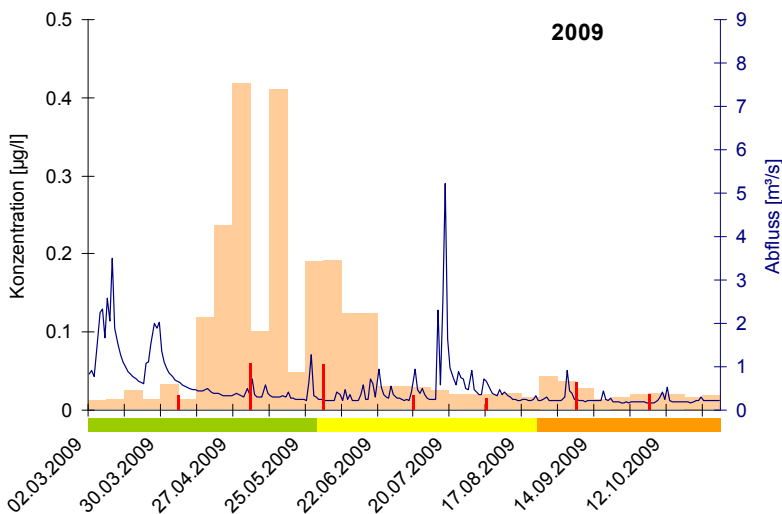
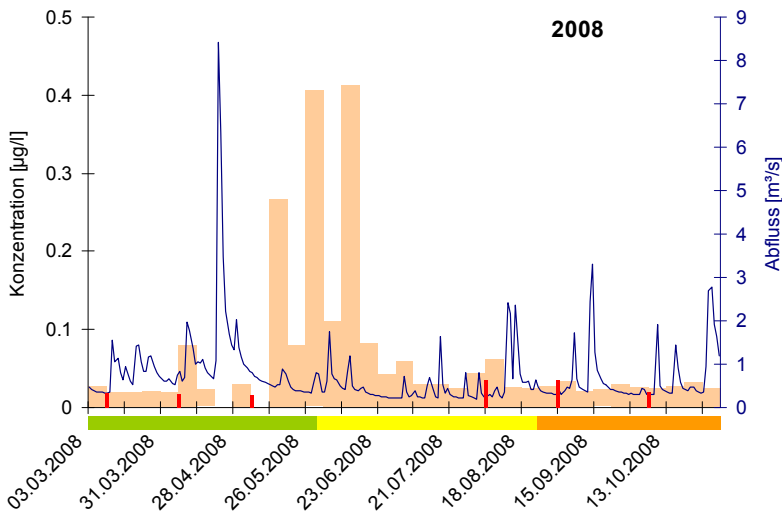
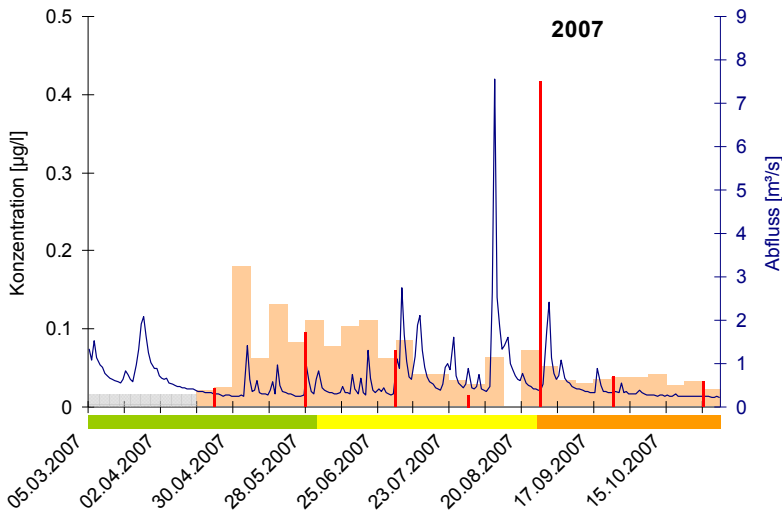
**ZV LAWA:** Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Alachlor wurde lediglich im Jahr 2008 in drei Wochenmischproben und einer Monatsstichprobe des Furtbachs nachgewiesen, und zwar in Konzentrationen unterhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung.

■ **Alachlor (keine Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze in Glatt, Jonen, Reppisch)**

-  Konzentrationen in den  
Wochenmischproben [ $\mu\text{g/l}$ ]
-  Konzentrationen in den  
Monatsstichproben [ $\mu\text{g/l}$ ]
-  Abfluss (Tagesmittel) [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]
-  Meteorologische  
Jahreszeiten:
  -  Frühling, Sommer, Herbst
  - 
-  im Jahr 2007 begann  
die Messkampagne  
im Einzugsgebiet  
des Furtbachs am 14.4.,  
im Einzugsgebiet  
der Glatt am 23.4.  
(Monatsstichproben)  
und am 14.5.  
(Wochenmischproben)

■ **Atrazin (Furtbach)**



**Atrazin**

**Substanzklasse**  
Triazin

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

**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** -

**AF GSchV:** Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung

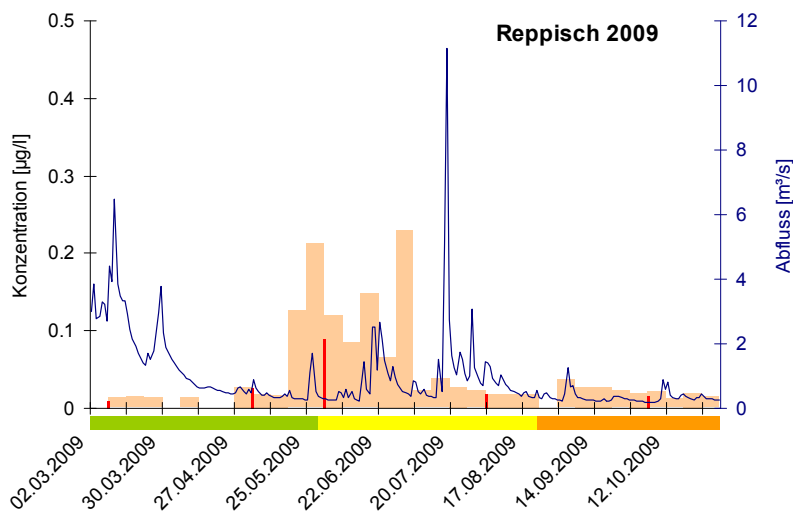
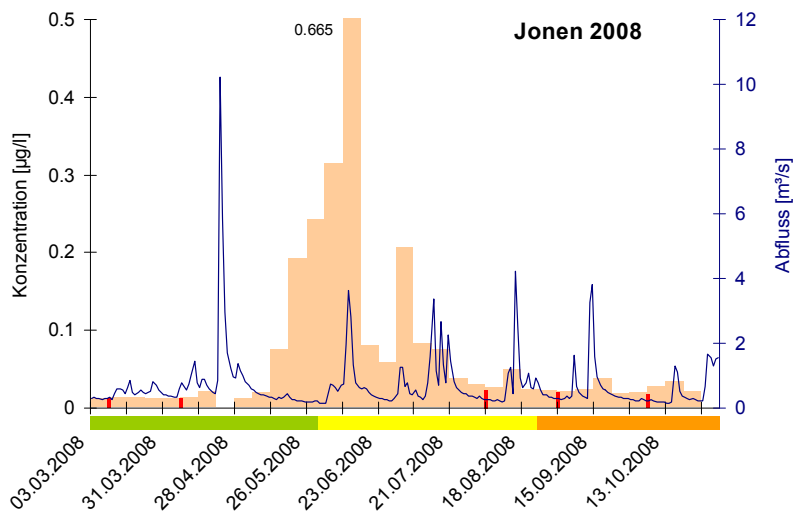
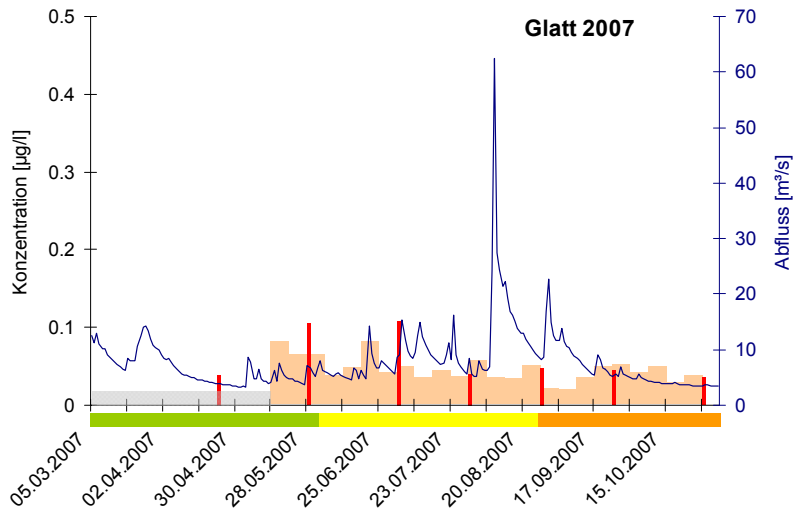
**CQK:** Chronisches Qualitätskriterium







**AQK:** Akutes Qualitätskriterium

**ZV LAWA:** Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Atrazin wurde in nahezu allen Proben aus den vier Fließgewässern nachgewiesen. Die Konzentrationen stiegen 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. Bis zum Ende der Untersuchungsperioden konnte man Atrazin dann in zwar tiefen, aber recht konstanten Konzentrationen finden. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde zum Teil massiv überschritten.

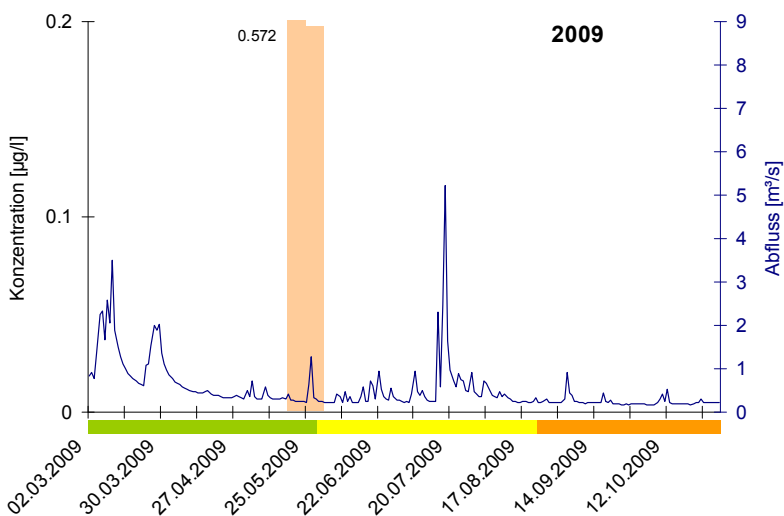
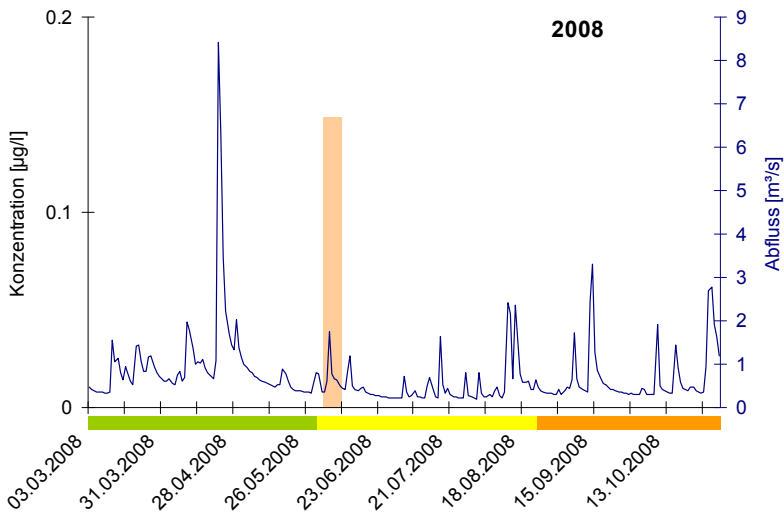
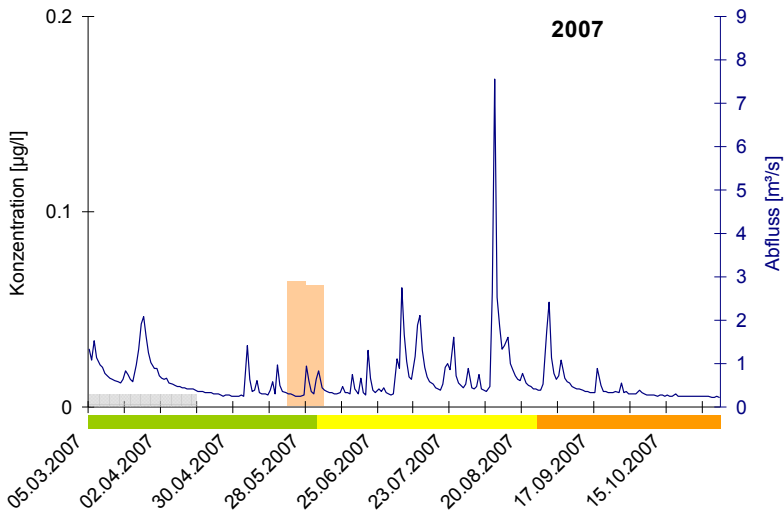
■ **Atrazin (Glatt, Jonen, Reppisch)**



-  Konzentrationen in den Wochenmischproben [µg/l]
-  Konzentrationen in den Monatsstichproben [µg/l]
-  Abfluss (Tagesmittel) [m³/s]
-  Meteorologische Jahreszeiten:
-  Frühling, Sommer, Herbst
-  im Jahr 2007 begann die Messkampagne im Einzugsgebiet des Furtbachs am 14.4., im Einzugsgebiet der Glatt am 23.4. (Monatsstichproben) und am 14.5. (Wochenmischproben)



■ **Bentazon (Furtbach)**



**Bentazon**

**Substanzklasse**  
Phenoxycarbonsäure

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

**Einsatzgebiet**  
Mais, Wiesen, Kartoffeln, Erbsen, Soja

**Best.-grenze** 0.02 µg/l  
**AF GSchV** 0.1 µg/l  
**CQK** -  
**AQK** -  
**ZV LAWA** 70 µg/l

*AF GSchV*: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung

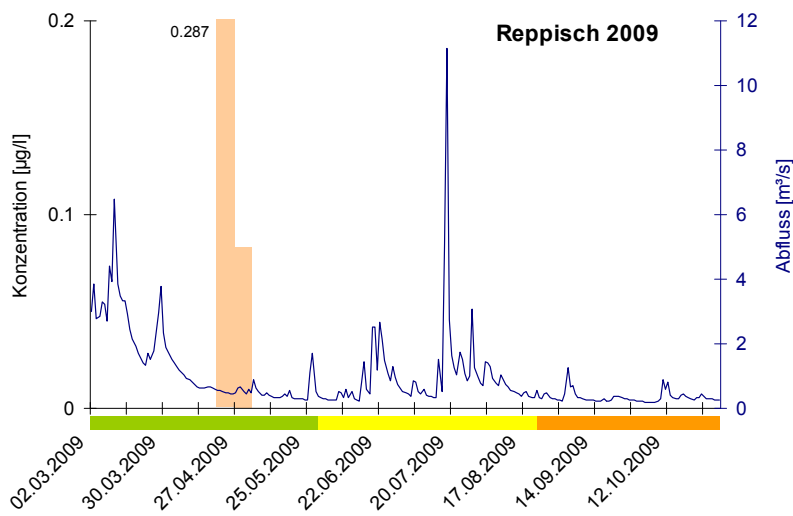
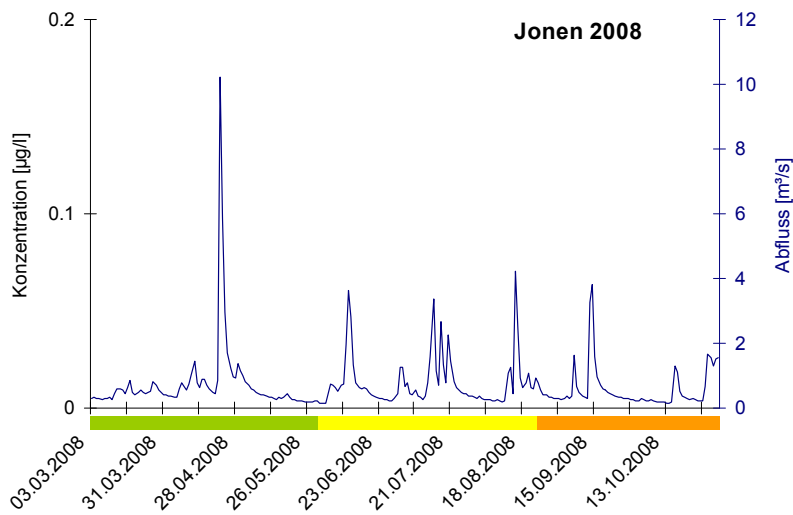
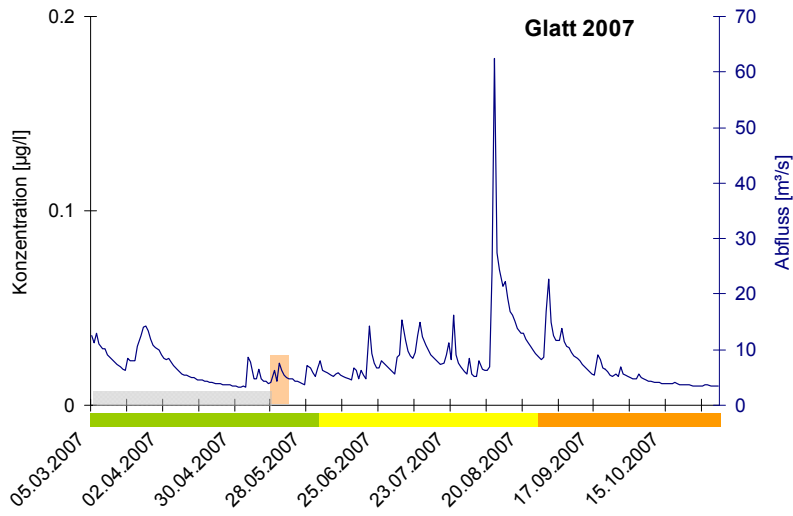
*CQK*: Chronisches Qualitätskriterium







*AQK*: Akutes Qualitätskriterium

*ZV LAWA*: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

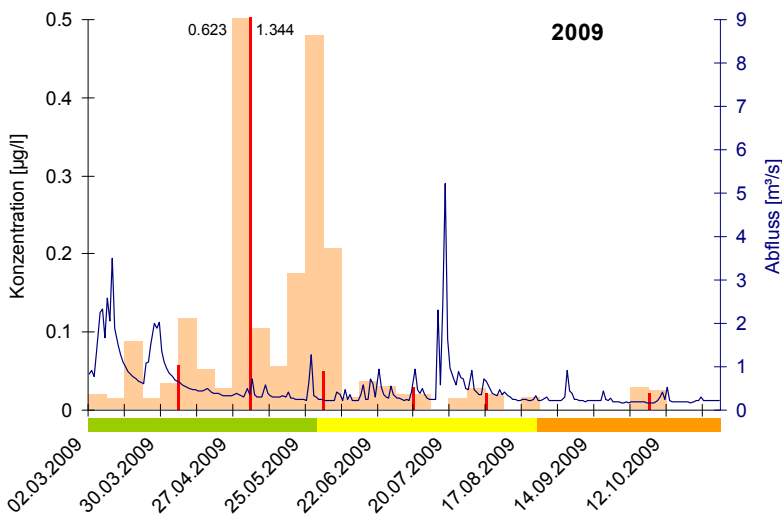
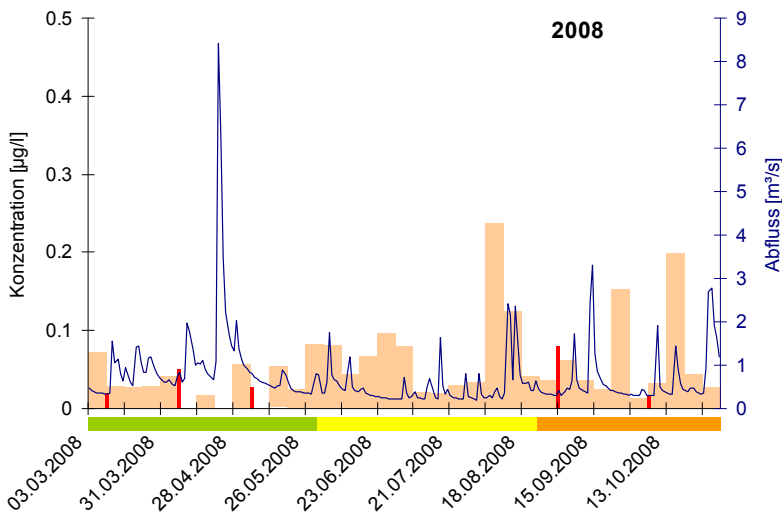
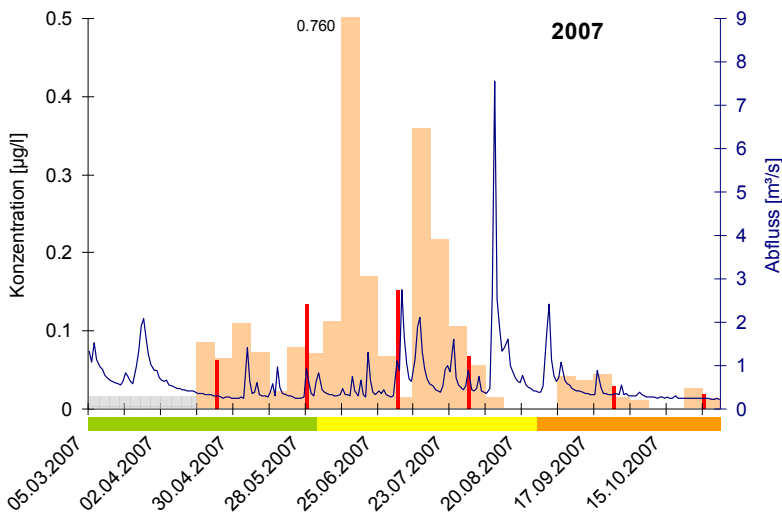
Bentazon wurde in allen Gewässern bis auf die Jonen gefunden, und zwar Ende April bis Anfang Juni. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde mehrmals deutlich überschritten.

■ **Bentazon (Glatt, Jonen, Reppisch)**



-  Konzentrationen in den Wochenmischproben [µg/l]
-  Konzentrationen in den Monatsstichproben [µg/l]
-  Abfluss (Tagesmittel) [m³/s]
-  Meteorologische Jahreszeiten:
-  Frühling, Sommer, Herbst
-  im Jahr 2007 begann die Messkampagne im Einzugsgebiet des Furtbachs am 14.4., im Einzugsgebiet der Glatt am 23.4. (Monatsstichproben) und am 14.5. (Wochenmischproben)

■ **DEET (Furtbach)**



**DEET**

**Substanzklasse**  
Diethyltoluamid

**Wirkstoffgruppe**  
Repellent

**Einsatzgebiet**  
gegen Stechmücken

**Best.-grenze** 0.01 µg/l

**AF GSchV** 0.1 µg/l

**CQK** -

**AQK** -

**ZV LAWA** -

**AF GSchV:** Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung

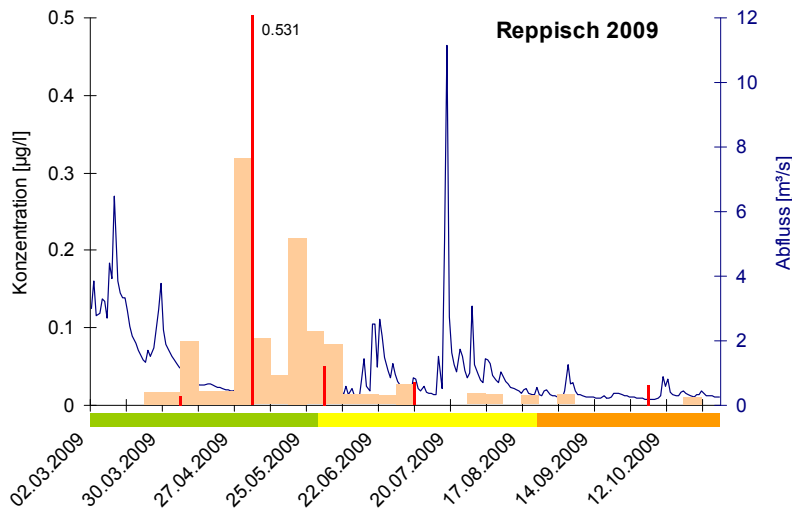
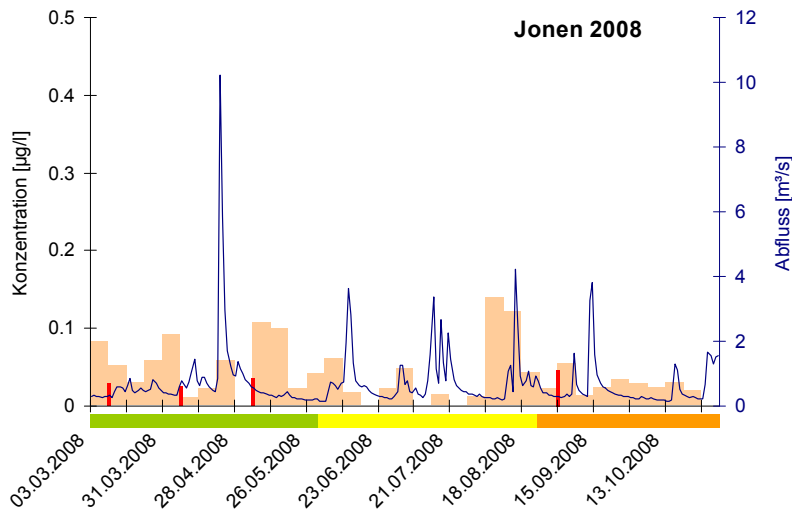
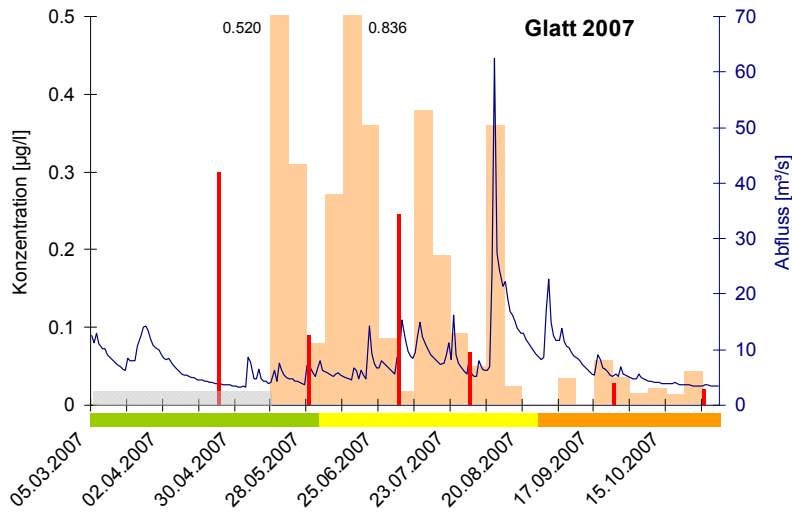
**CQK:** Chronisches Qualitätskriterium







**AQK:** Akutes Qualitätskriterium

**ZV LAWA:** Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

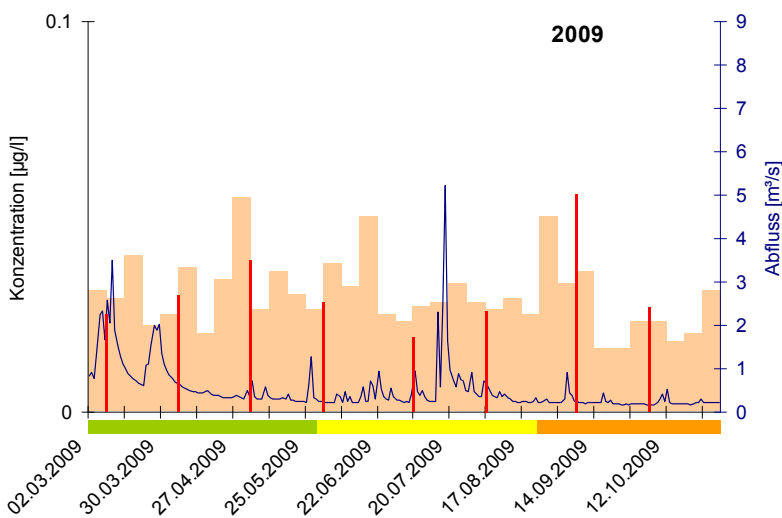
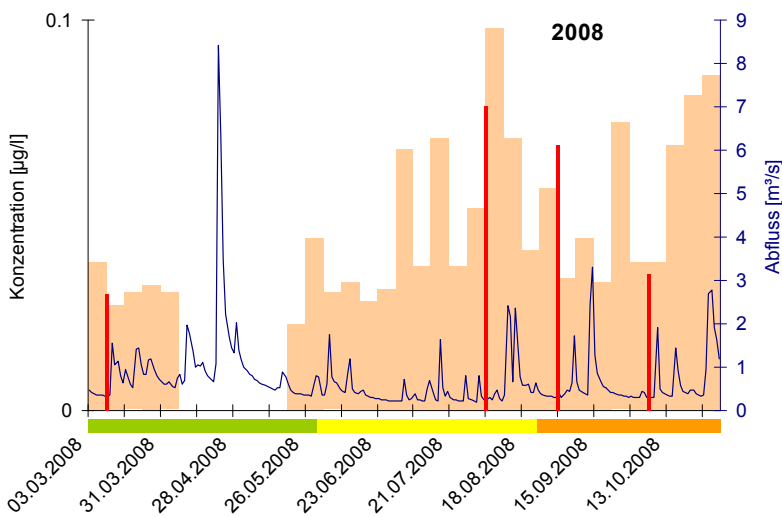
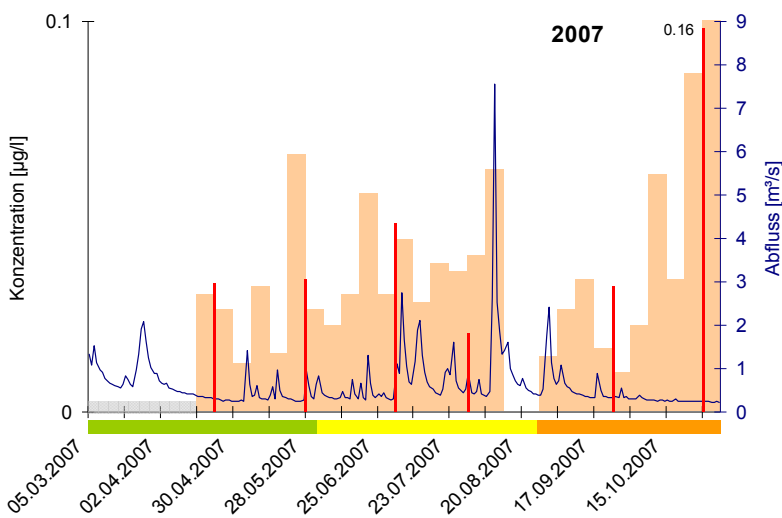
DEET wurde in allen vier Fließgewässern während den gesamten Untersuchungsperioden recht regelmässig nachgewiesen. Bemerkenswert sind die Konzentrationspitzen, die im späten Frühling und Sommer auftraten und den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung um ein Vielfaches überschritten.

■ **DEET (Glatt, Jonen, Reppisch)**



-  Konzentrationen in den Wochenmischproben [µg/l]
-  Konzentrationen in den Monatsstichproben [µg/l]
-  Abfluss (Tagesmittel) [m³/s]
-  Meteorologische Jahreszeiten:
-  Frühling, Sommer, Herbst
-  im Jahr 2007 begann die Messkampagne im Einzugsgebiet des Furtbachs am 14.4., im Einzugsgebiet der Glatt am 23.4. (Monatsstichproben) und am 14.5. (Wochenmischproben)

■ **Desethylatrazin (Furtbach)**



**Desethylatrazin**

**Substanzklasse**

Triazin (Abbauprodukt von Atrazin)

**Wirkstoffgruppe**

-

**Einsatzgebiet**

-

**Best.-grenze** 0.01 µg/l

**AF GSchV** 0.1 µg/l

**CQK** -

**AQK** -

**ZV LAWA** -

**AF GSchV:** Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung

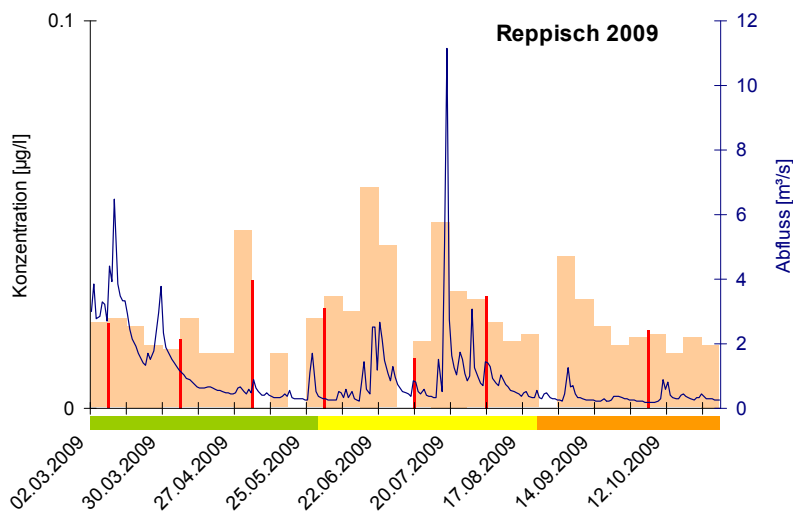
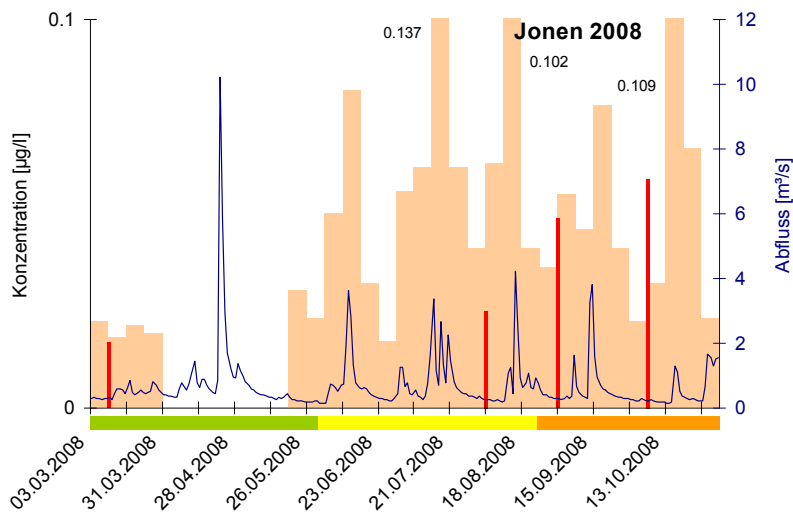
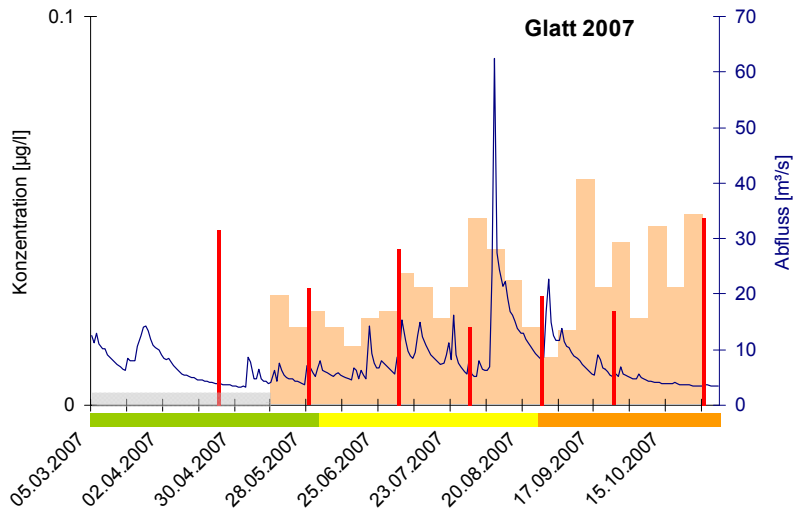
**CQK:** Chronisches Qualitätskriterium

**AQK:** Akutes Qualitätskriterium

**ZV LAWA:** Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

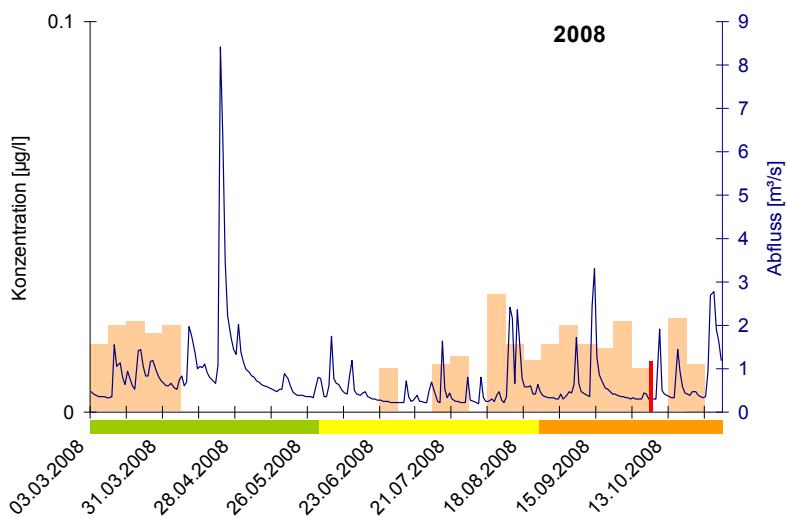
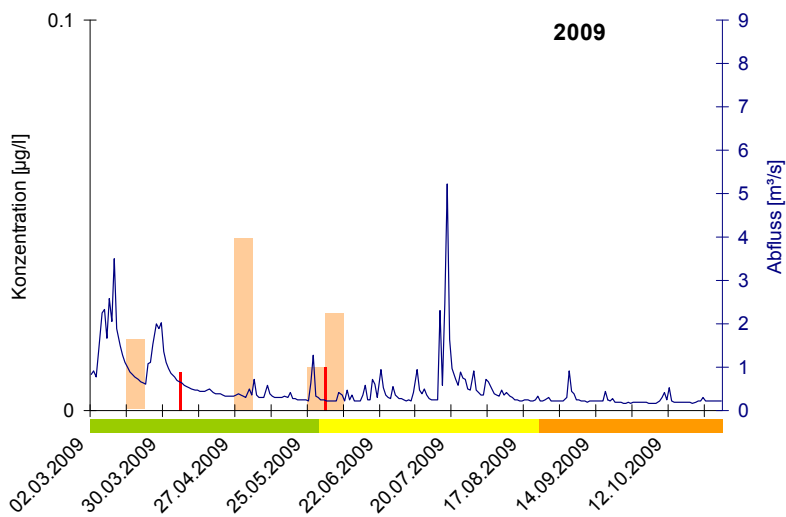
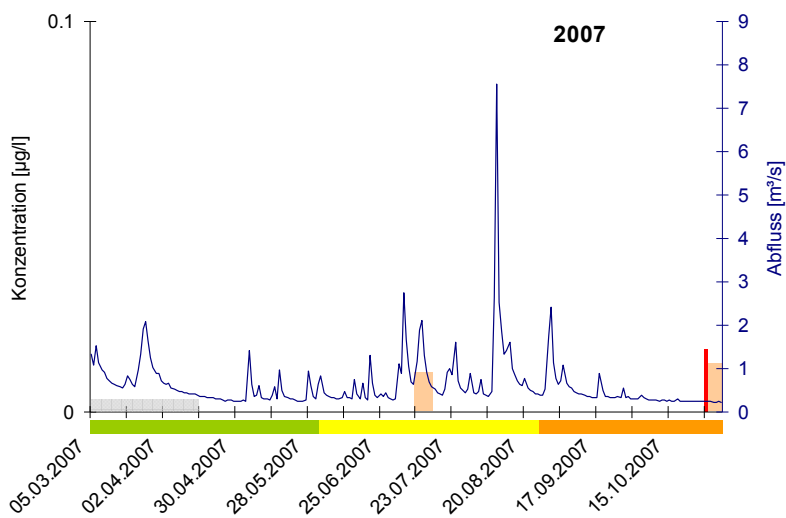
Desethylatrazin wurde in nahezu allen Proben der vier Fließgewässer gefunden. Die Konzentrationen dieses Abbauprodukts des Atrazins zeigen keine ausgeprägten saisonalen Schwankungen. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde in den Wochenmischproben des Furtbachs einmal und in denjenigen der Jonen dreimal überschritten. Die Überschreitungen in der Jonen scheinen die Folge der hohen Atrazinkonzentrationen zu sein, die Ende Mai / anfangs Juni 2008 in der Jonen gemessen wurden.

■ Desethylatrazin (Glatt, Jonen, Reppisch)



- Konzentrationen in den Wochenmischproben [ $\mu\text{g/l}$ ]
- Konzentrationen in den Monatsstichproben [ $\mu\text{g/l}$ ]
- Abfluss (Tagesmittel) [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]
- Meteorologische Jahreszeiten:
- Frühling, Sommer, Herbst
- im Jahr 2007 begann die Messkampagne im Einzugsgebiet des Furtbachs am 14.4., im Einzugsgebiet der Glatt am 23.4. (Monatsstichproben) und am 14.5. (Wochenmischproben)

■ **Desisopropylatrazin (Furtbach)**



**Desisopropylatrazin**

**Substanzklasse**

Triazin (Abbauprodukt von Atrazin)

**Wirkstoffgruppe**

-

**Einsatzgebiet**

-

**Best.-grenze** 0.01 µg/l

**AF GSchV** 0.1 µg/l

**CQK** -

**AQK** -

**ZV LAWA** -

**AF GSchV:** Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung

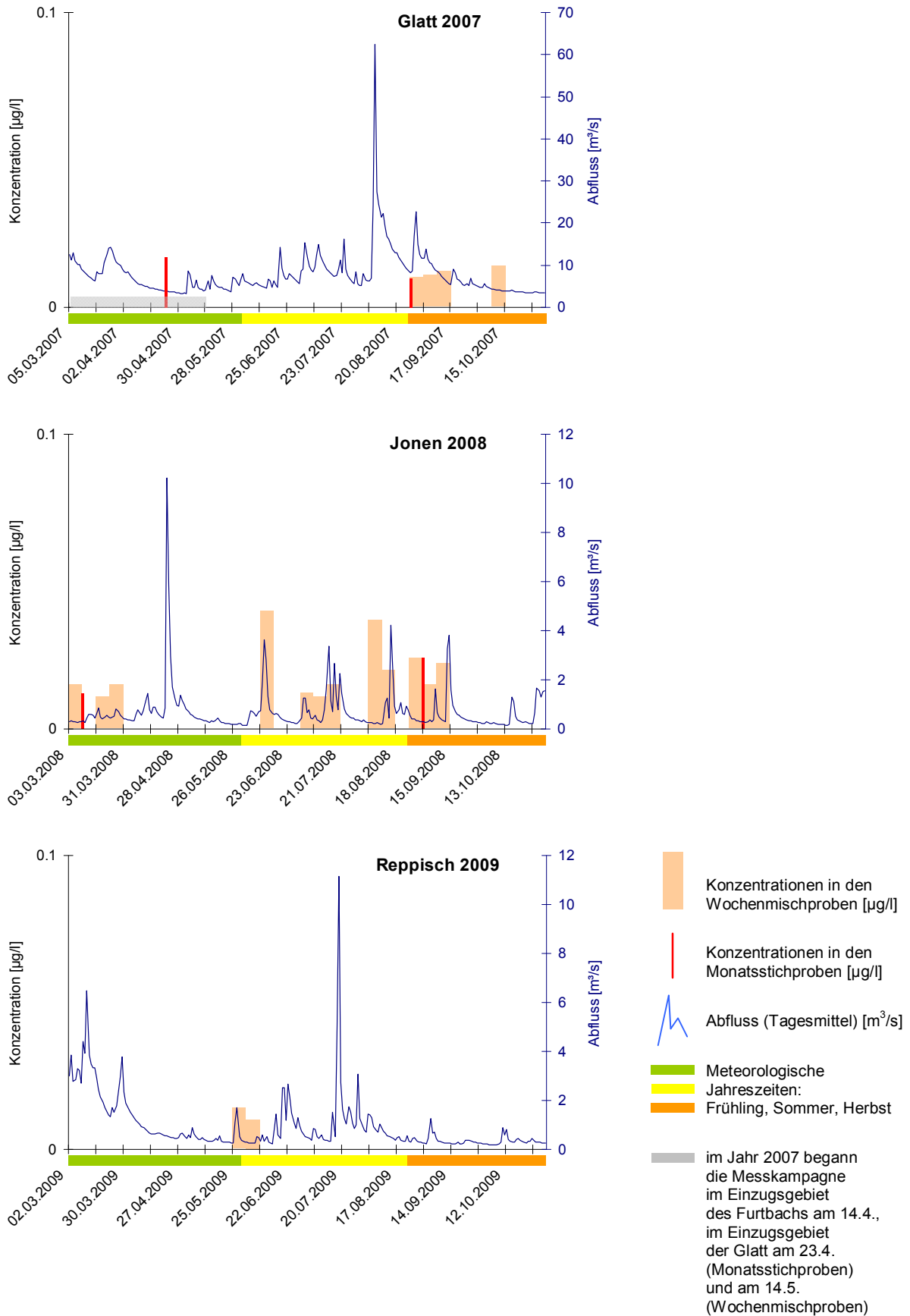
**CQK:** Chronisches Qualitätskriterium

**AQK:** Akutes Qualitätskriterium

**ZV LAWA:** Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

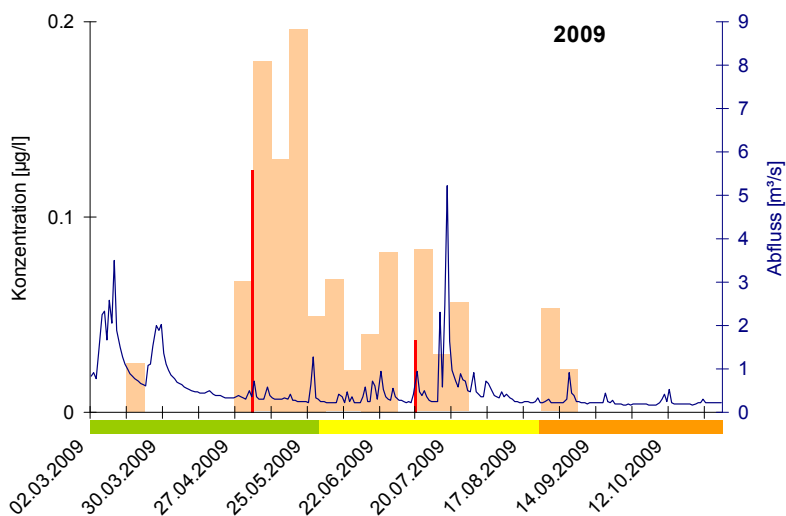
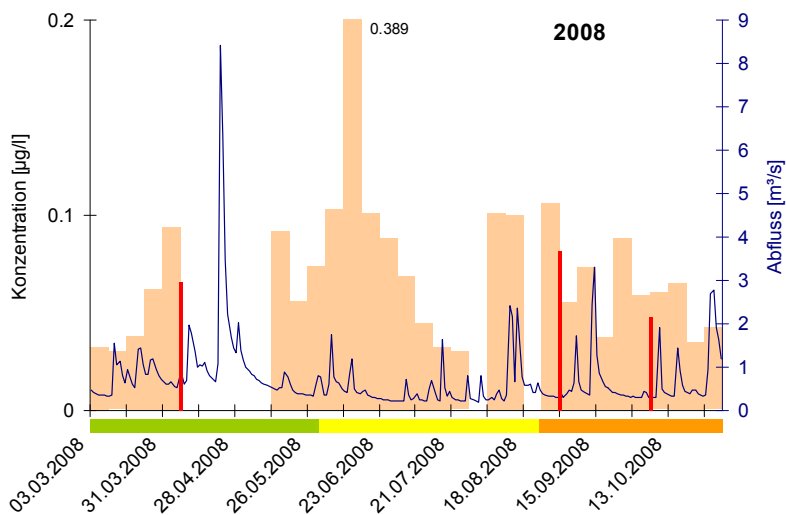
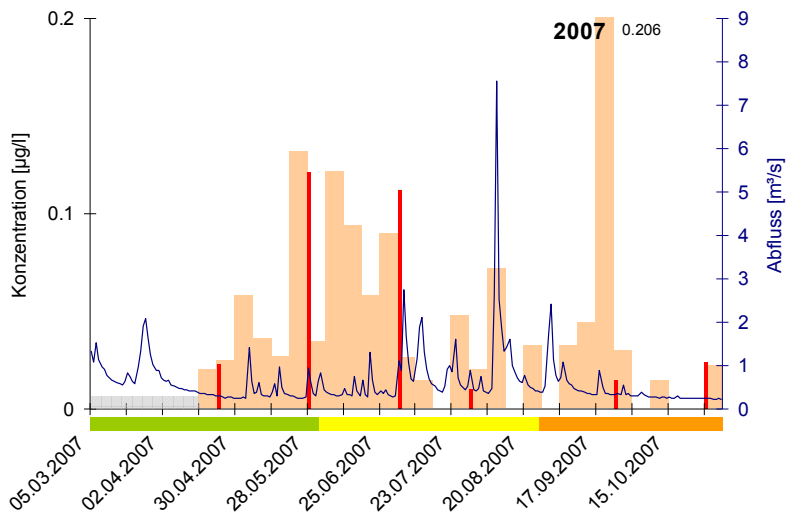
Neben Desethylatrazin wurde Desisopropylatrazin als zweites Abbauprodukt von Atrazin analysiert. Im Gegensatz zum Desethylatrazin wurde es aber bedeutend weniger häufig in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden; auch der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde nie überschritten.

■ **Desisopropylatrazin (Glatt, Jonen, Reppisch)**





■ **Diazinon (Furtbach)**



**Diazinon**

**Substanzklasse**  
Organophosphat

**Wirkstoffgruppe**  
Insektizid

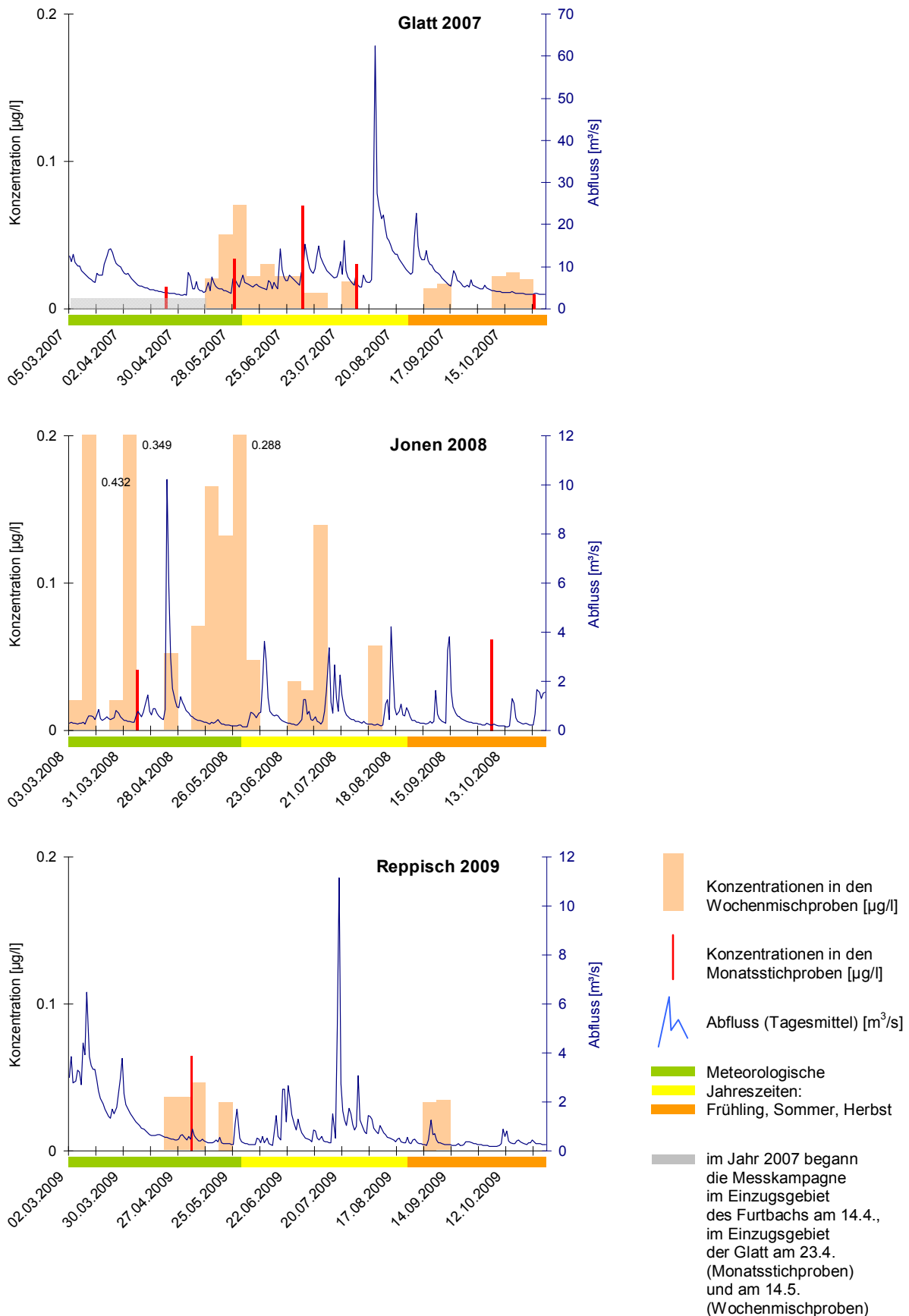
**Einsatzgebiet**  
Obst, Gemüse

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

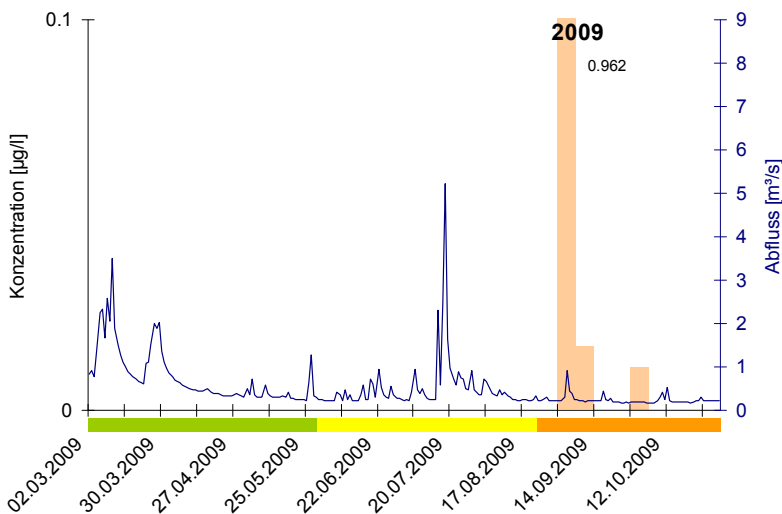
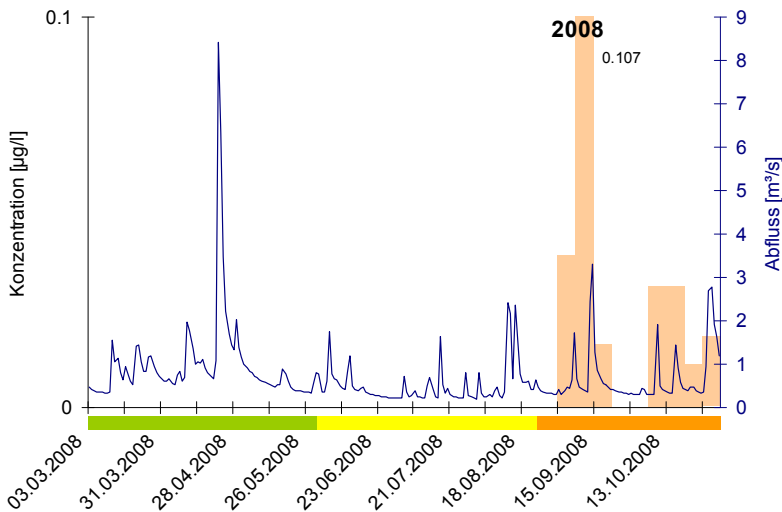
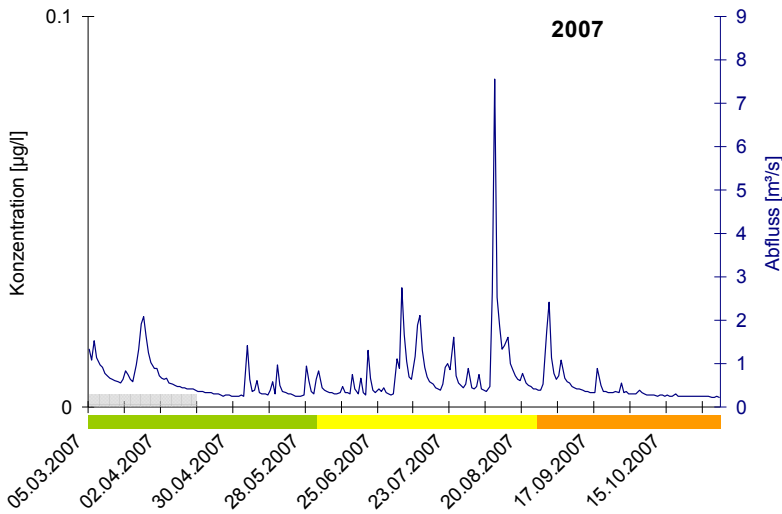
**AF GSchV:** Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung  
**CQK:** Chronisches Qualitätskriterium  
**AQK:** Akutes Qualitätskriterium  
**ZV LAWA:** Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Das für im Wasser lebende Tiere stark toxische Diazinon wurde in einem Grossteil der Proben während den gesamten Untersuchungsperioden 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. In Furtbach und Jonen wurde auch das akute Qualitätskriterium von 0.14 µg/l mehrfach überschritten.

■ **Diazinon (Glatt, Jonen, Reppisch)**



■ **Dimethachlor (Furtbach)**



**Dimethachlor**

**Substanzklasse**  
Chloracetanilid

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

**Einsatzgebiet**  
Winterraps

**Best.-grenze** 0.01 µg/l

**AF GSchV** 0.1 µg/l

**CQK** -

**AQK** -

**ZV LAWA** -

**AF GSchV:** Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung


**CQK:** Chronisches Qualitätskriterium


**AQK:** Akutes Qualitätskriterium


**ZV LAWA:** Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser



Dimethachlor wurde nur in den Wochenmischproben des Furtbachs gefunden, und zwar im Herbst, was mit seiner Anwendung im Anbau von Winterraps erklärt werden kann. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde im Jahr 2008 leicht, im Jahr 2009 massiv überschritten.


■ **Dimethachlor (keine Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze in Glatt, Jonen, Rep-  
pisch)**

 Konzentrationen in den  
Wochenmischproben [ $\mu\text{g/l}$ ]

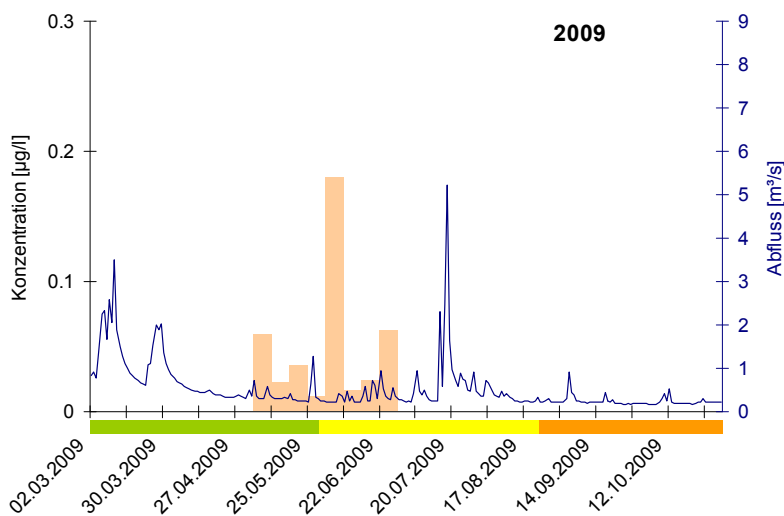
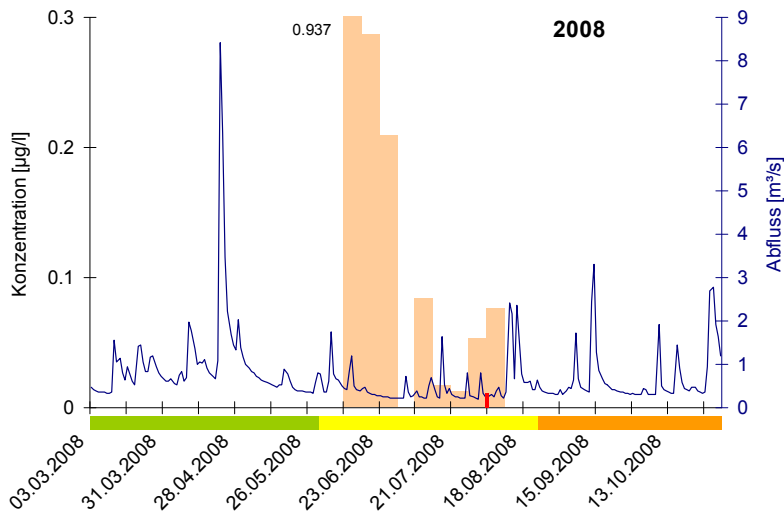
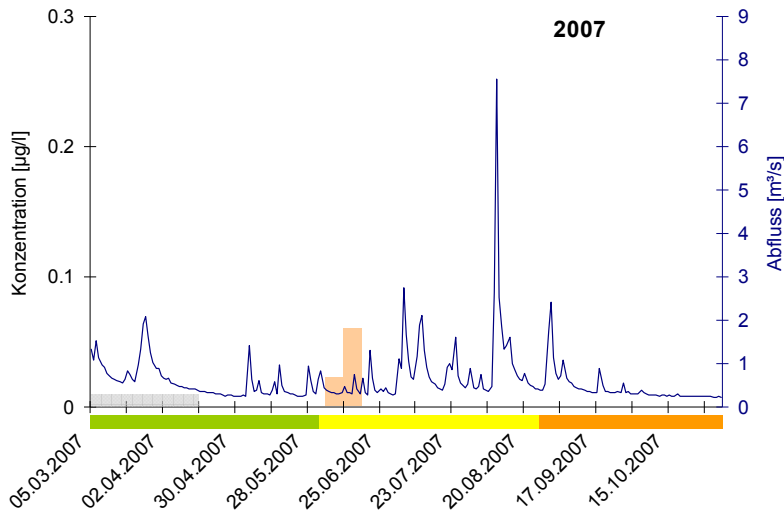
 Konzentrationen in den  
Monatsstichproben [ $\mu\text{g/l}$ ]

 Abfluss (Tagesmittel) [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

 Meteorologische  
Jahreszeiten:  
 Frühling, Sommer, Herbst

 im Jahr 2007 begann  
die Messkampagne  
im Einzugsgebiet  
des Furtbachs am 14.4.,  
im Einzugsgebiet  
der Glatt am 23.4.  
(Monatsstichproben)  
und am 14.5.  
(Wochenmischproben)

■ **Dimethenamid (Furtbach)**



**Dimethenamid**

**Substanzklasse**  
Chloracetanilid

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

**Einsatzgebiet**  
Mais, Soja, Sonnenblumen, Bohnen

**Best.-grenze** 0.01 µg/l

**AF GSchV** 0.1 µg/l

**CQK** 0.11 µg/l

**AQK** 1.6 µg/l

**ZV LAWA** -

**AF GSchV:** Anforderungswert der  
Gewässerschutzverordnung








**CQK:** Chronisches Qualitätskriterium

**AQK:** Akutes Qualitätskriterium

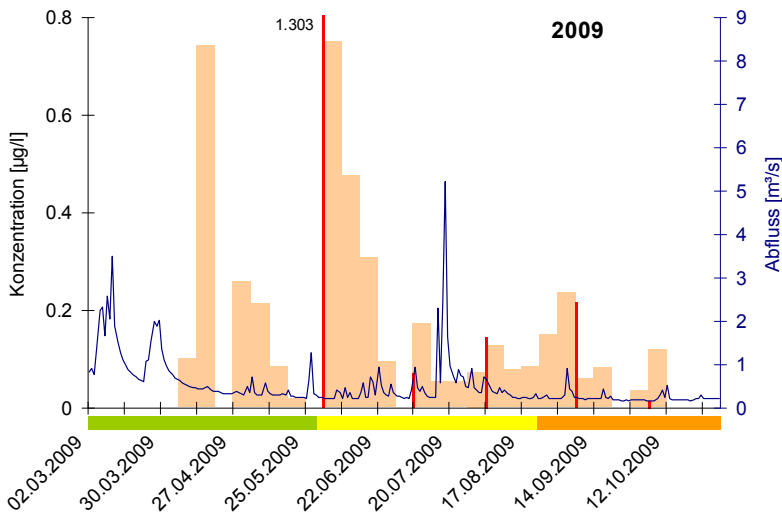
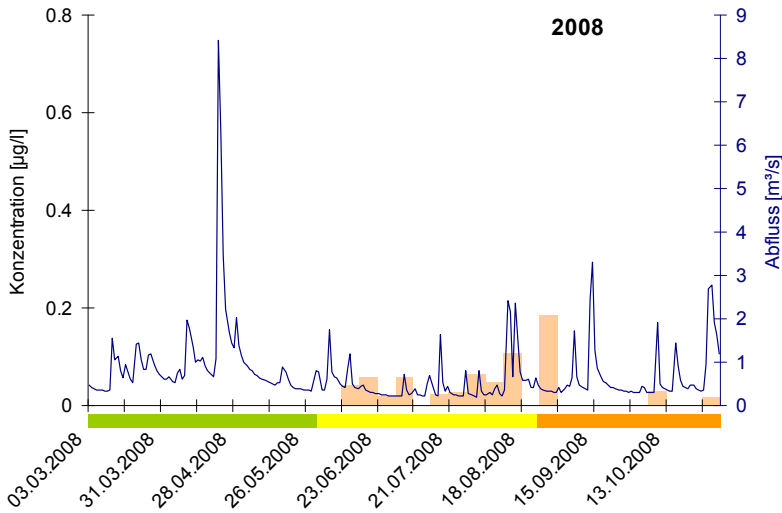
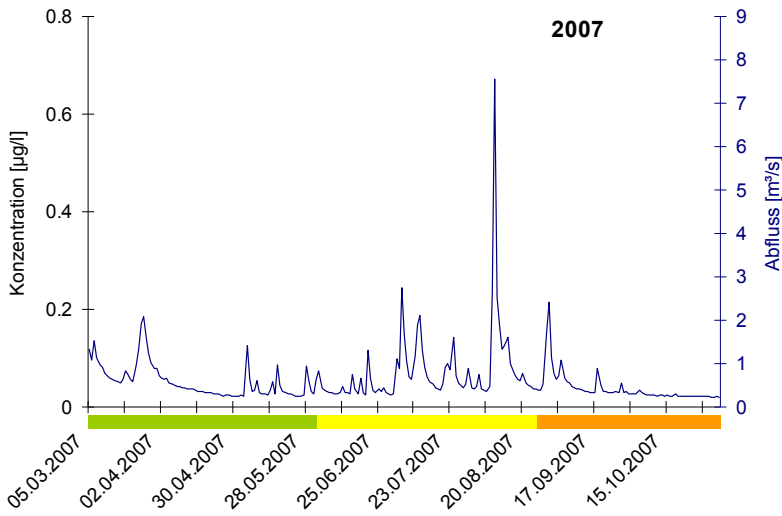
**ZV LAWA:** Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Dimethenamid wurde nur in den Wochenmischproben des Furtbachs gefunden, und zwar im späten Frühling und Sommer. In den Jahren 2008 und 2009 wurde das chronische Qualitätskriterium von 0.11 µg/l bei drei resp. einer Gelegenheit überschritten, was gleichzeitig bedeutete, dass die Anforderung der Gewässerschutzverordnung nicht erfüllt wurde.

■ **Dimethenamid (keine Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze in Glatt, Jonen, Reppisch)**

-  Konzentrationen in den Wochenmischproben [ $\mu\text{g/l}$ ]
-  Konzentrationen in den Monatsstichproben [ $\mu\text{g/l}$ ]
-  Abfluss (Tagesmittel) [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]
-  Meteorologische Jahreszeiten:
  -  Frühling, Sommer, Herbst
  - 
-  im Jahr 2007 begann die Messkampagne im Einzugsgebiet des Furtbachs am 14.4., im Einzugsgebiet der Glatt am 23.4. (Monatsstichproben) und am 14.5. (Wochenmischproben)

■ **Dimethoat (Furtbach)**



**Dimethoat**

**Substanzklasse**  
Organophosphat

**Wirkstoffgruppe**  
gegen Insekten und Spinnmilben

**Einsatzgebiet**  
Obst, Gemüse

<b>Best.-grenze</b>	0.01 µg/l
<b>AF GSchV</b>	0.1 µg/l
<b>CQK</b>	0.026 µg/l
<b>AQK</b>	1.38 µg/l
<b>ZV LAWA</b>	0.2 µg/l

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung

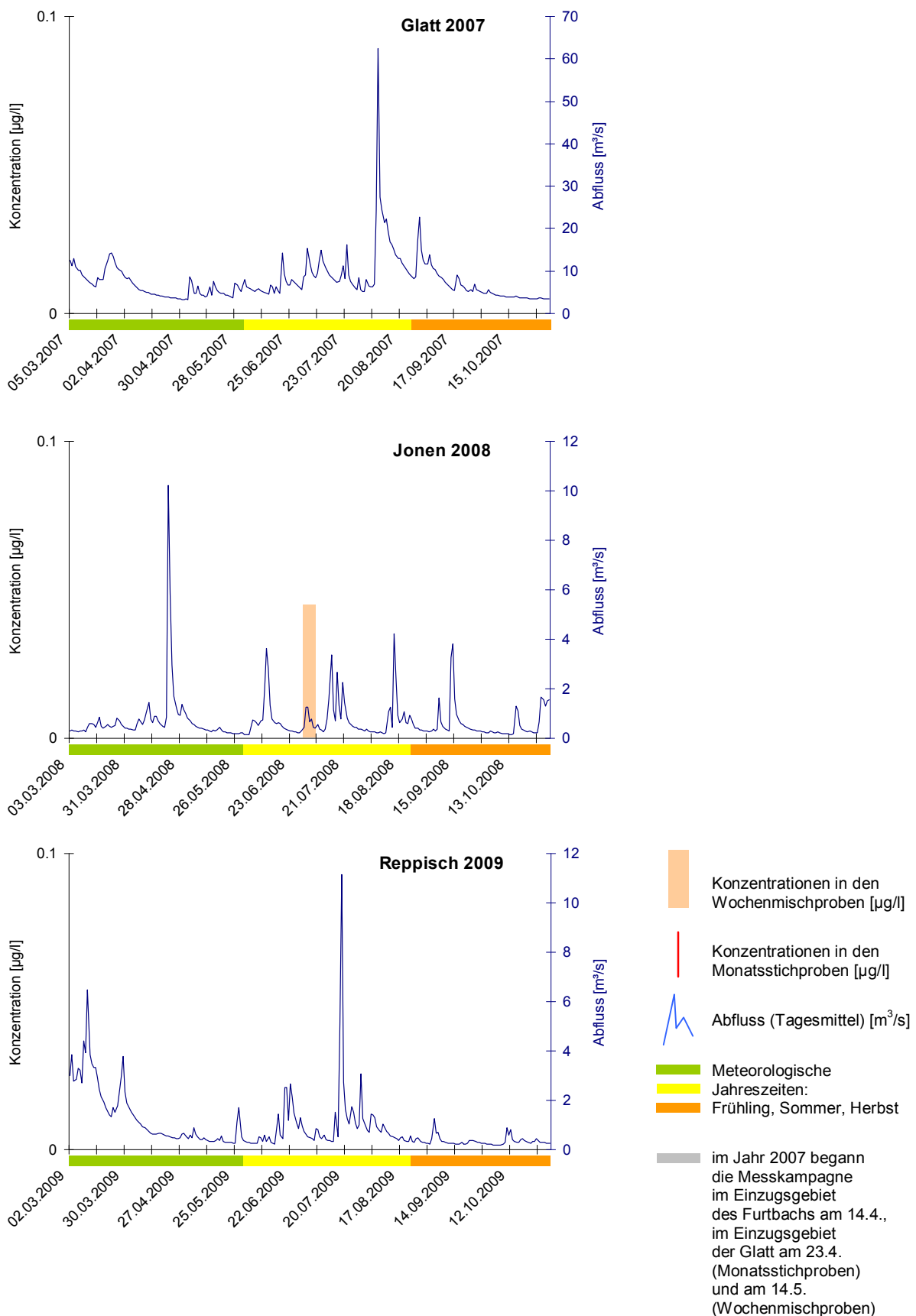
CQK: Chronisches Qualitätskriterium

AQK: Akutes Qualitätskriterium

ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

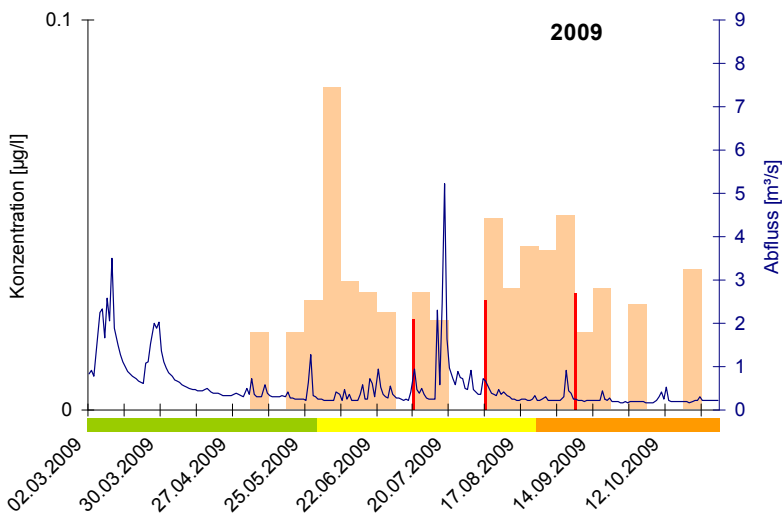
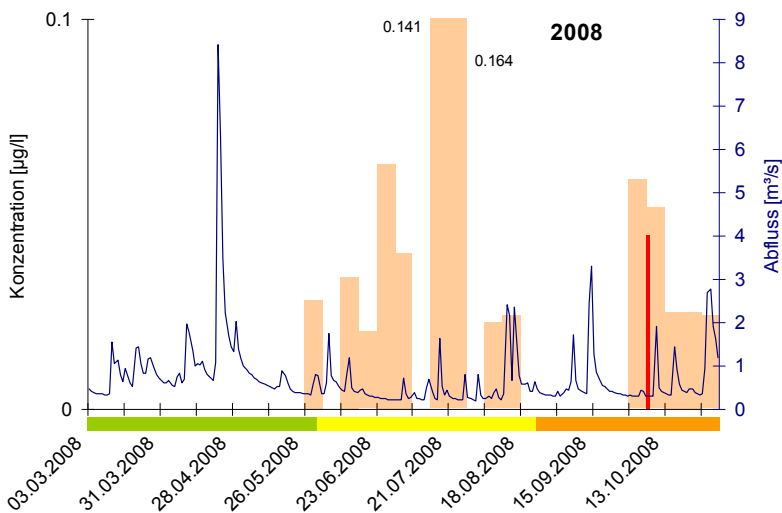
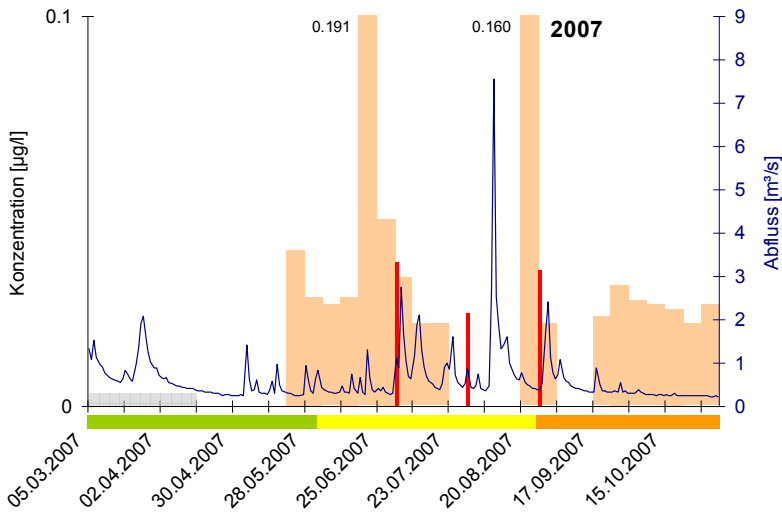
Dimethoat wurde nur in den Proben des Furtbachs der Jahre 2008 und 2009 sowie in einer Wochenmischprobe der Jone gefunden. In beiden Flüssen wurde das chronische Qualitätskriterium von 0.026 µg/l mehrfach überschritten. In einer Monatsstichprobe des Furtbachs wurde fast das akute Qualitätskriterium von 1.38 µg/l erreicht. Auch in Bezug auf den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung zeigten die Konzentrationen von Dimethoat mehrfache Überschreitungen.

■ **Dimethoat (Glatt, Jonen, Reppisch)**





■ **Diuron (Furtbach)**



**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

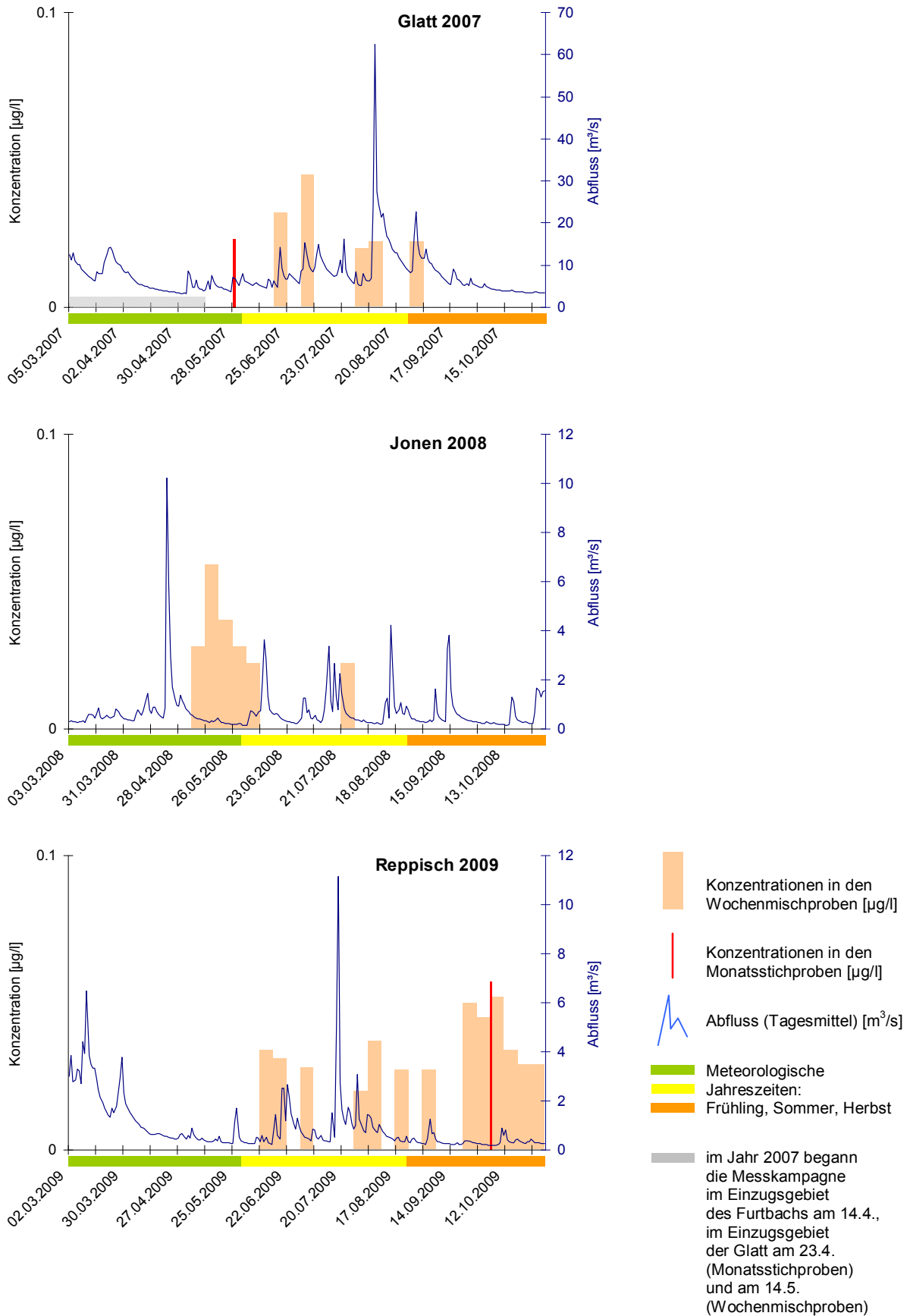
*CQK*: Chronisches Qualitätskriterium

*AQK*: Akutes Qualitätskriterium

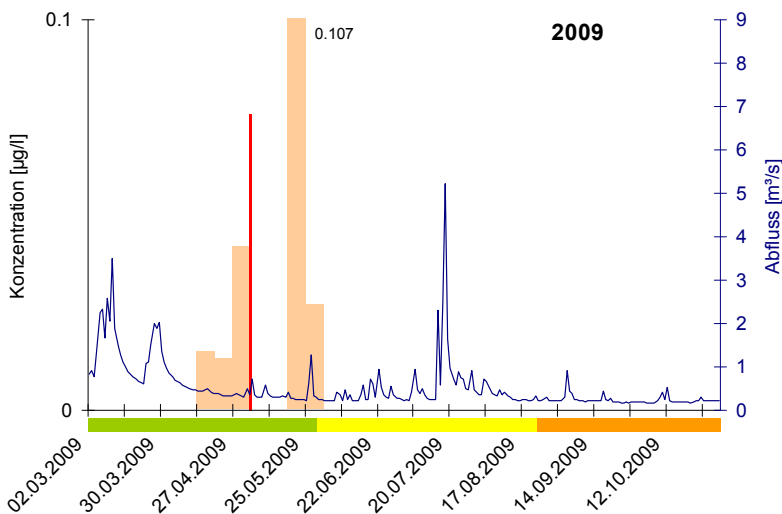
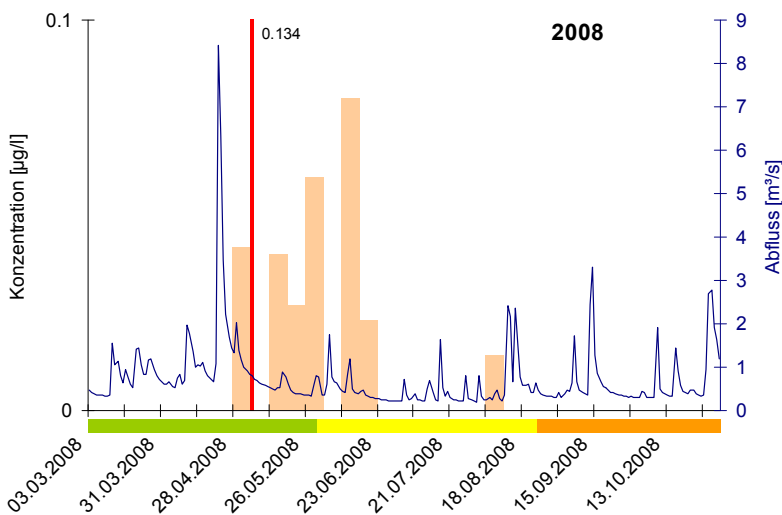
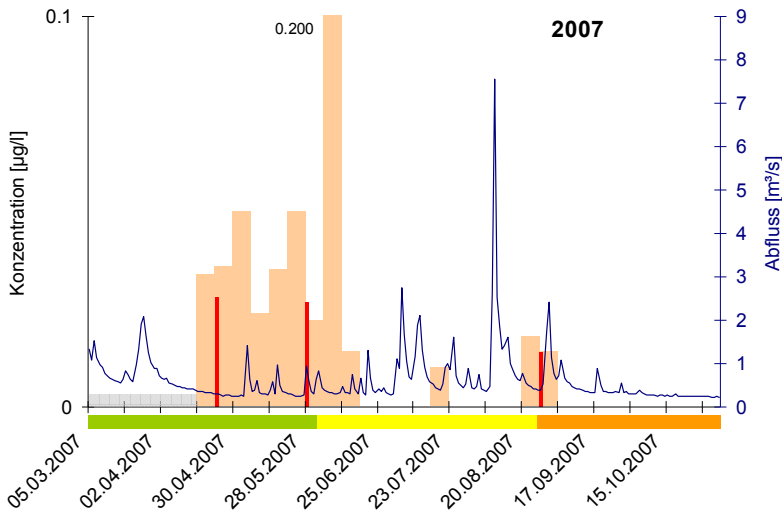
*ZV LAWA*: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Diuron trat in allen vier Fließgewässern regelmässig in Konzentrationen bis zu ca. 0.05 µg/l auf. Im Furtbach wurden allerdings Maxima festgestellt, die fast 0.2 µg/l erreichen. Zu diesen Zeiten wird das chronische Qualitätskriterium von 0.15 µg/l überschritten.

■ **Diuron (Glatt, Jonen, Reppisch)**



■ **Ethofumesat (Furtbach)**



**Ethofumesat**

**Substanzklasse**  
Sulfonat

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

**Einsatzgebiet**  
Zucker- und Futterrüben

**Best.-grenze** 0.01 µg/l

**AF GSchV** 0.1 µg/l

**CQK** -

**AQK** -

**ZV LAWA** -

**AF GSchV:** Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung

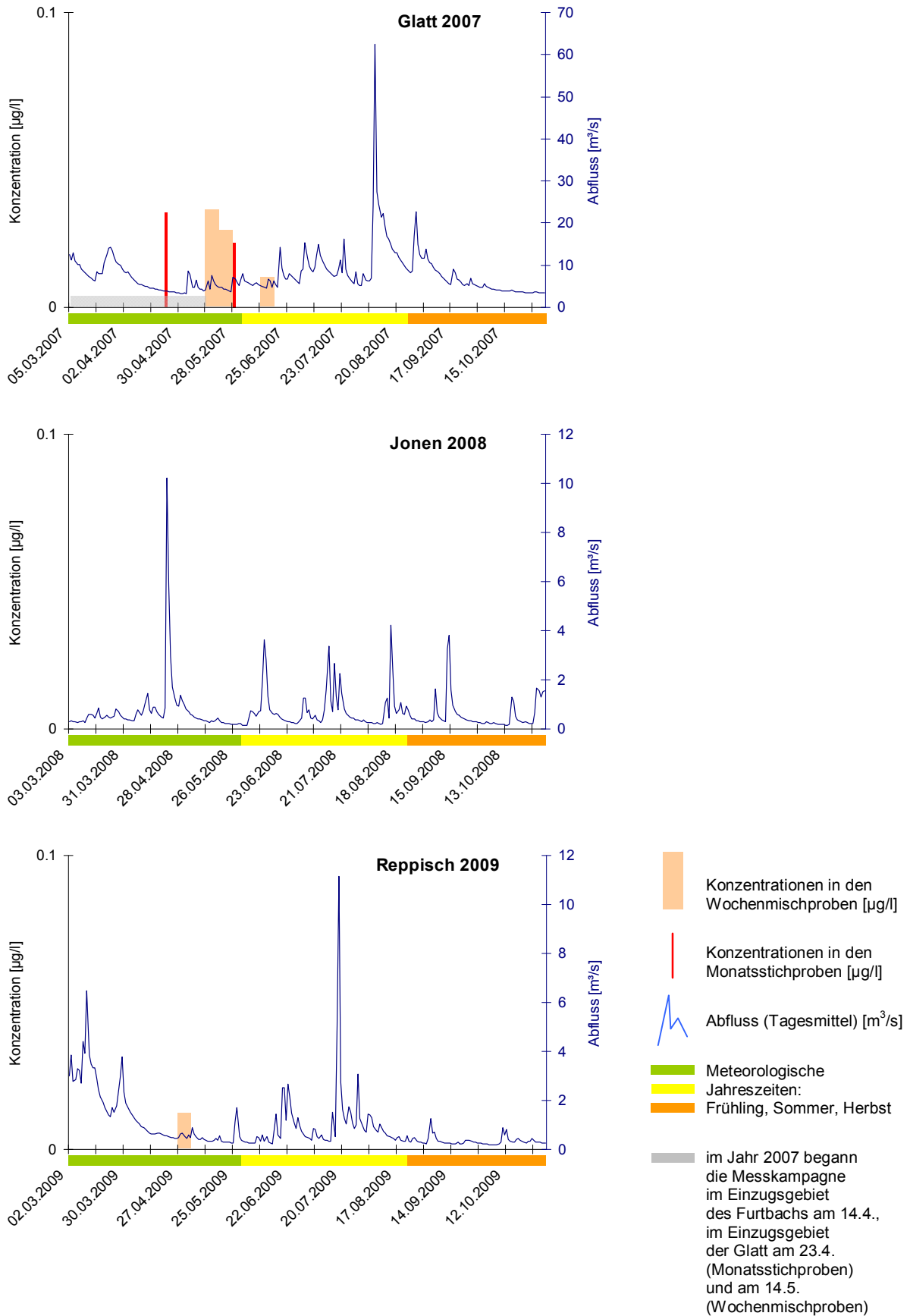
**CQK:** Chronisches Qualitätskriterium

**AQK:** Akutes Qualitätskriterium

**ZV LAWA:** Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Ethofumesat zeigte in den drei Gewässern Furtbach, Glatt und Rep-pisch, in denen die Verbindung nachgewiesen werden konnte, einen saisonalen Verlauf mit der Hauptapplikationszeit in der zweiten Hälfte des Frühlings / Frühsommer. In den Jahren 2007 und 2008 konnte Ethofumesat im Furtbach auch noch in der zweiten Sommerhälfte / anfangs Herbst gefunden werden.

■ **Ethofumesat (Glatt, Jonen, Reppisch)**



■ **Fluroxypyr (keine Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze im Furtbach)**

**Fluroxypyr**

**Substanzklasse**  
Phenoxy-carbonsäure

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

**Einsatzgebiet**  
Getreide

**Best.-grenze** 0.02 µg/l

**AF GSchV** 0.1 µg/l

**CQK** -

**AQK** -

**ZV LAWA** -

*AF GSchV*: Anforderungswert der  
Gewässerschutzverordnung

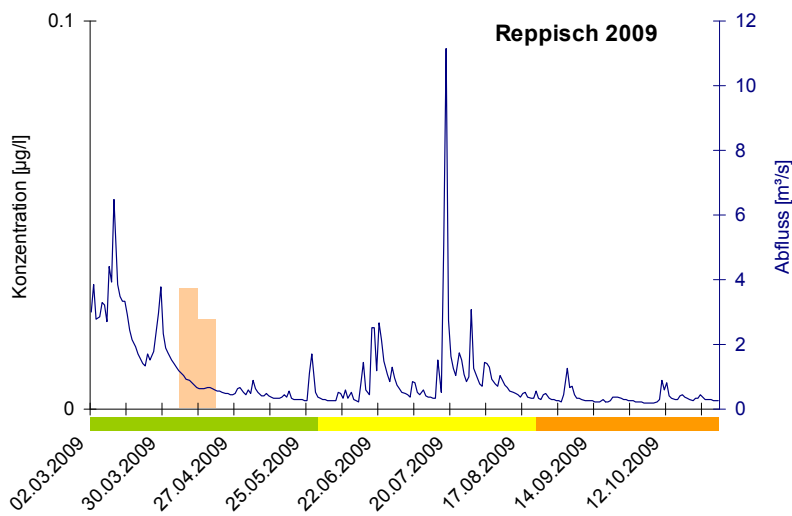
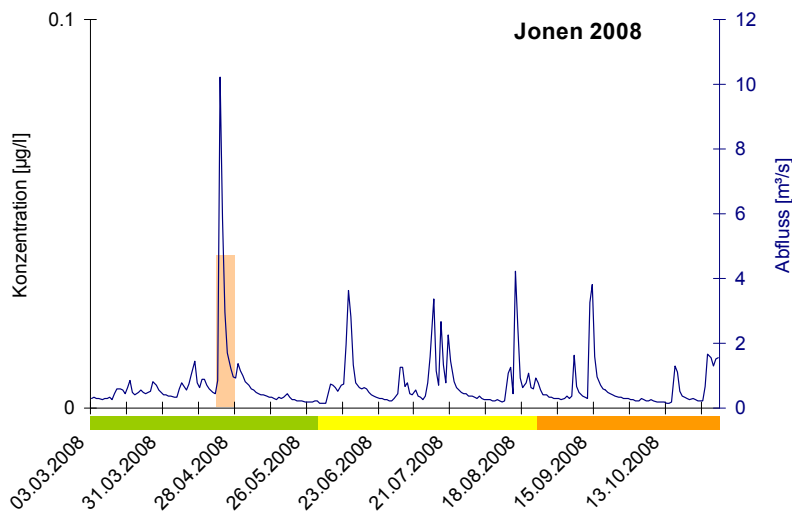
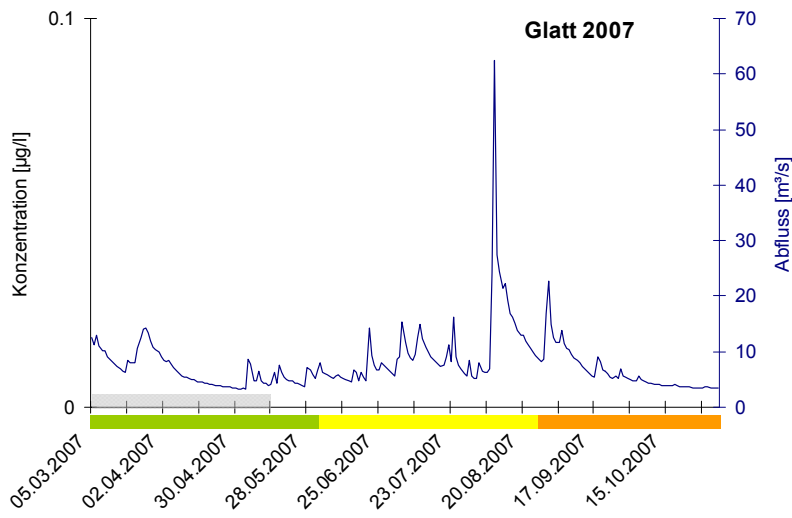
*CQK*: Chronisches Qualitätskriterium







*AQK*: Akutes Qualitätskriterium

*ZV LAWA*: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

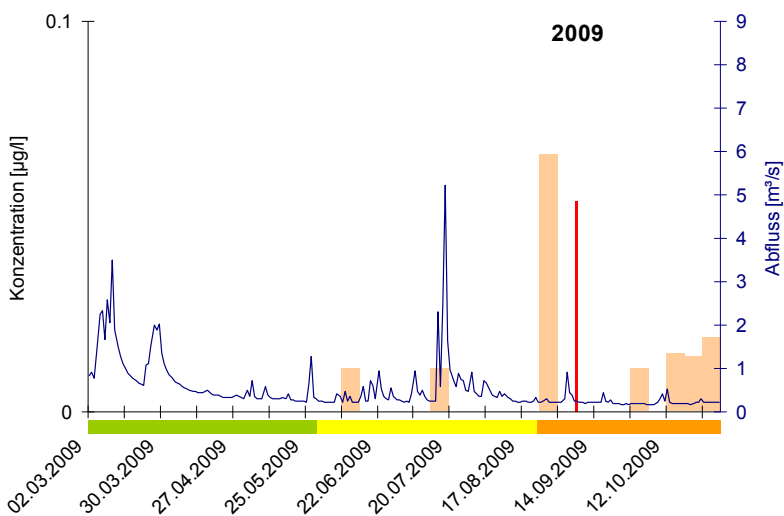
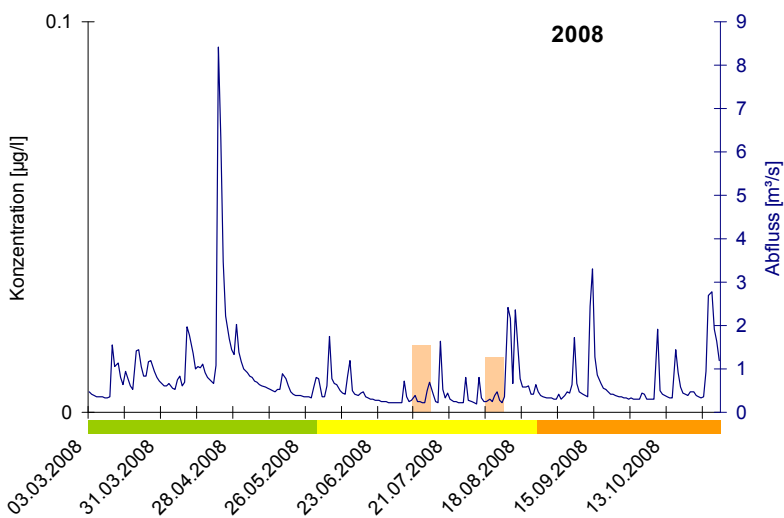
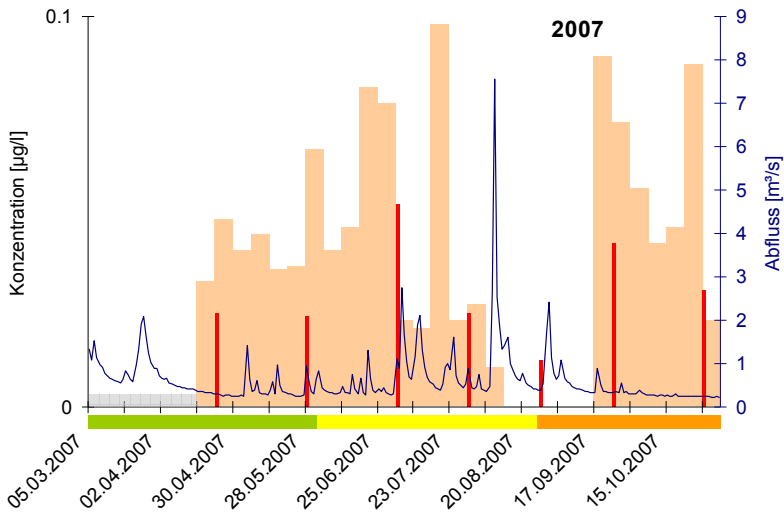
Fluroxypyr wurde lediglich bei einer resp. zwei Gelegenheiten in der Jonen und der Reppisch nachgewiesen, und zwar in Konzentrationen unterhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung.

■ **Fluroxypyr (Glatt, Jonen, Reppisch)**



-  Konzentrationen in den Wochenmischproben [µg/l]
-  Konzentrationen in den Monatsstichproben [µg/l]
-  Abfluss (Tagesmittel) [m³/s]
-  Meteorologische Jahreszeiten:
-  Frühling, Sommer, Herbst
-  im Jahr 2007 begann die Messkampagne im Einzugsgebiet des Furtbachs am 14.4., im Einzugsgebiet der Glatt am 23.4. (Monatsstichproben) und am 14.5. (Wochenmischproben)

■ **Irgarol 1051 (Furtbach)**



**Irgarol 1051**

**Substanzklasse**  
Methylthiotriazin

**Wirkstoffgruppe**  
Algizid

**Einsatzgebiet**  
Antifouling-Anstriche

**Best.-grenze** 0.01 µg/l

**AF GSchV** 0.1 µg/l

**CQK** -

**AQK** -

**ZV LAWA** -

AF GSchV: Anforderungswert der  
Gewässerschutzverordnung

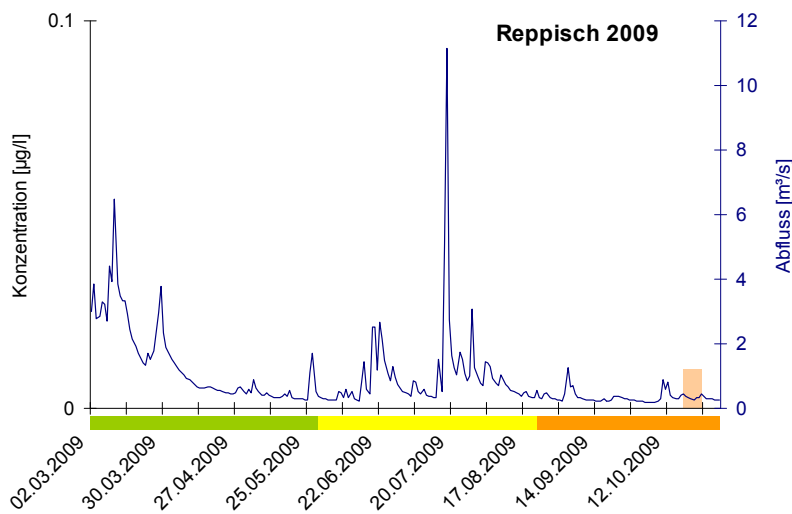
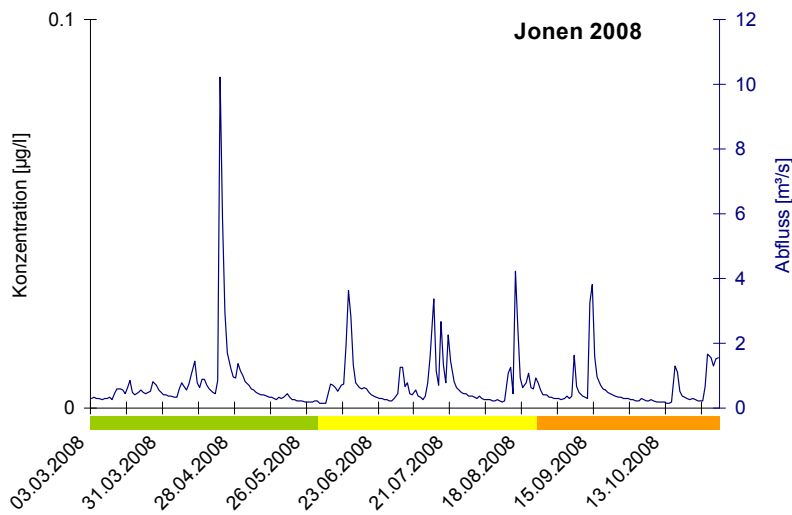
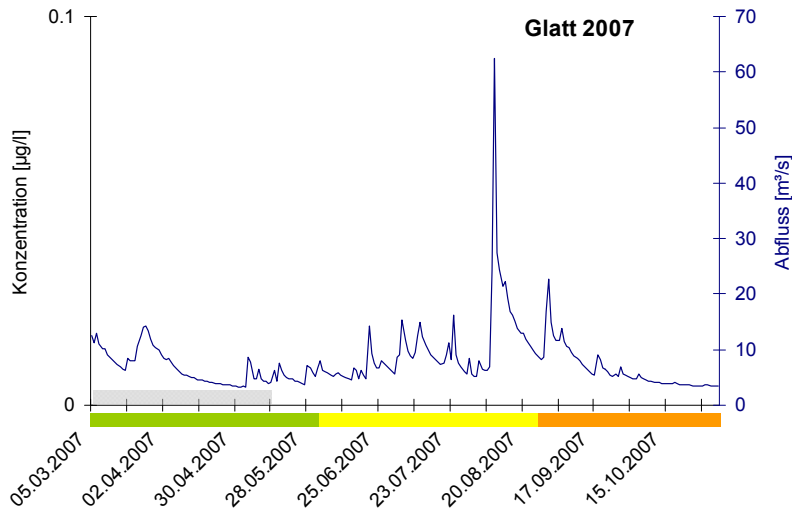
CQK: Chronisches Qualitätskriteri-  
um







AQK: Akutes Qualitätskriterium

ZV LAWA: Zielvorgabe Länderar-  
beitsgemeinschaft Wasser

Irgarol 1051 trat im Jahr 2007 im Furtbach während der ganzen Untersuchungsperiode in relativ hohen Konzentrationen auf. Aufgrund der hohen Toxizität von Irgarol 1051 sind diese Nachweise als relevant einzustufen. In den Jahren 2008 und 2009 konnte die Verbindung im Furtbach jedoch nur noch vereinzelt und dann meist in tieferen Konzentrationen nachgewiesen werden. Von den anderen drei Fließgewässern lieferte einzig die Reppisch eine Wochenmischprobe, in der Irgarol 1051 gefunden werden konnte.

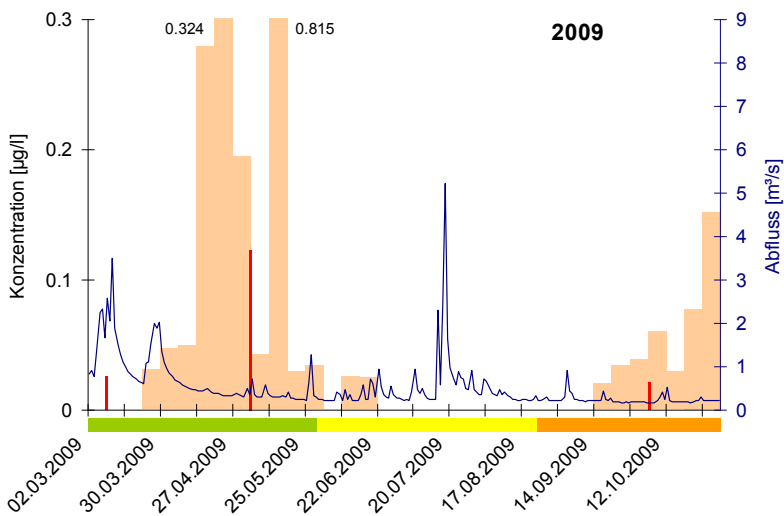
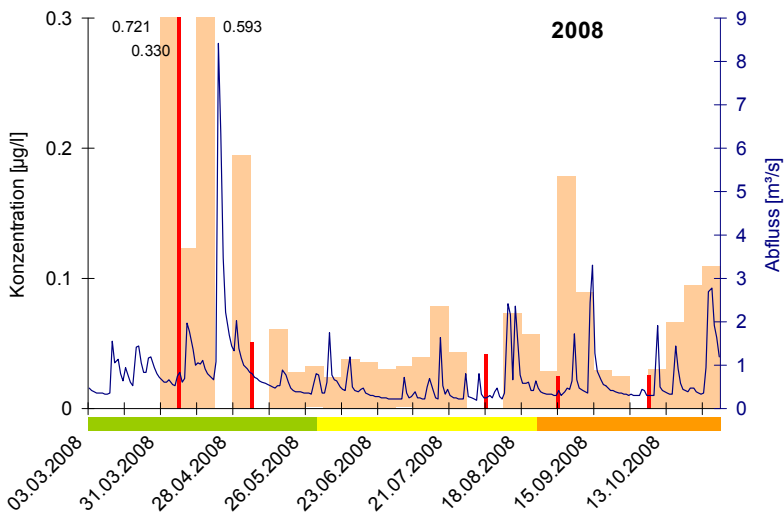
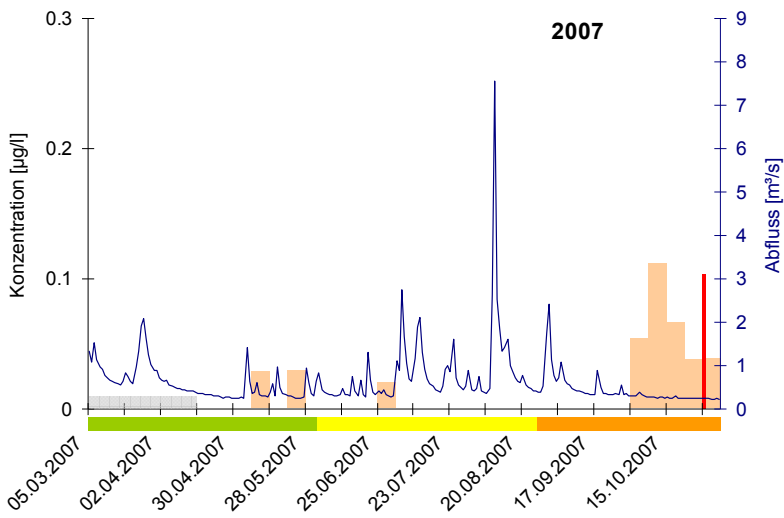
■ Irgarol 1051 (Glatt, Jonen, Reppisch)



-  Konzentrationen in den Wochenmischproben [µg/l]
-  Konzentrationen in den Monatsstichproben [µg/l]
-  Abfluss (Tagesmittel) [m³/s]
-  Meteorologische Jahreszeiten:
-  Frühling, Sommer, Herbst
-  im Jahr 2007 begann die Messkampagne im Einzugsgebiet des Furtbachs am 14.4., im Einzugsgebiet der Glatt am 23.4. (Monatsstichproben) und am 14.5. (Wochenmischproben)



■ **Isoproturon (Furtbach)**



**Isoproturon**

**Substanzklasse**  
Phenylharnstoff

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

**Einsatzgebiet**  
Wintergetreide

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

AF GSchV: Anforderungswert der  
Gewässerschutzverordnung

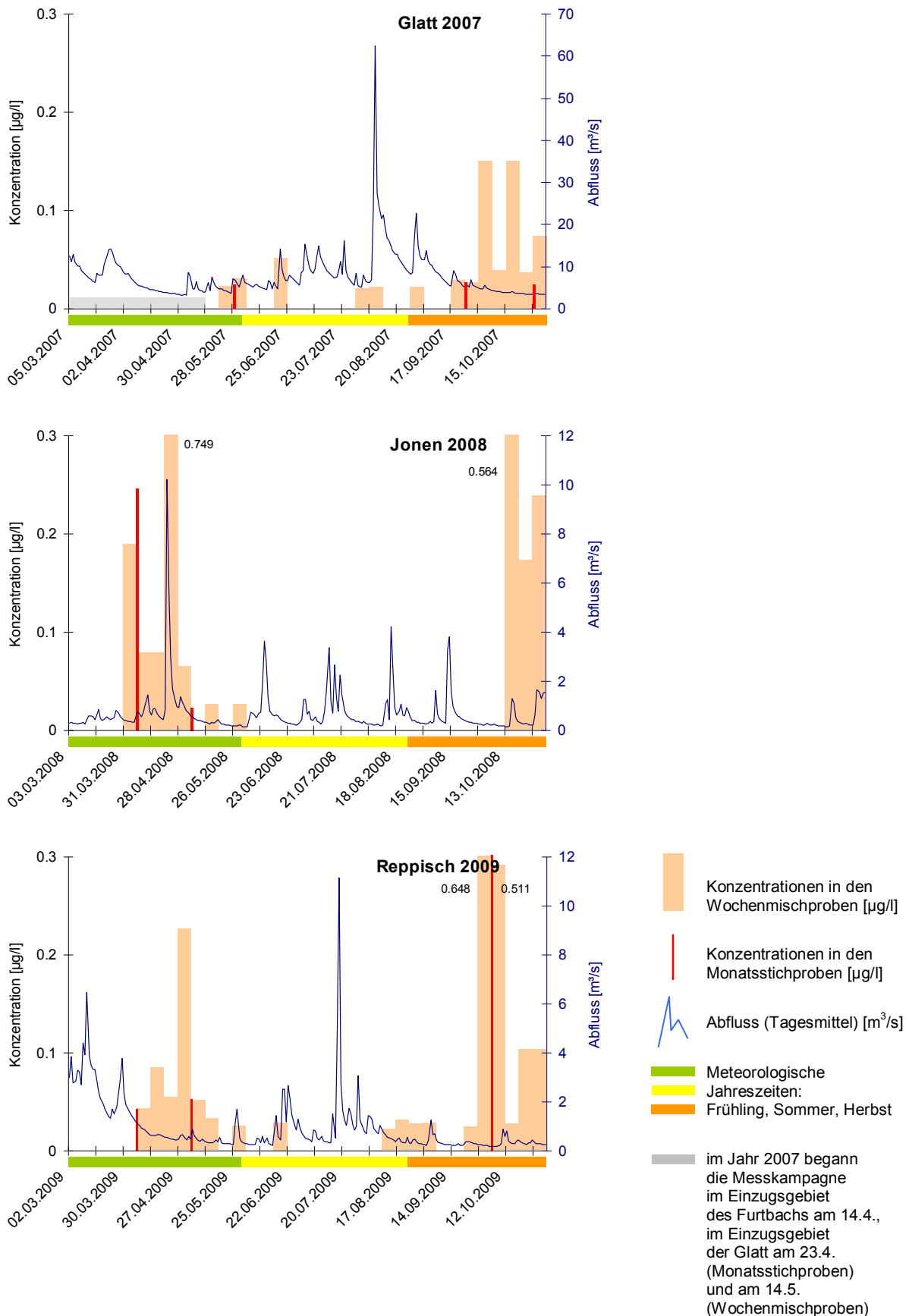
CQK: Chronisches Qualitätskriterium

AQK: Akutes Qualitätskriterium

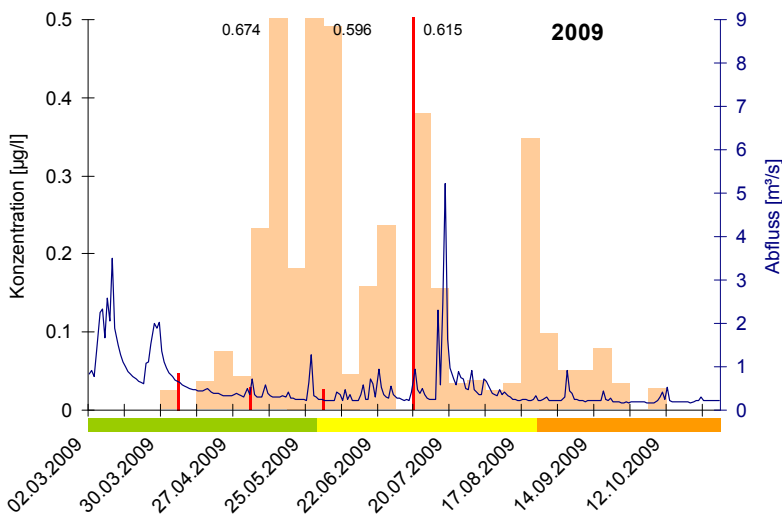
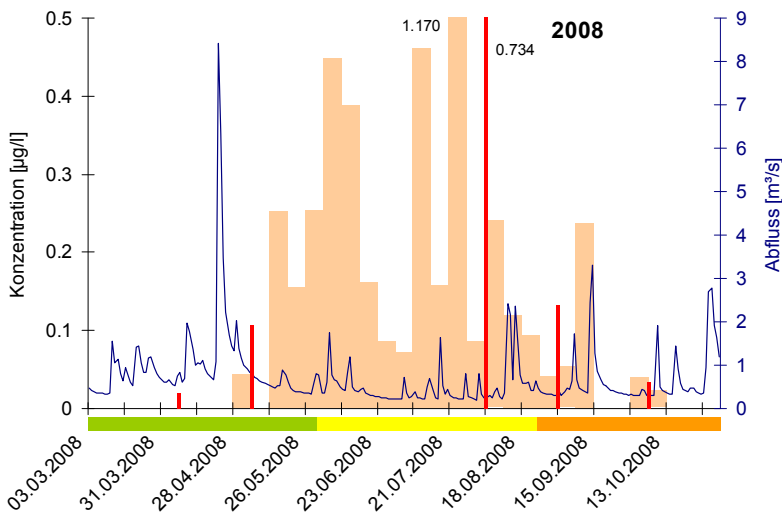
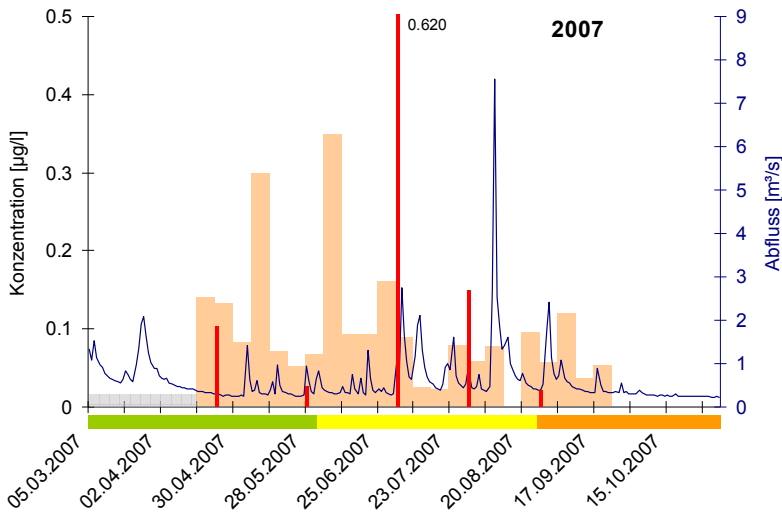
ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Isoproturon weist die Konzentrationsmaxima im Frühjahr und Herbst auf, was die Applikationsschwerpunkte in diesen Jahreszeiten widerspiegelt. Das chronische Qualitätskriterium von 0.27 µg/l wurde im Furtbach in den Jahren 2008 und 2009 sowie in der Jonen und der Reppisch überschritten.

■ **Isoproturon (Glatt, Jonen, Reppisch)**



■ **Linuron (Furtbach)**



**Linuron**

**Substanzklasse**  
Phenylharnstoff

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

**Einsatzgebiet**  
Wintergetreide

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

**AF GSchV:** Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung

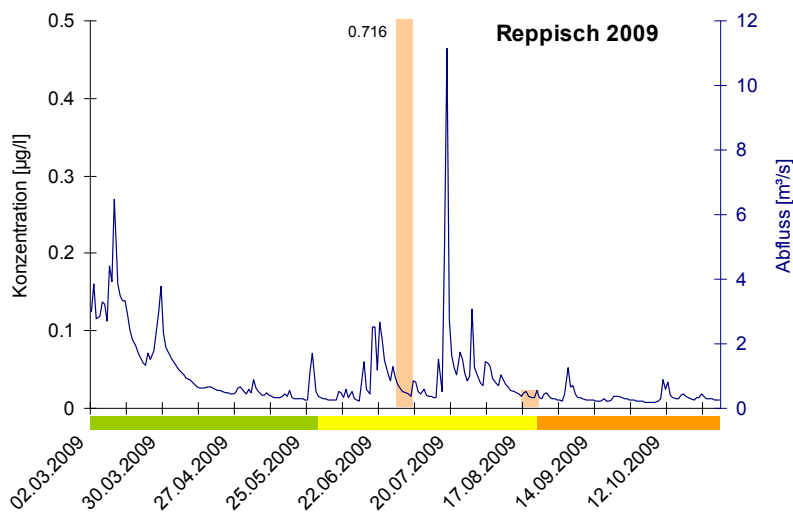
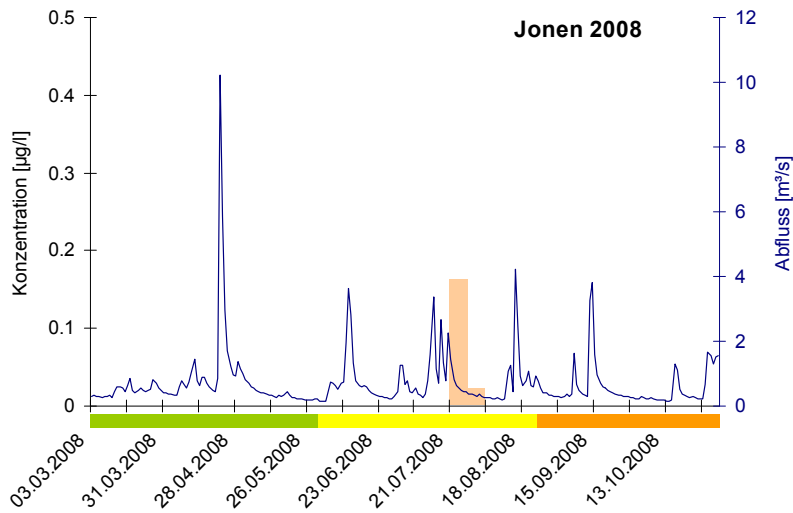
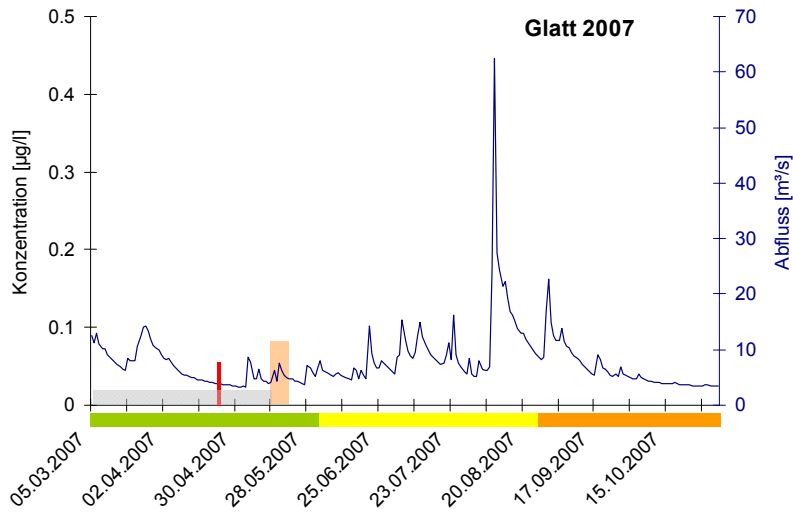
**CQK:** Chronisches Qualitätskriterium







**AQK:** Akutes Qualitätskriterium

**ZV LAWA:** Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

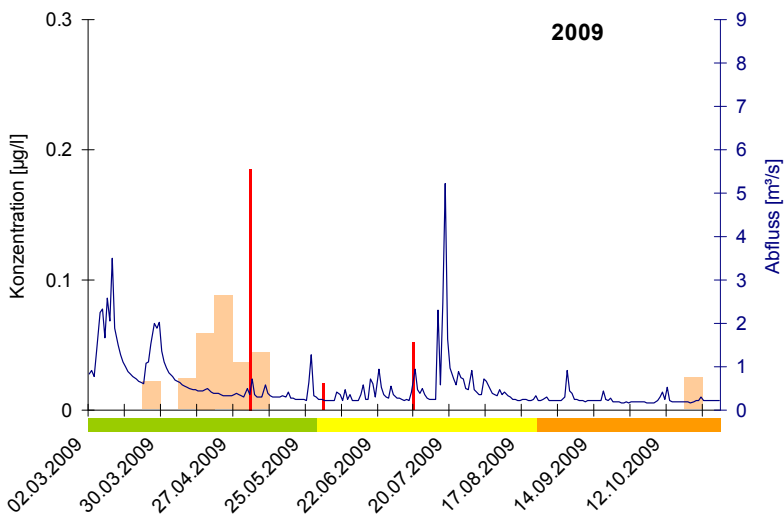
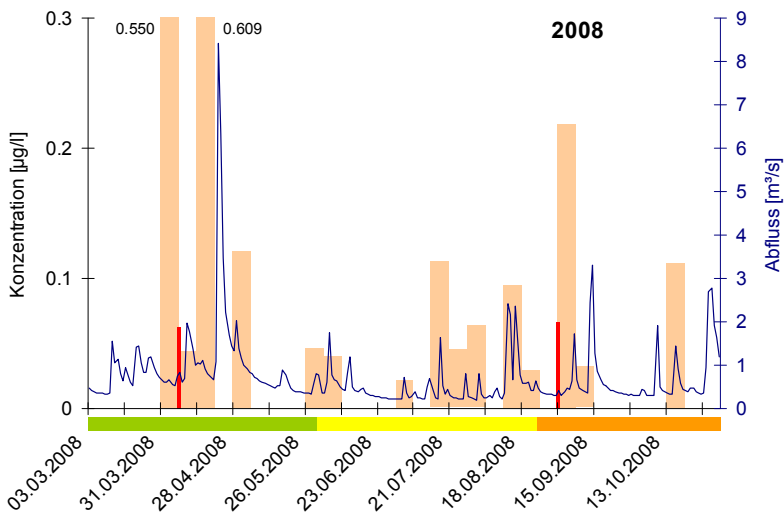
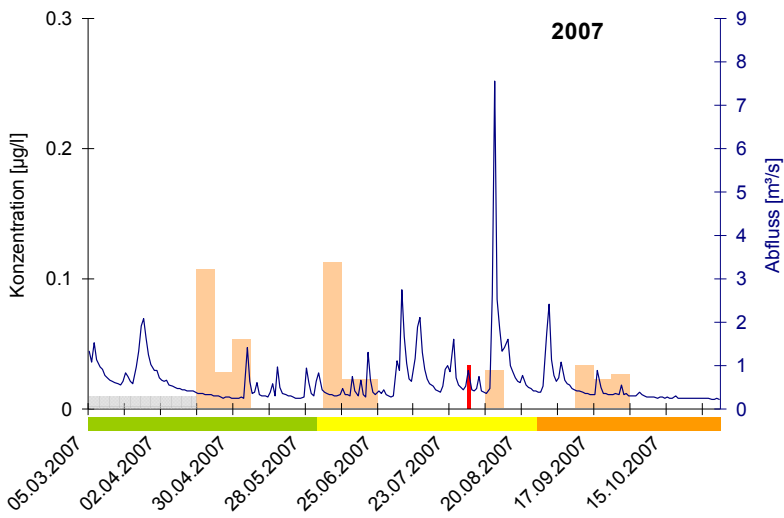
Das im Gemüseanbau eingesetzte Linuron erscheint in allen vier Gewässern, wobei es in der Glatt bei nur einer, in der Jonen und in der Reppisch bei je zwei Gelegenheiten gefunden wurde. Im Furtbach konnte die Verbindung während der gesamten Vegetationsperiode nachgewiesen werden. Die Konzentrationen liegen häufig über dem Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung, und auch das chronische Qualitätskriterium von 0.32 µg/l wurde sowohl in Wochenmischproben als auch Monatsstichproben mehrfach überschritten.

■ **Linuron (Glatt, Jonen, Reppisch)**



-  Konzentrationen in den Wochenmischproben [µg/l]
-  Konzentrationen in den Monatsstichproben [µg/l]
-  Abfluss (Tagesmittel) [m³/s]
-  Meteorologische Jahreszeiten:
-  Frühling, Sommer, Herbst
-  im Jahr 2007 begann die Messkampagne im Einzugsgebiet des Furtbachs am 14.4., im Einzugsgebiet der Glatt am 23.4. (Monatsstichproben) und am 14.5. (Wochenmischproben)

■ **MCPA (Furtbach)**



**MCPA**

**Substanzklasse**  
Phenoxycarbonsäure

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

**Einsatzgebiet**  
Wiesen, Getreide, Zier- und Sport-  
rasen

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

*AF GSchV*: Anforderungswert der  
Gewässerschutzverordnung

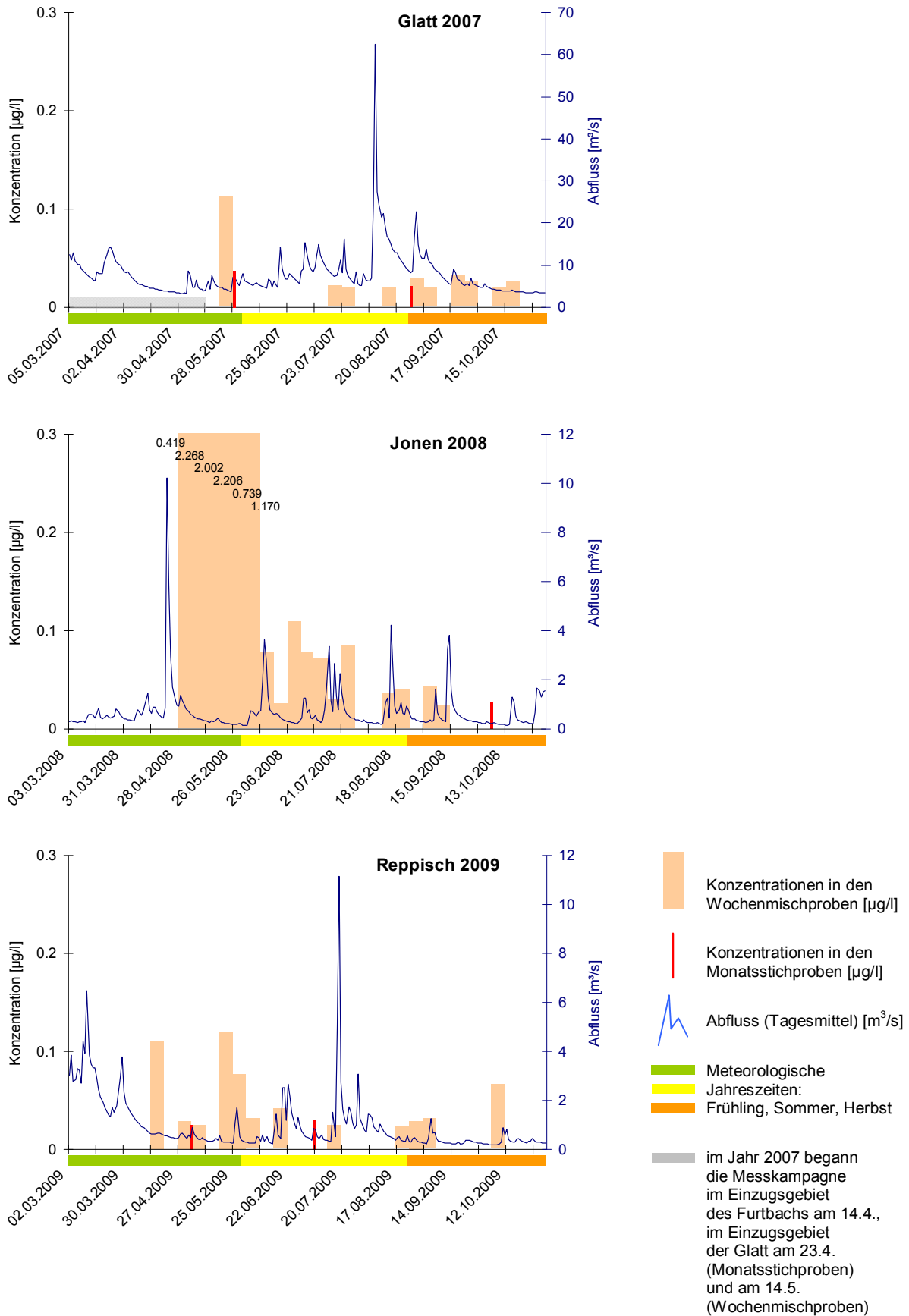
*CQK*: Chronisches Qualitätskriteri-  
um

*AQK*: Akutes Qualitätskriterium

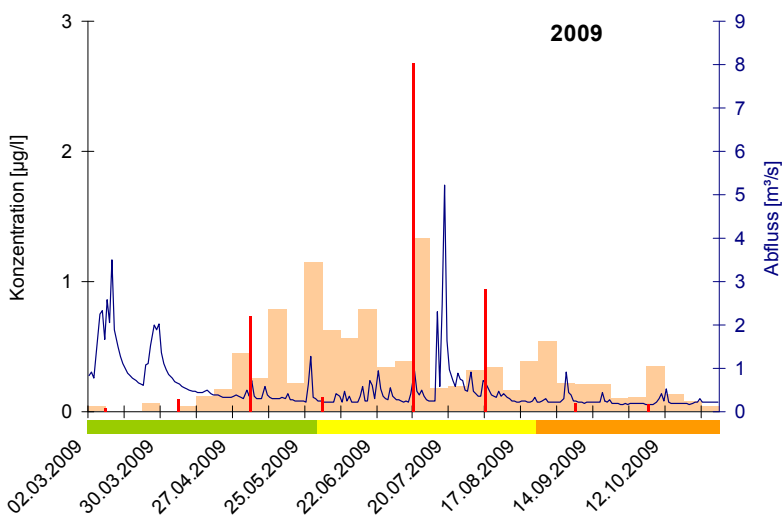
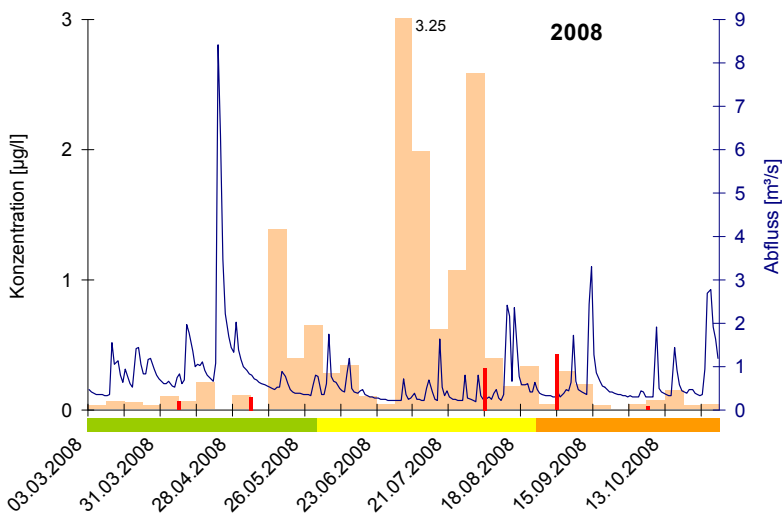
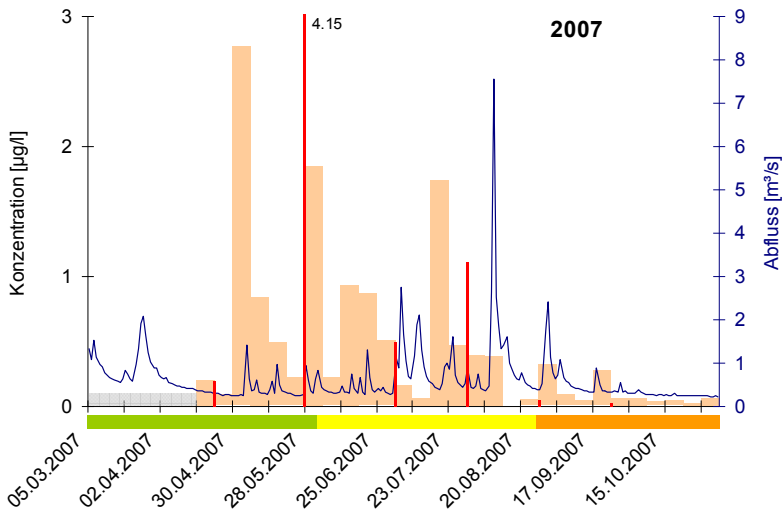
*ZV LAWA*: Zielvorgabe Länderar-  
beitsgemeinschaft Wasser

Das Herbizid MCPA wurde in allen vier Fließgewässern gefunden, wobei der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wiederholt um ein Vielfaches überschritten wurde. Auffallend sind die hohen Konzentrationen in der Jona im Spätfriehling 2008 mit Spitzenwerten bis zu 2.27 µg/l.

■ MCPA (Glatt, Jonen, Reppisch)



■ **Mecoprop (Furtbach)**



**Mecoprop**

**Substanzklasse**  
Phenoxycarbonsäure

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

**Einsatzgebiet**  
Getreide, Rasen, Flachdächer

**Best.-grenze** 0.02  $\mu\text{g/l}$

**AF GSchV** 0.1  $\mu\text{g/l}$

**CQK** -

**AQK** -

**ZV LAWA** 50  $\mu\text{g/l}$

**AF GSchV:** Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung

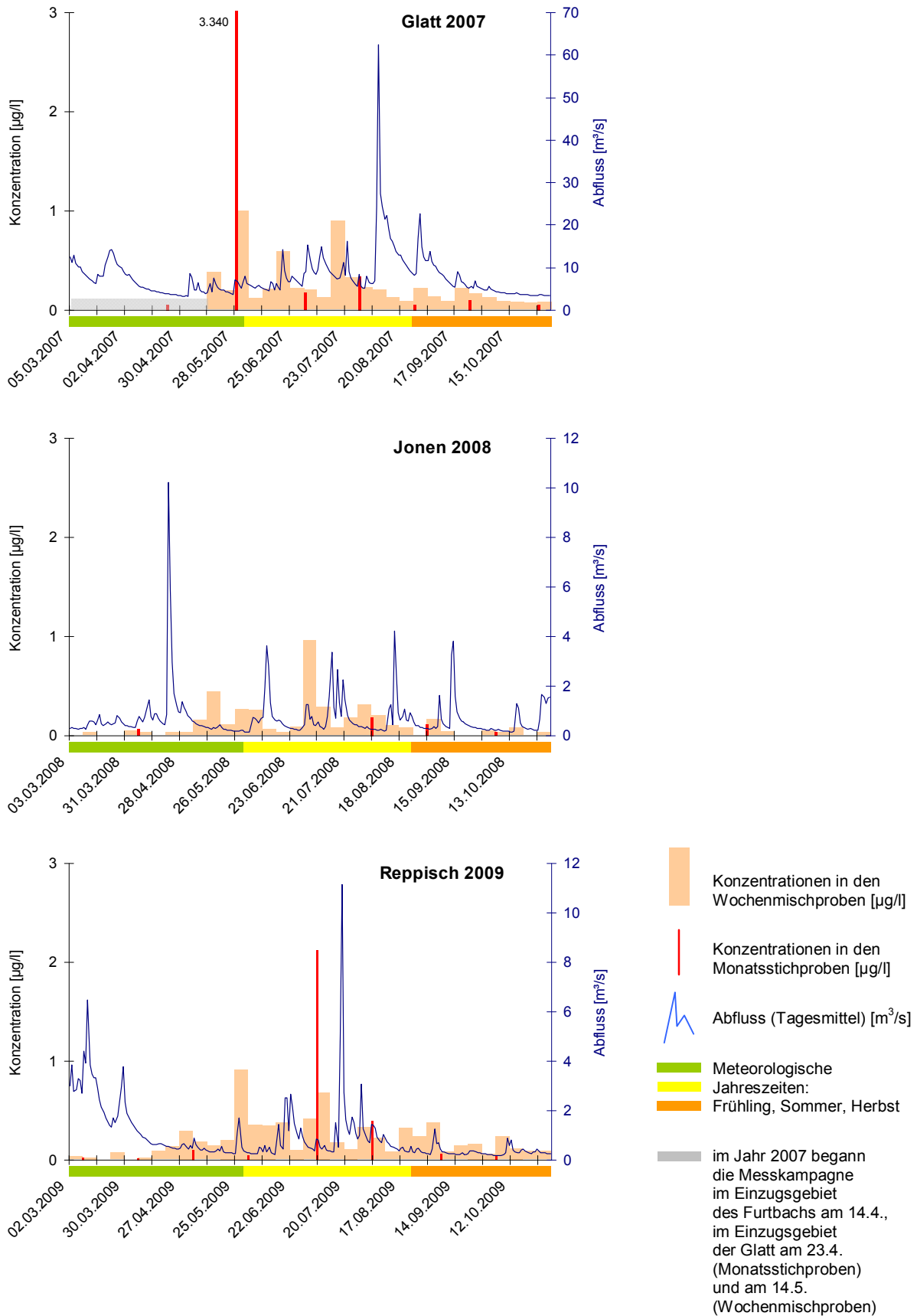
**CQK:** Chronisches Qualitätskriterium

**AQK:** Akutes Qualitätskriterium

**ZV LAWA:** Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

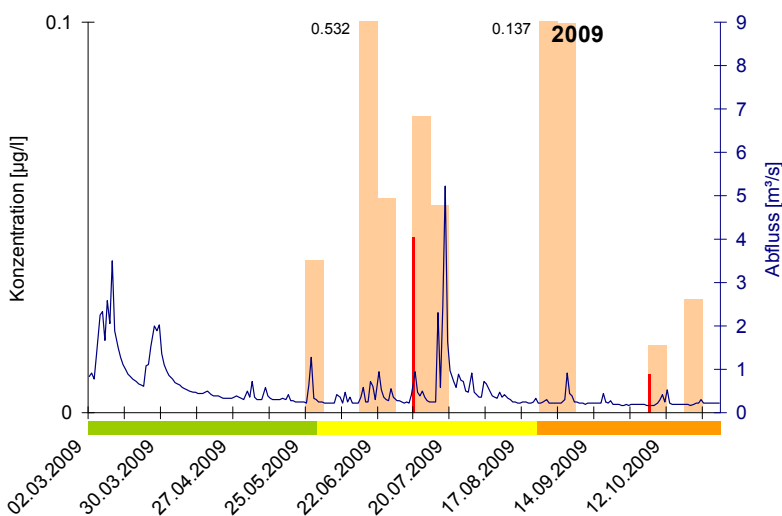
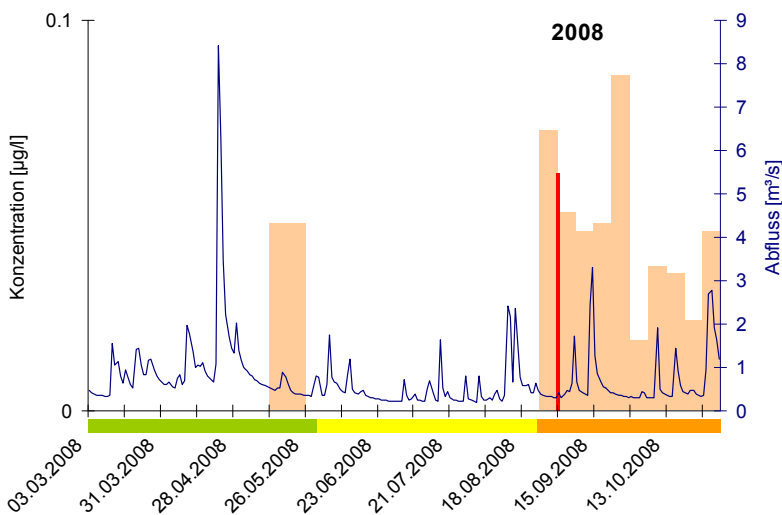
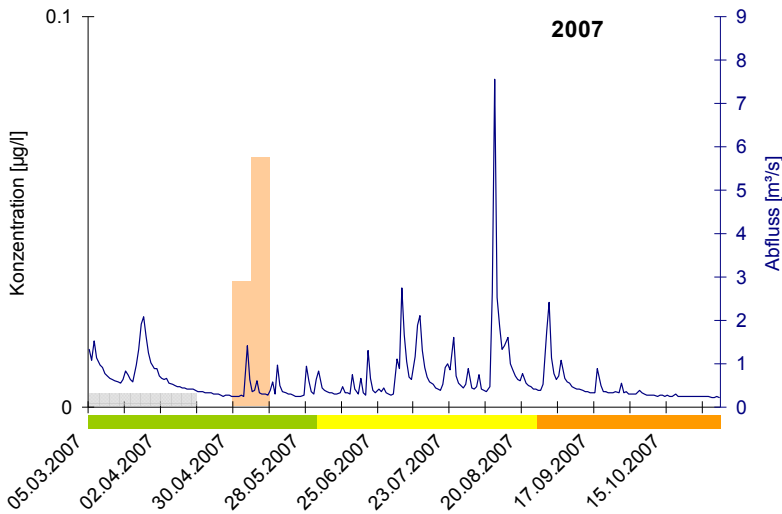
Mecoprop wurde in allen vier Fließgewässern in zum Teil sehr hohen Konzentrationen bis zu 4.15  $\mu\text{g/l}$  nachgewiesen. Tendenziell wurden die höchsten Werte im Sommer gemessen.

■ **Mecoprop (Glatt, Jonen, Reppisch)**





**■ Metalaxyl (Furtbach)**



**Metalaxyl**

**Substanzklasse**

Acylanilid

**Wirkstoffgruppe**

Fungizid

**Einsatzgebiet**

Kartoffeln, Hopfen

**Best.-grenze** 0.01 µg/l

**AF GSchV** 0.1 µg/l

**CQK** -

**AQK** -

**ZV LAWA** -

**AF GSchV:** Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung

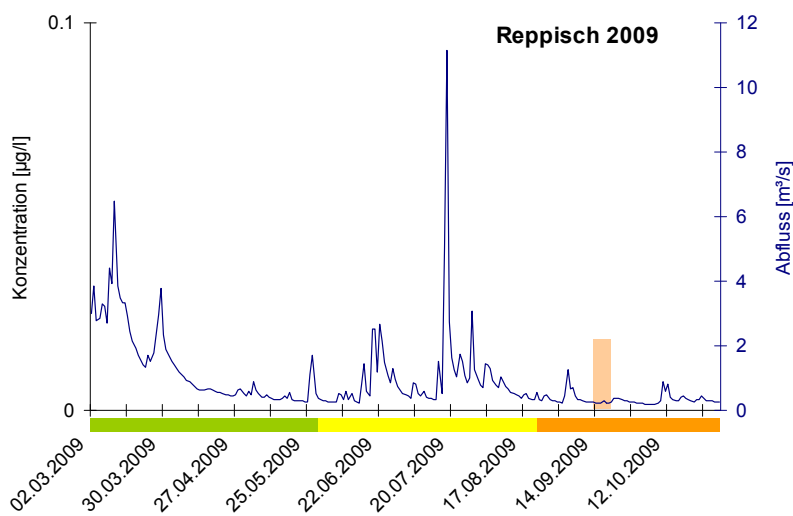
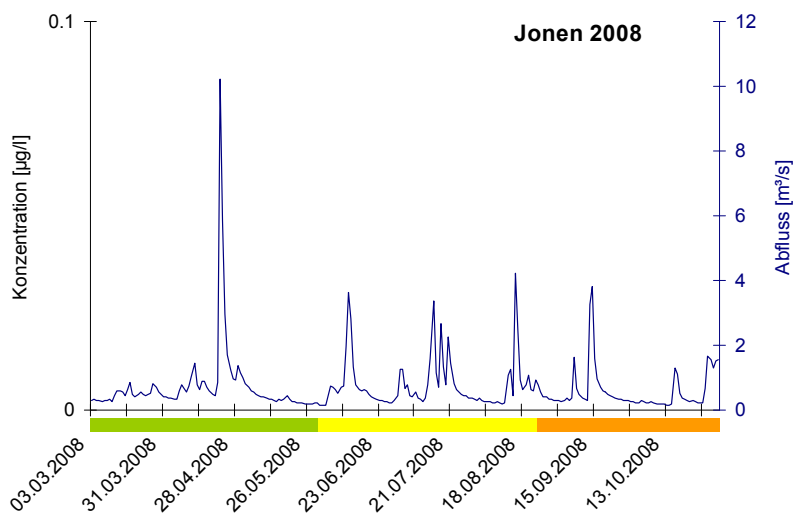
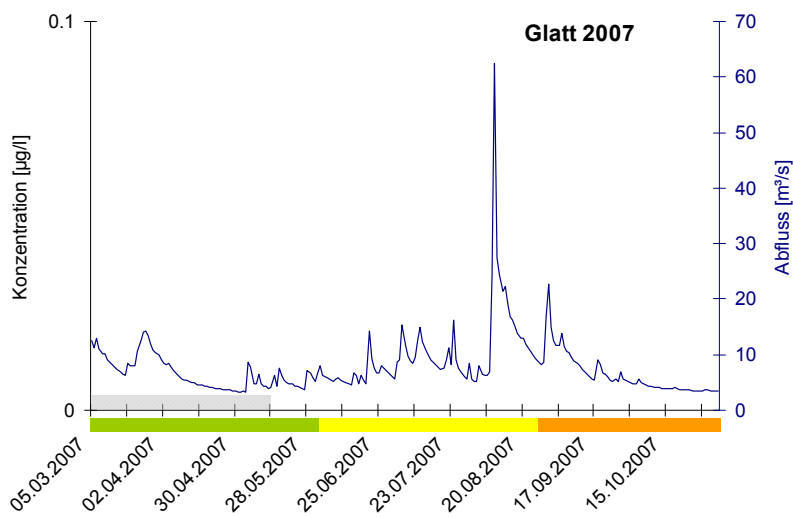
**CQK:** Chronisches Qualitätskriterium







**AQK:** Akutes Qualitätskriterium

**ZV LAWA:** Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

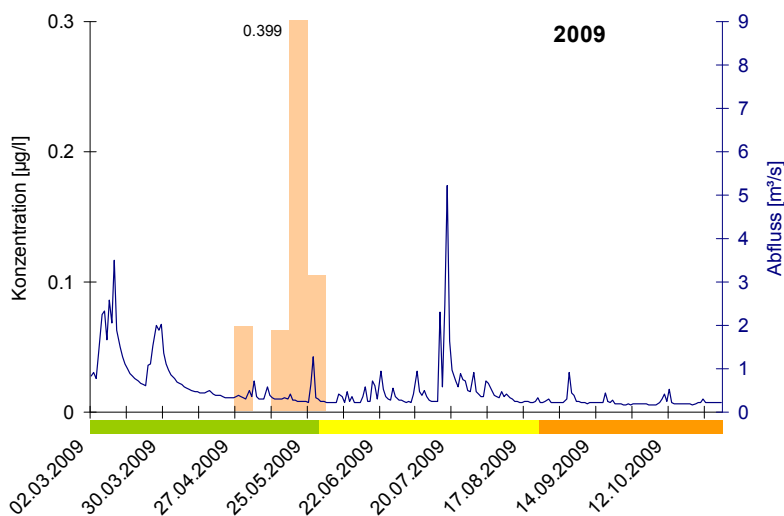
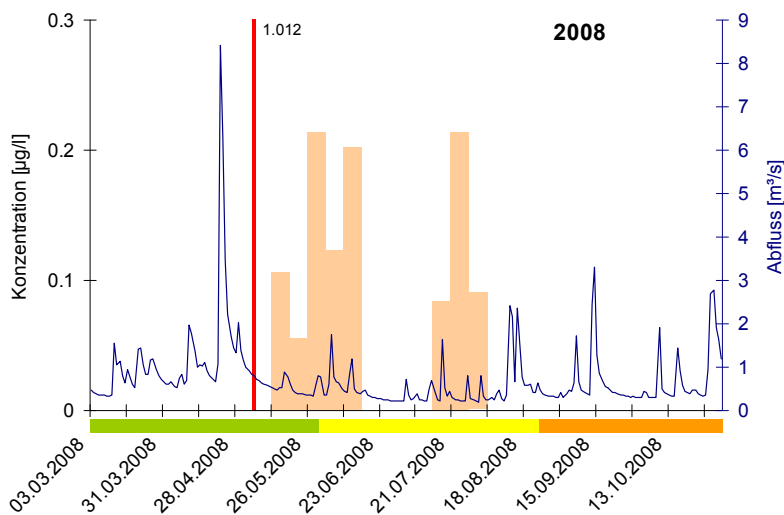
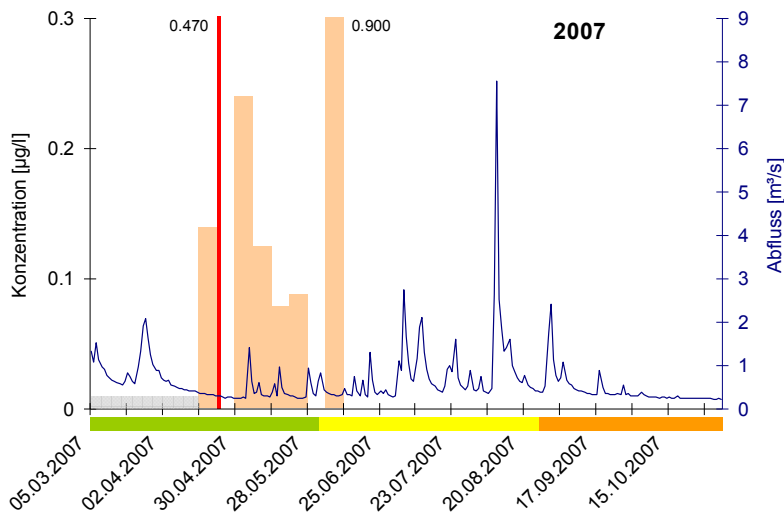
Das Fungizid Metalaxyl wurde in allen drei Untersuchungsperioden im Furtbach gefunden. Es trat vor allem in der zweiten Hälfte des Frühlings und im Herbst auf. Zudem wurde diese Verbindung einmal in der Reppisch nachgewiesen.

■ **Metalaxyl (Glatt, Jonen, Reppisch)**



-  Konzentrationen in den Wochenmischproben [µg/l]
-  Konzentrationen in den Monatsstichproben [µg/l]
-  Abfluss (Tagesmittel) [m³/s]
-  Meteorologische Jahreszeiten:
-  Frühling, Sommer, Herbst
-  im Jahr 2007 begann die Messkampagne im Einzugsgebiet des Furtbachs am 14.4., im Einzugsgebiet der Glatt am 23.4. (Monatsstichproben) und am 14.5. (Wochenmischproben)

■ **Metamitron (Furtbach)**



**Metamitron**

**Substanzklasse**

Triazin

**Wirkstoffgruppe**

Herbizid

**Einsatzgebiet**

Zucker- und Futterrüben

**Best.-grenze** 0.05 µg/l

**AF GSchV** 0.1 µg/l

**CQK** -

**AQK** -

**ZV LAWA** -

*AF GSchV*: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung

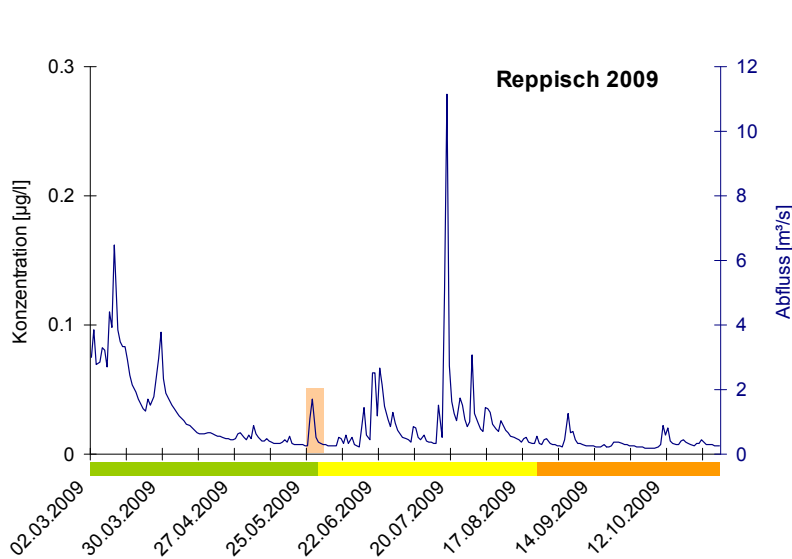
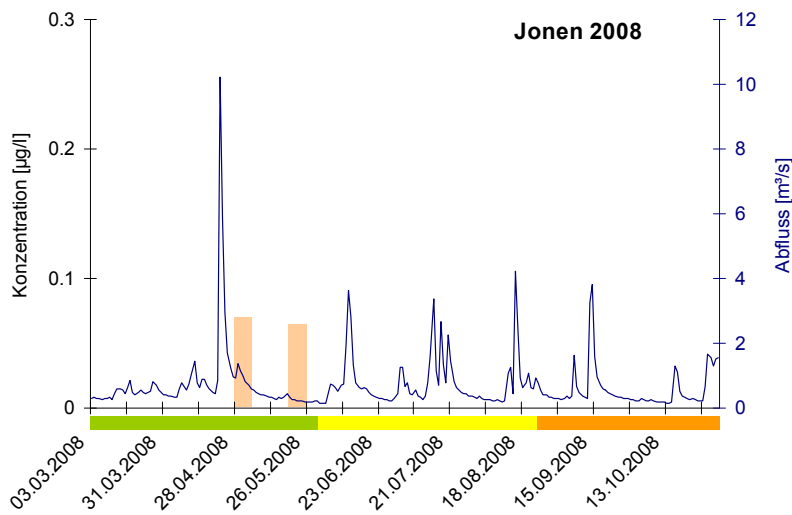
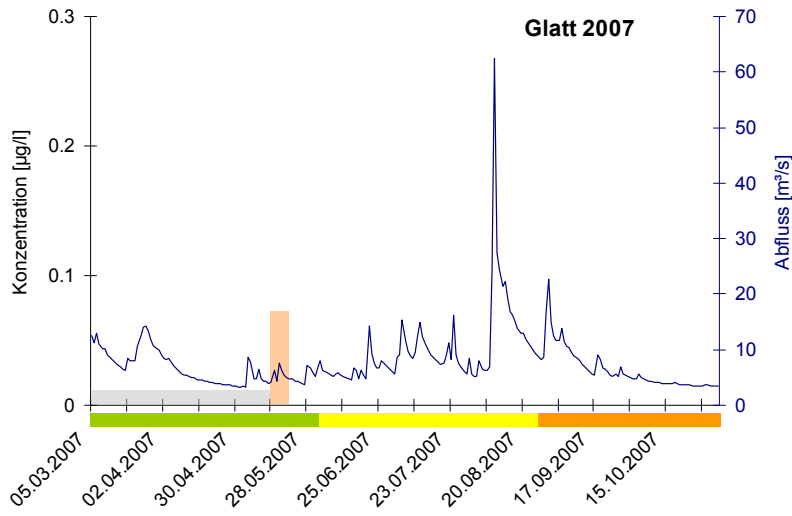
*CQK*: Chronisches Qualitätskriterium







*AQK*: Akutes Qualitätskriterium

*ZV LAWA*: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

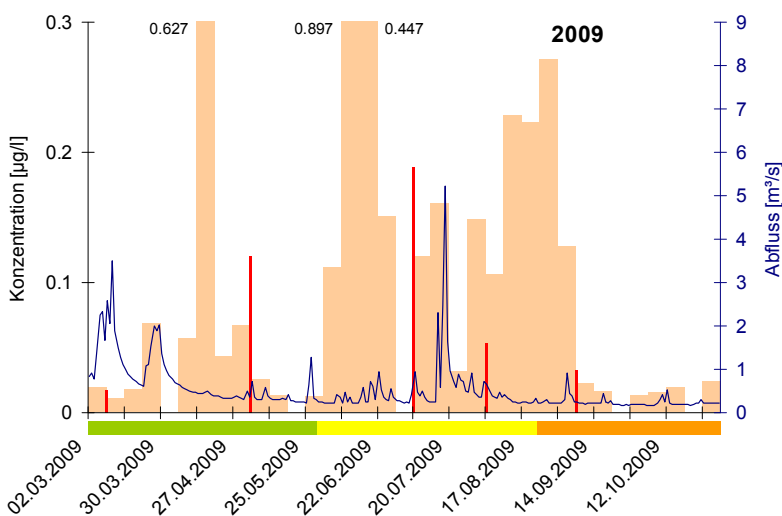
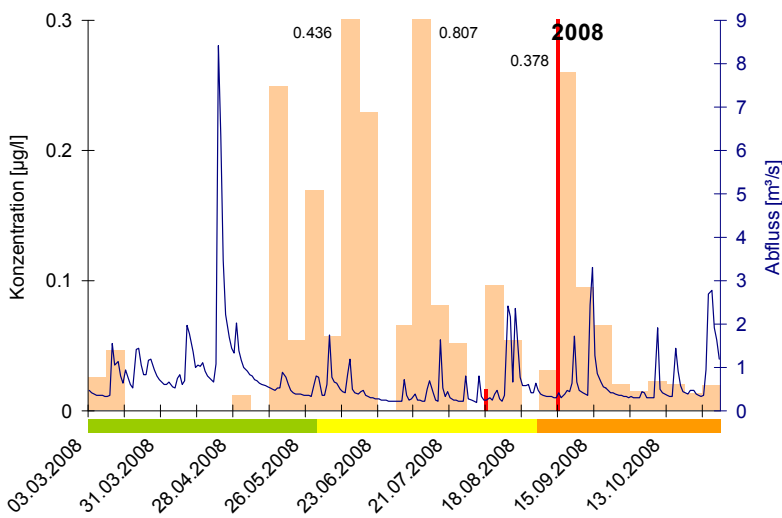
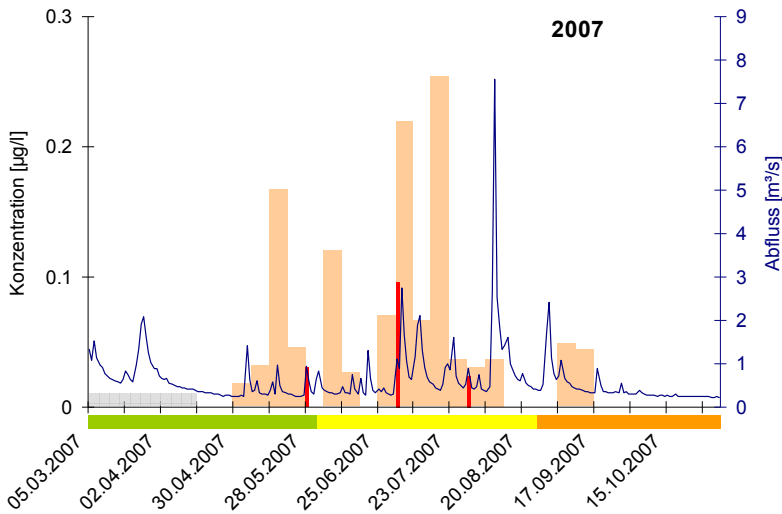
Metamitron scheint nur während den Applikationsphasen in der zweiten Hälfte des Frühlings / anfangs Sommer in den Gewässern aufzutreten. Im Sommer 2008 kam Metamitron im Furttal offenbar noch einmal zur Anwendung. Während in Glatt, Jonen und Reppisch die Konzentrationen unterhalb des Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung lagen, wurde dieser Wert in den Proben des Furtbachs zum Teil um das Zehnfache überschritten.

■ **Metamitron (Glatt, Jonen, Reppisch)**



-  Konzentrationen in den Wochenmischproben [µg/l]
-  Konzentrationen in den Monatsstichproben [µg/l]
-  Abfluss (Tagesmittel) [m³/s]
-  Meteorologische Jahreszeiten:
-  Frühling, Sommer, Herbst
-  im Jahr 2007 begann die Messkampagne im Einzugsgebiet des Furtbachs am 14.4., im Einzugsgebiet der Glatt am 23.4. (Monatsstichproben) und am 14.5. (Wochenmischproben)

■ **Metazachlor (Furtbach)**



**Metazachlor**

**Substanzklasse**  
Chloracetanilid

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

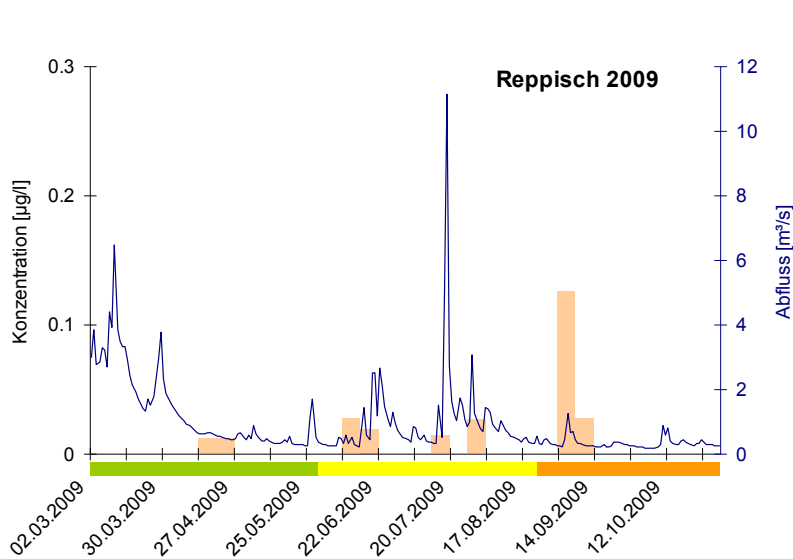
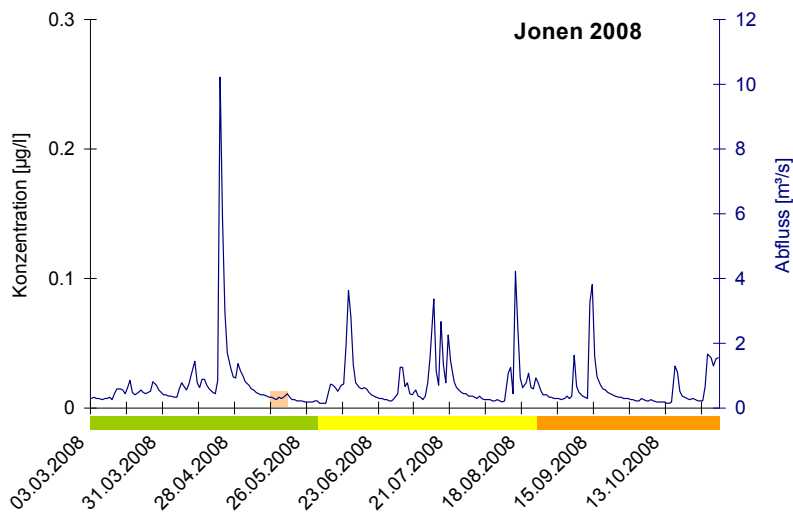
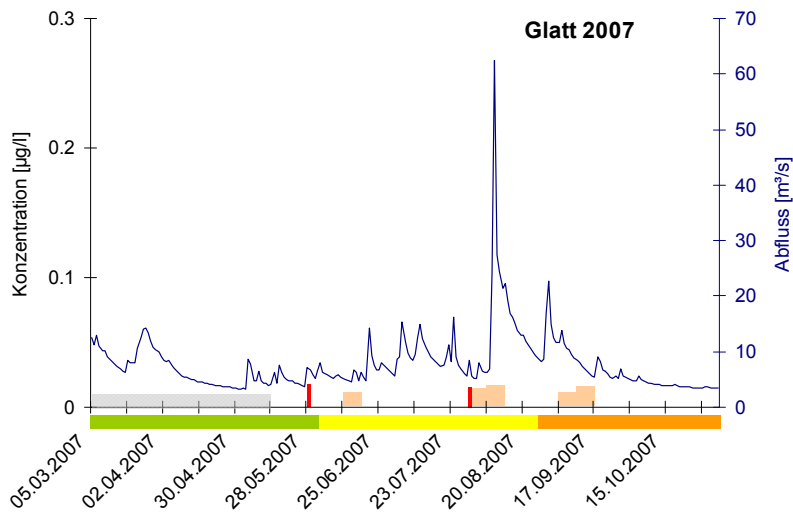
**Einsatzgebiet**  
Raps, Kohl







**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

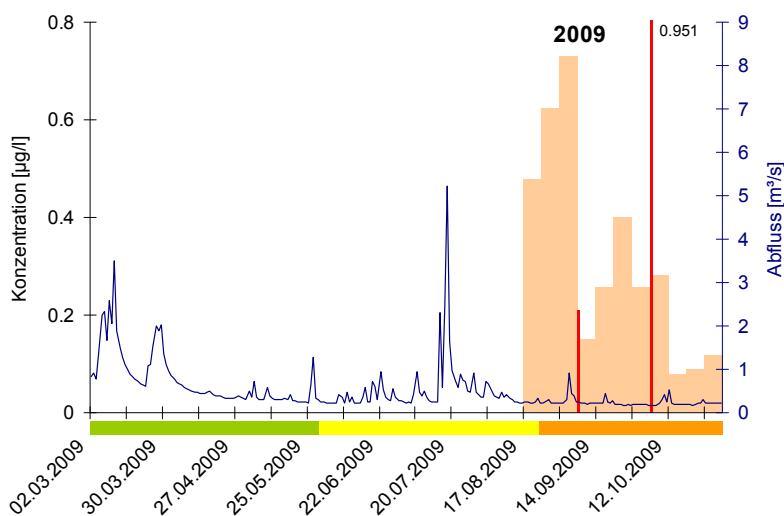
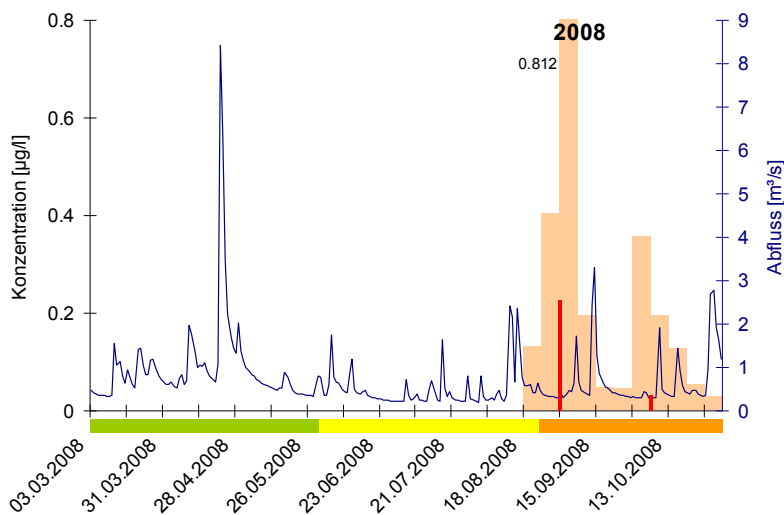
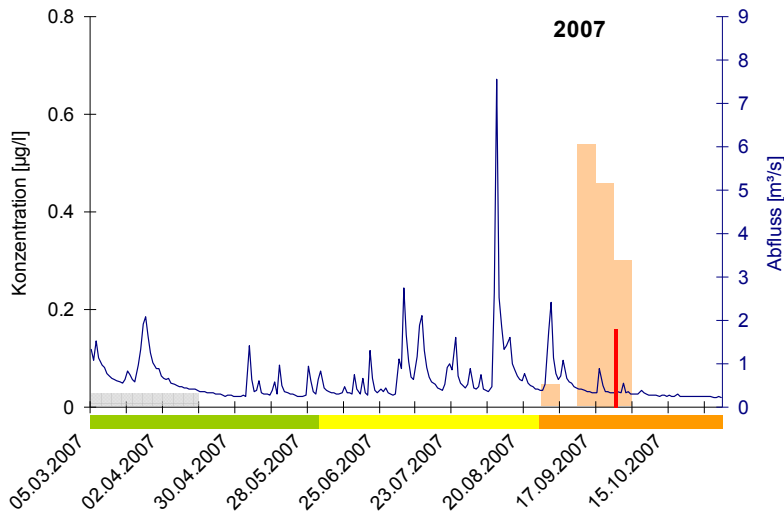
Metazachlor konnte in allen vier Fließgewässern nachgewiesen werden. Während es in Glatt, Jönen und Reppisch nur vereinzelt und in tiefen Konzentrationen gefunden wurde, trat es im Furtbach die ganzen Untersuchungsperioden über in zum Teil hohen Konzentrationen auf, die sowohl den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung als auch das chronische Qualitätskriterium von 0.13 µg/l regelmäßig überschritten.

■ **Metazachlor (Glatt, Jonen, Reppisch)**



-  Konzentrationen in den Wochenmischproben [µg/l]
-  Konzentrationen in den Monatsstichproben [µg/l]
-  Abfluss (Tagesmittel) [m³/s]
-  Meteorologische Jahreszeiten:
-  Frühling, Sommer, Herbst
-  im Jahr 2007 begann die Messkampagne im Einzugsgebiet des Furtbachs am 14.4., im Einzugsgebiet der Glatt am 23.4. (Monatsstichproben) und am 14.5. (Wochenmischproben)

■ **Metobromuron (Furtbach)**



**Metobromuron**

**Substanzklasse**  
Phenylharnstoff

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

**Einsatzgebiet**  
Feldsalat, Kartoffeln

**Best.-grenze** 0.02 µg/l

**AF GSchV** 0.1 µg/l

**CQK** -

**AQK** -

**ZV LAWA** -

**AF GSchV:** Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung








**CQK:** Chronisches Qualitätskriterium

**AQK:** Akutes Qualitätskriterium

**ZV LAWA:** Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

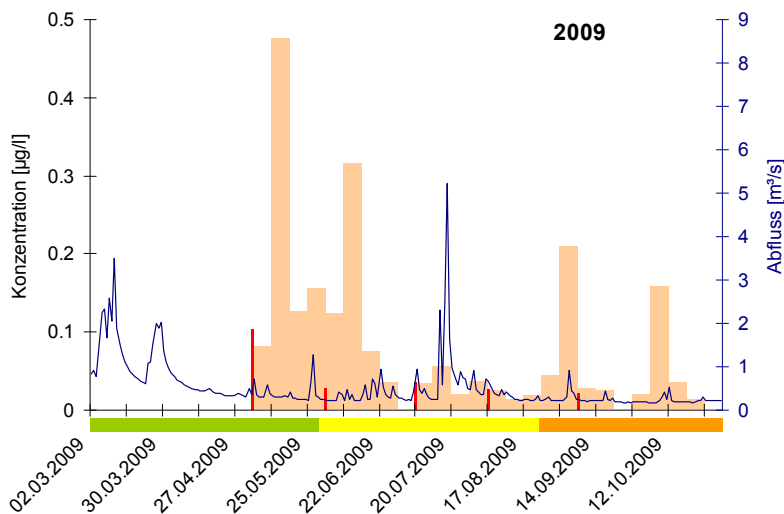
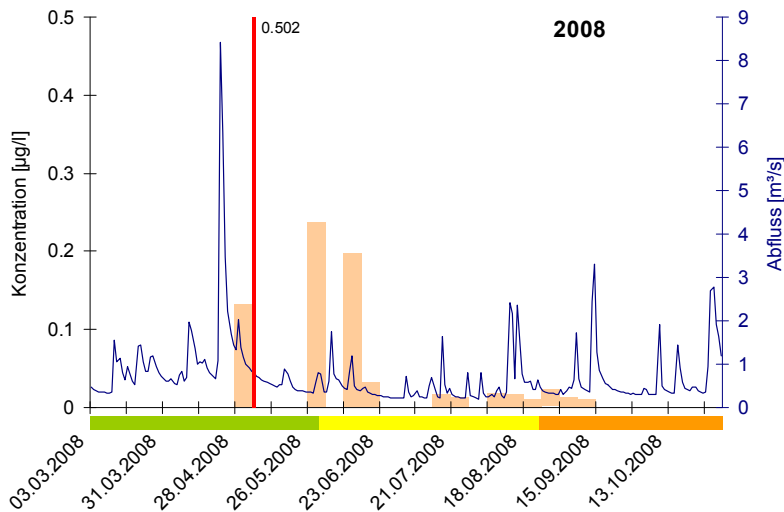
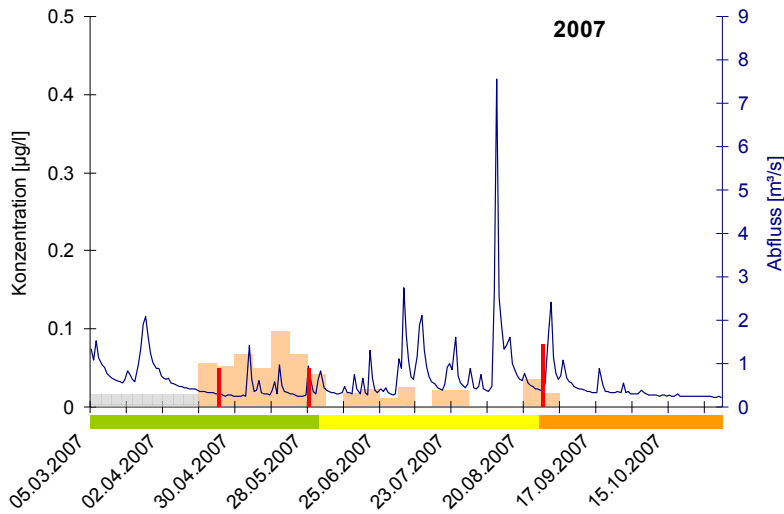
Metobromuron konnte nur im Furtbach nachgewiesen werden, und zwar während des Anbaus von Feldsalat im Herbst. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde dabei in mehr als der Hälfte der Nachweise deutlich überschritten.

■ **Metobromuron (keine Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze in Glatt, Jonen, Reppisch)**

-  Konzentrationen in den Wochenmischproben [ $\mu\text{g/l}$ ]
-  Konzentrationen in den Monatsstichproben [ $\mu\text{g/l}$ ]
-  Abfluss (Tagesmittel) [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]
-  Meteorologische Jahreszeiten:
  -  Frühling, Sommer, Herbst
  - 
-  im Jahr 2007 begann die Messkampagne im Einzugsgebiet des Furtbachs am 14.4., im Einzugsgebiet der Glatt am 23.4. (Monatsstichproben) und am 14.5. (Wochenmischproben)



■ **Metolachlor (Furtbach)**



**Metolachlor**

**Substanzklasse**  
Chloracetanilid

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

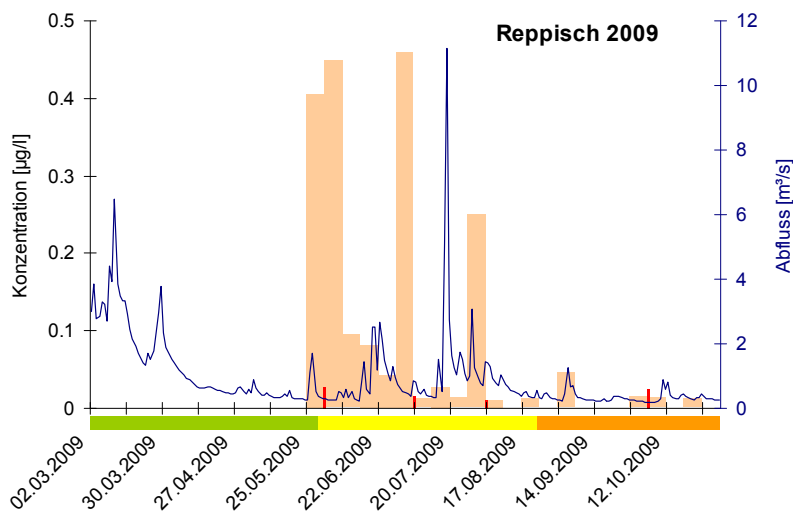
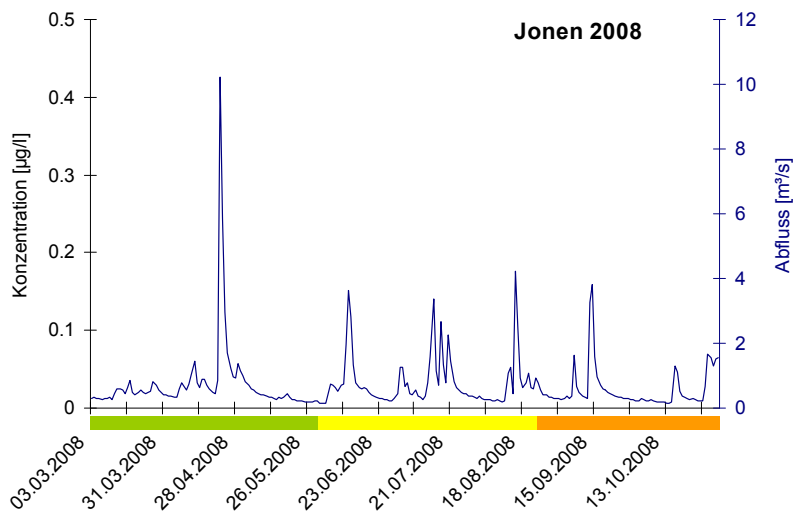
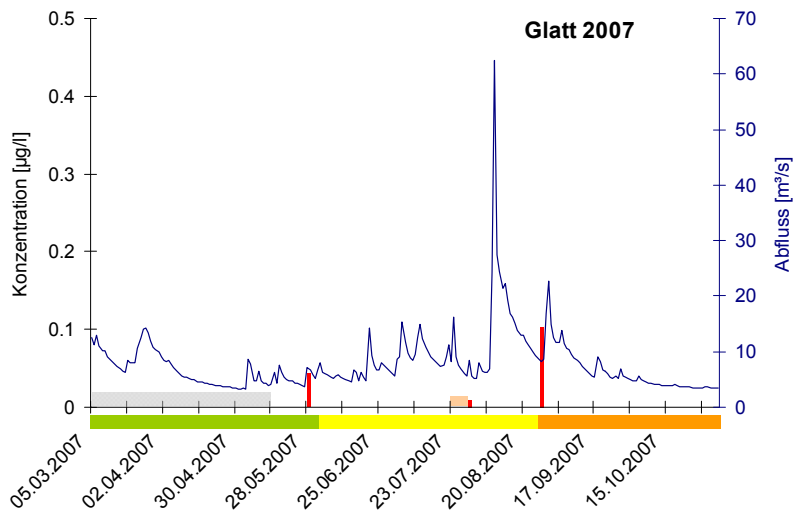
**Einsatzgebiet**  
Mais, Soja, Sonnenblumen, Bohnen







**Best.-grenze** 0.01 µg/l  
**AF GSchV** 0.1 µg/l  
**CQK** 0.3 µg/l  
**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

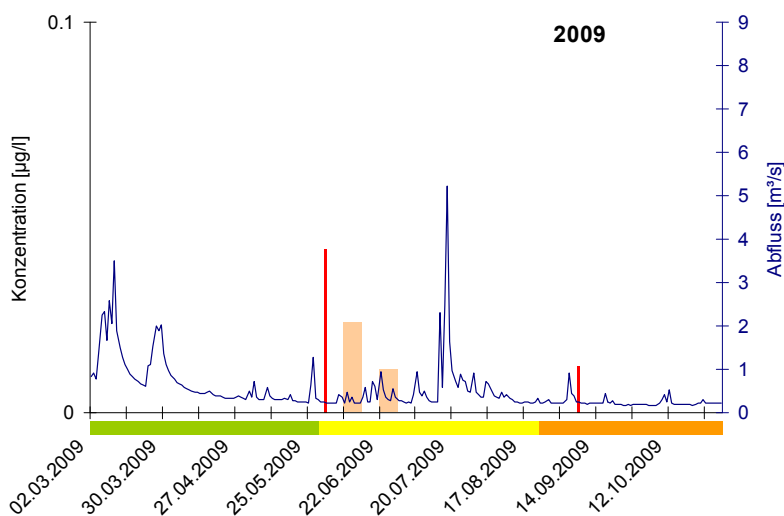
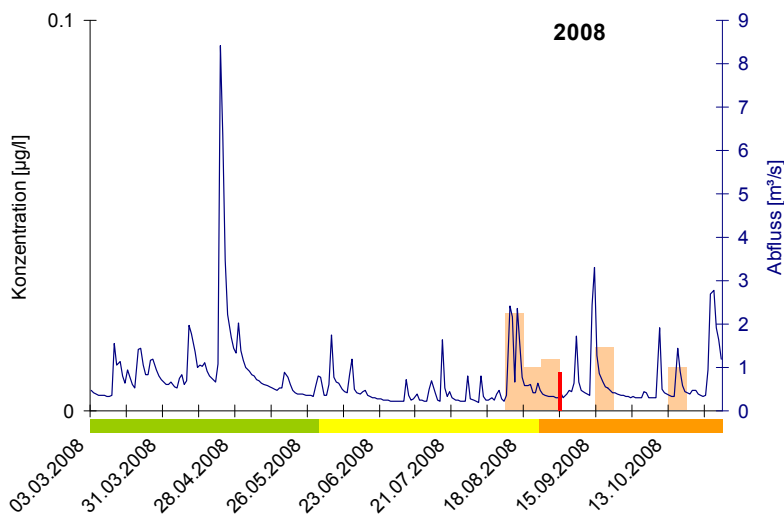
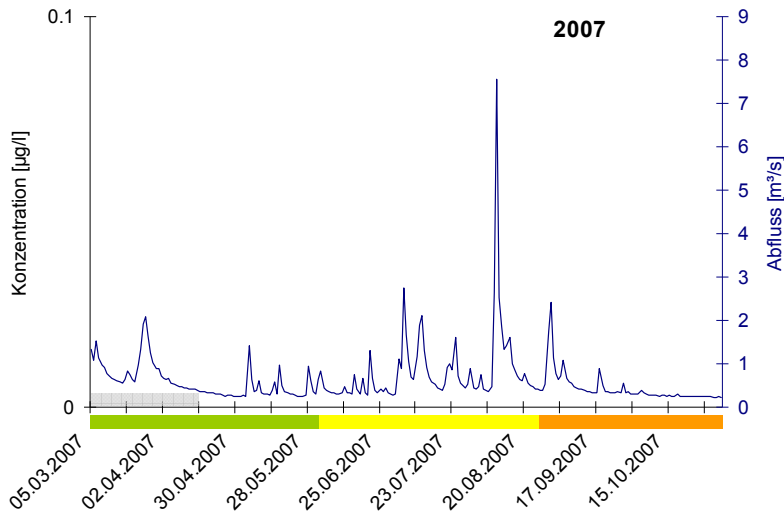
Metolachlor trat im Furtbach in allen drei Untersuchungsperioden auf. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung und das chronische Qualitätskriterium von 0.3 µg/l wurden dabei deutlich überschritten. Ausser im Furtbach konnte Metolachlor in Monatsstich- und Wochenmischproben der Glatt sowie der Reppisch nachgewiesen werden. In drei Wochenmischproben der Reppisch überschritten die Konzentrationen von Metolachlor das chronische Qualitätskriterium.

■ **Metolachlor (Glatt, Jonen, Reppisch)**



-  Konzentrationen in den Wochenmischproben [µg/l]
-  Konzentrationen in den Monatsstichproben [µg/l]
-  Abfluss (Tagesmittel) [m³/s]
-  Meteorologische Jahreszeiten:
-  Frühling, Sommer, Herbst
-  im Jahr 2007 begann die Messkampagne im Einzugsgebiet des Furtbachs am 14.4., im Einzugsgebiet der Glatt am 23.4. (Monatsstichproben) und am 14.5. (Wochenmischproben)

■ **Oxadixyl (Furtbach)**



**Oxadixyl**

**Substanzklasse**

Acylanilid

**Wirkstoffgruppe**

Fungizid

**Einsatzgebiet**

Reben, Kartoffeln, Tabak

**Best.-grenze** 0.01 µg/l

**AF GSchV** 0.1 µg/l

**CQK** -

**AQK** -

**ZV LAWA** -

**AF GSchV:** Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung

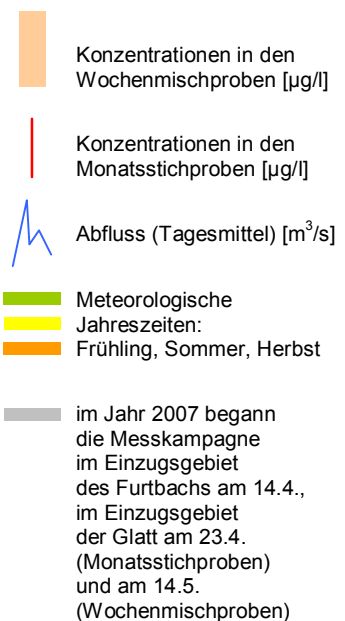
**CQK:** Chronisches Qualitätskriterium

**AQK:** Akutes Qualitätskriterium

**ZV LAWA:** Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Oxadixyl konnte in den Jahren 2008 und 2009 in den Proben des Furtbachs nachgewiesen werden, wobei der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung nie überschritten wurde. In der Glatt, der Jonen und der Reppisch konnte die Verbindung nie oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden.

■ **Oxadixyl (keine Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze in Glatt, Jonen, Rep-pisch)**



■ **Penconazol (keine Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze im Furtbach)**

**Penconazol**

**Substanzklasse**  
Triazol

**Wirkstoffgruppe**  
Fungizid

**Einsatzgebiet**  
Reben, Kernobst

**Best.-grenze** 0.01 µg/l

**AF GSchV** 0.1 µg/l

**CQK** -

**AQK** -

**ZV LAWA** -

*AF GSchV*: Anforderungswert der  
Gewässerschutzverordnung

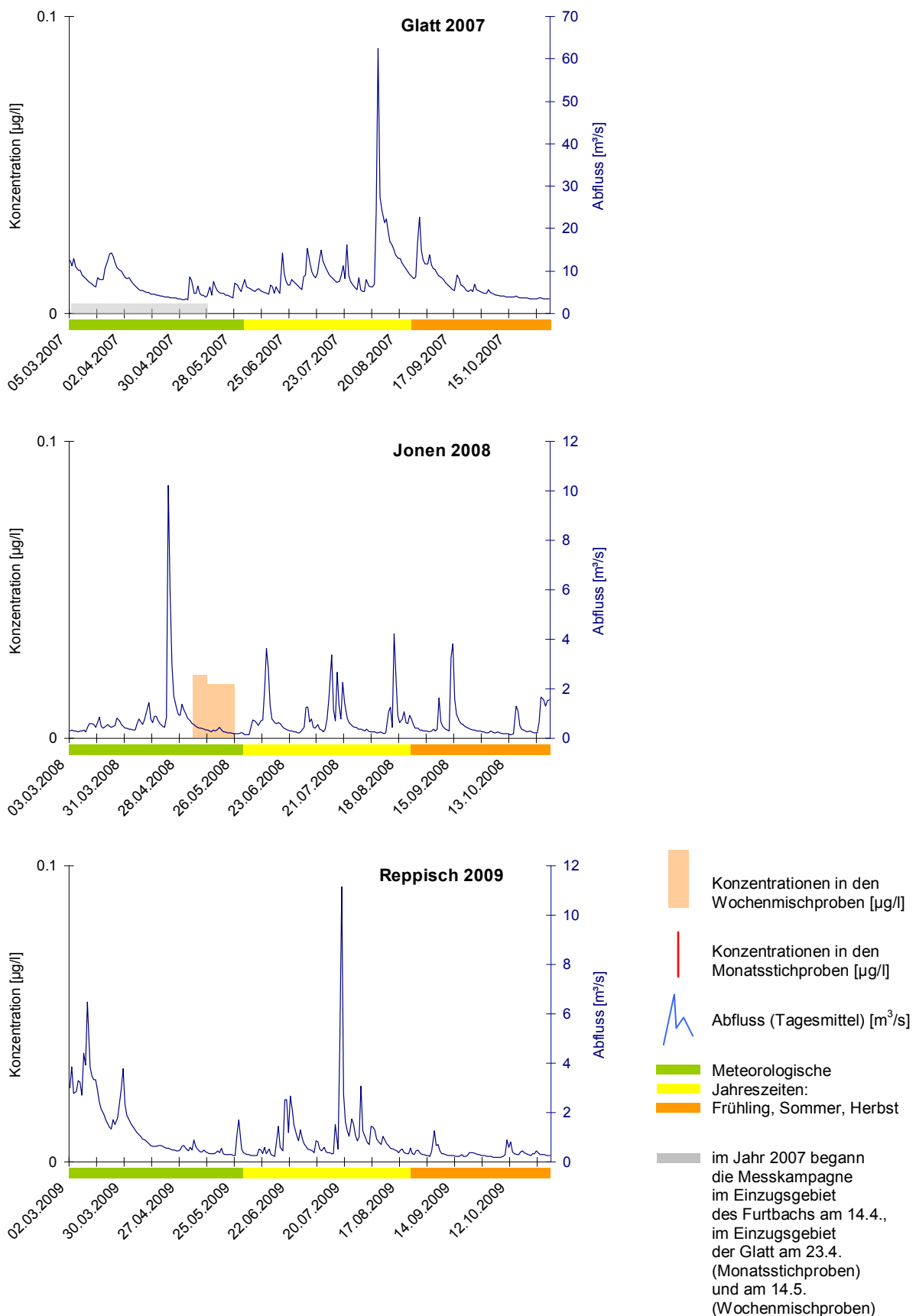
*CQK*: Chronisches Qualitätskriterium

*AQK*: Akutes Qualitätskriterium

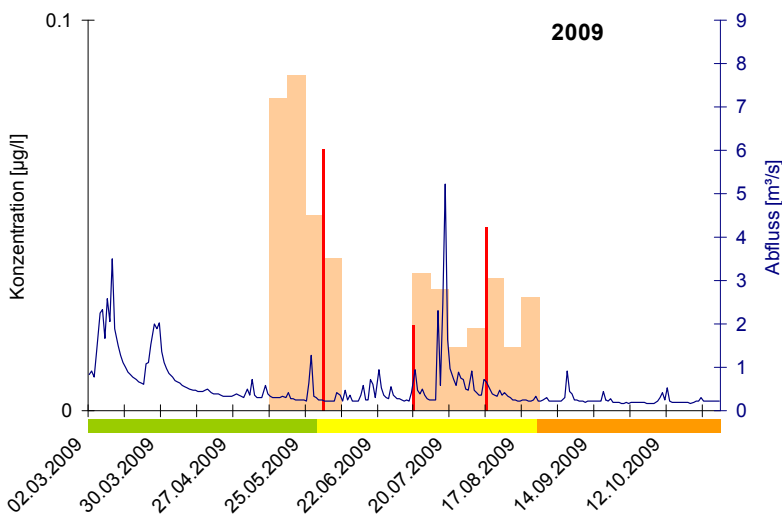
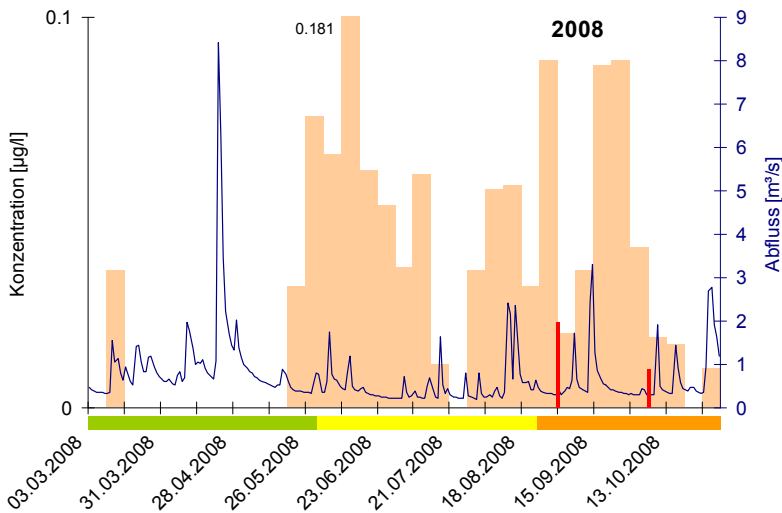
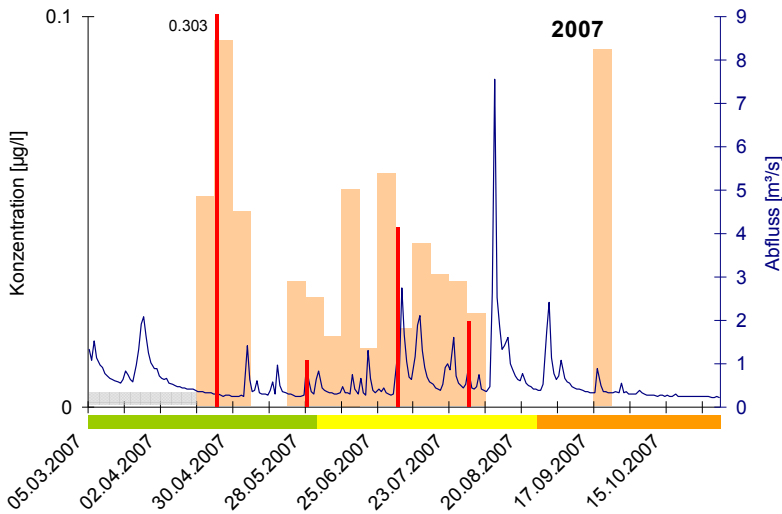
*ZV LAWA*: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Penconazol wurde lediglich in drei aufeinanderfolgenden Wochenmischproben der Jonen nachgewiesen, und zwar in Konzentrationen unterhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung.

■ **Penconazol (Glatt, Jonen, Furtbach)**



■ **Pirimicarb (Furtbach)**



**Pirimicarb**

**Substanzklasse**  
Carbamat

**Wirkstoffgruppe**  
Insektizid

**Einsatzgebiet**  
Blattläuse

**Best.-grenze** 0.01 µg/l

**AF GSchV** 0.1 µg/l

**CQK** -

**AQK** -

**ZV LAWA** -

**AF GSchV:** Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung

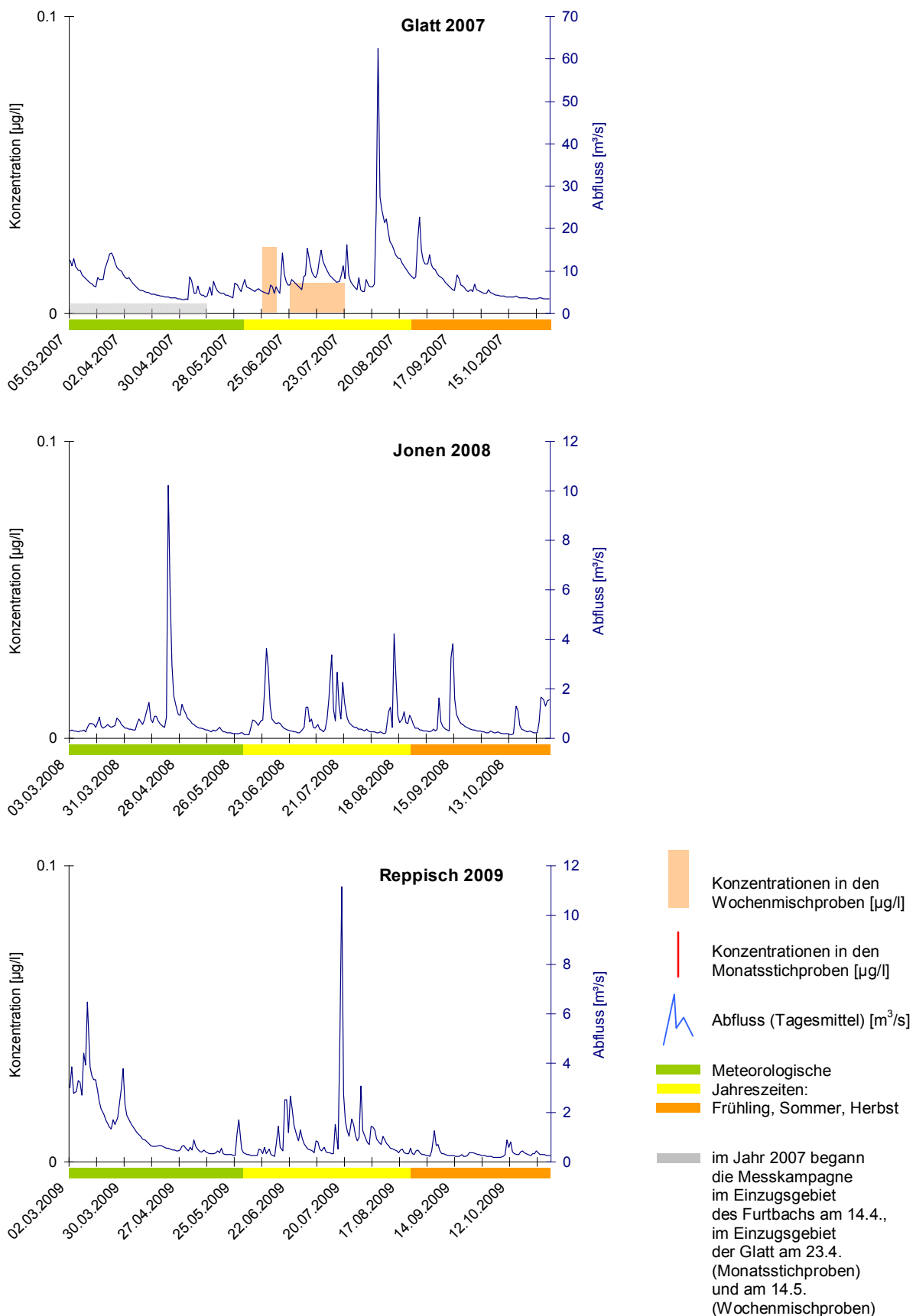
**CQK:** Chronisches Qualitätskriterium

**AQK:** Akutes Qualitätskriterium

**ZV LAWA:** Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

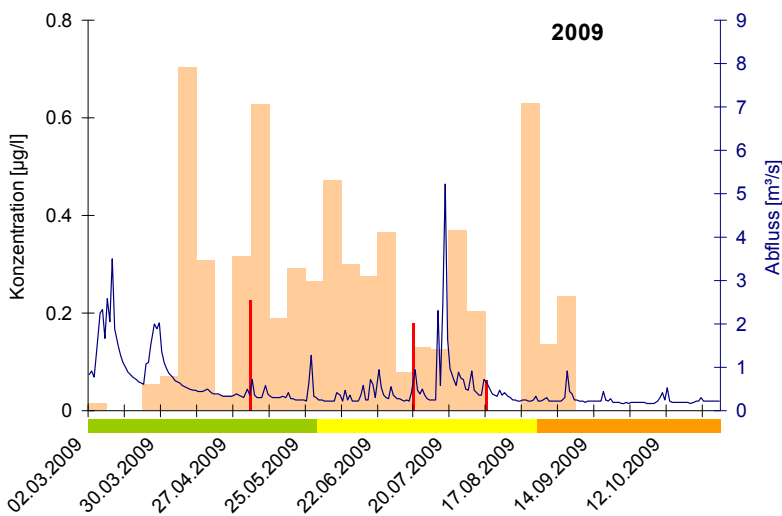
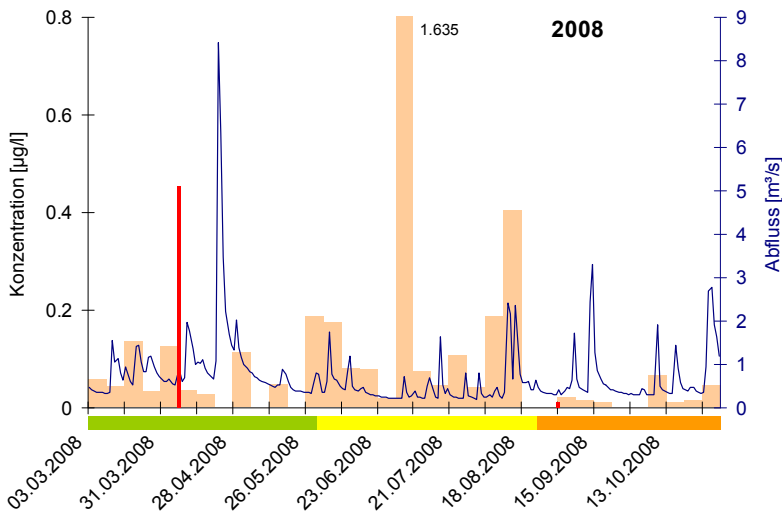
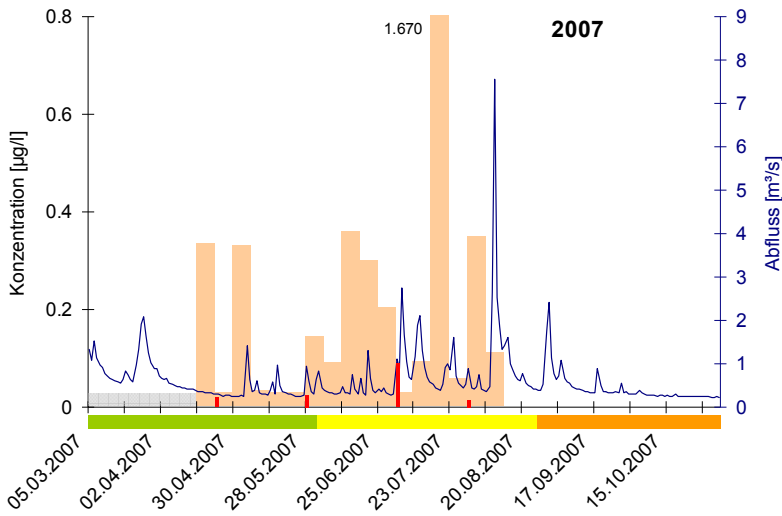
Pirimicarb wurde im Furtbach regelmässig gefunden, wobei die Konzentration einer Monatsstichprobe und diejenige einer Wochenmischprobe oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung lagen. Ausser im Furtbach wurde Pirimicarb nur noch in tiefen Konzentrationen in der Glatt nachgewiesen.

■ **Pirimicarb (Glatt, Jonen, Furtbach)**





## ■ Propachlor (Furtbach)



### Propachlor

**Substanzklasse**  
Chloracetanilid

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

**Einsatzgebiet**  
Kohl, Raps, Lauch, Fenchel, Radis-  
chen

**Best.-grenze** 0.01 µg/l

**AF GSchV** 0.1 µg/l

**CQK** 0.09 µg/l

**AQK** 1.4 µg/l

**ZV LAWA** -

**AF GSchV:** Anforderungswert der  
Gewässerschutzverordnung

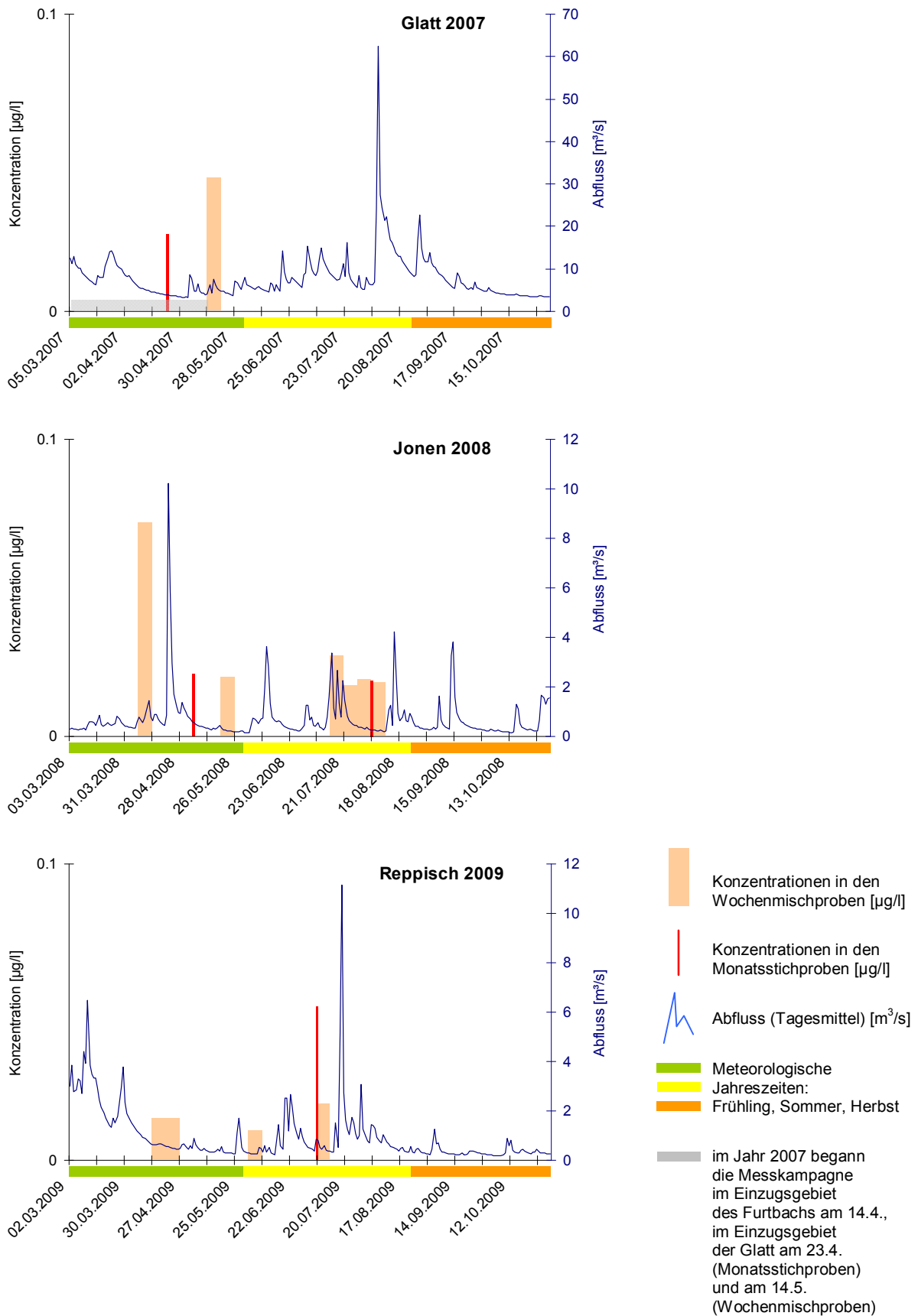
**CQK:** Chronisches Qualitätskriteri-  
um

**AQK:** Akutes Qualitätskriterium

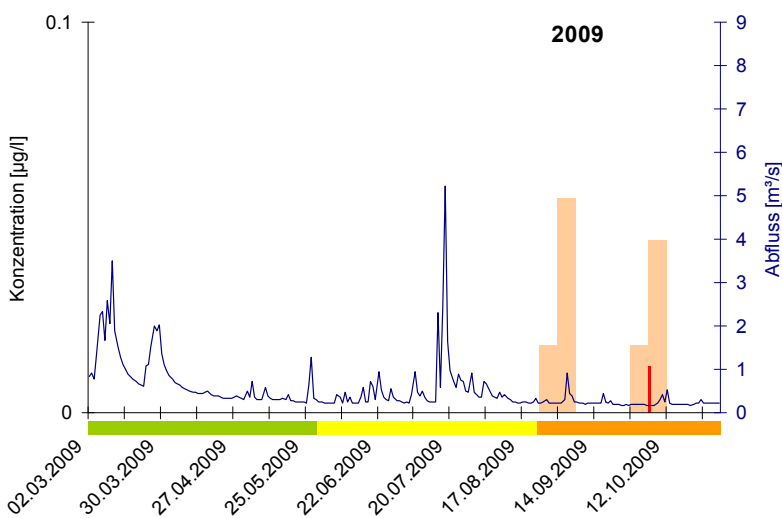
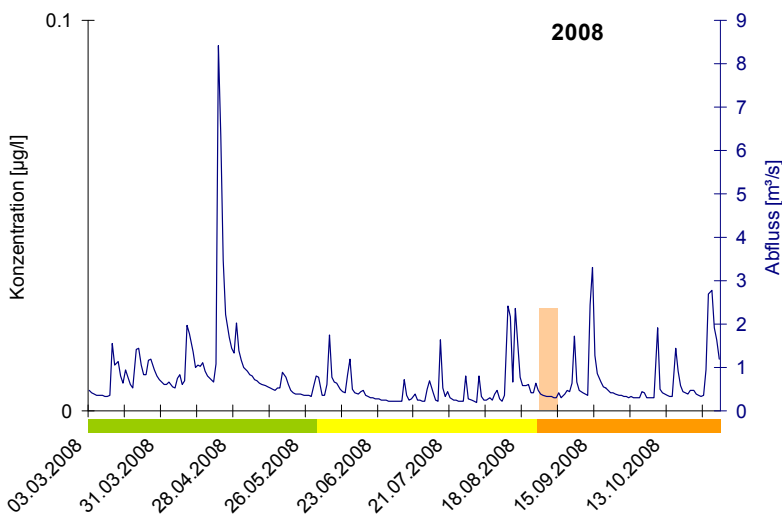
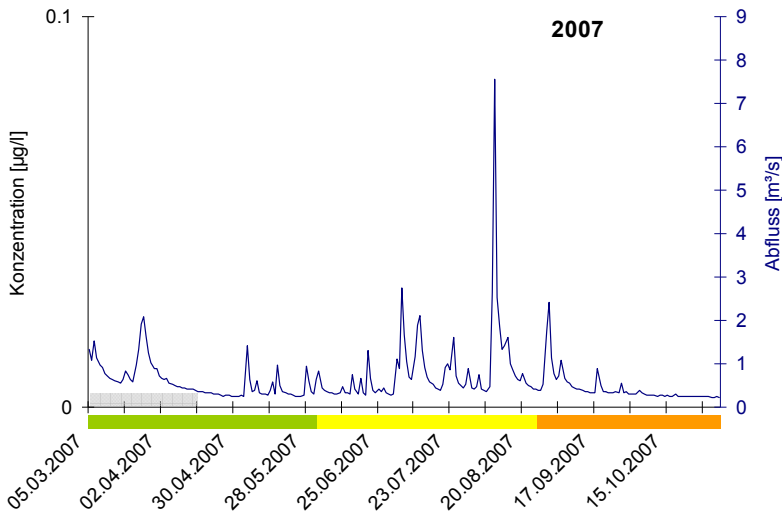
**ZV LAWA:** Zielvorgabe Länderar-  
beitsgemeinschaft Wasser

Propachlor zeigte im Furtbach von  
Ende März bis Anfang September  
immer wieder hohe Konzentrations-  
spitzen. Das chronische Qualitätskri-  
terium wurde in diesem Zeitraum oft  
überschritten, das akute Qualitäts-  
kriterium in den Julimonaten 2007  
und 2008 je einmal. Auch in der  
Glatt, der Jone und der Reppisch  
wurde Propachlor vereinzelt nach-  
gewiesen, allerdings in Konzentri-  
ationen unterhalb des Anforderungs-  
werts der Gewässerschutzverord-  
nung.

■ **Propachlor (Glatt, Jonen, Reppisch)**



**■ Propiconazol (Furtbach)**



**Propiconazol**

**Substanzklasse**  
Triazol

**Wirkstoffgruppe**  
Fungizid

**Einsatzgebiet**  
gegen Gelbrost, Braunrost, Mehltau

**Best.-grenze** 0.01 µg/l

**AF GSchV** 0.1 µg/l

**CQK** -

**AQK** -

**ZV LAWA** -

**AF GSchV:** Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung

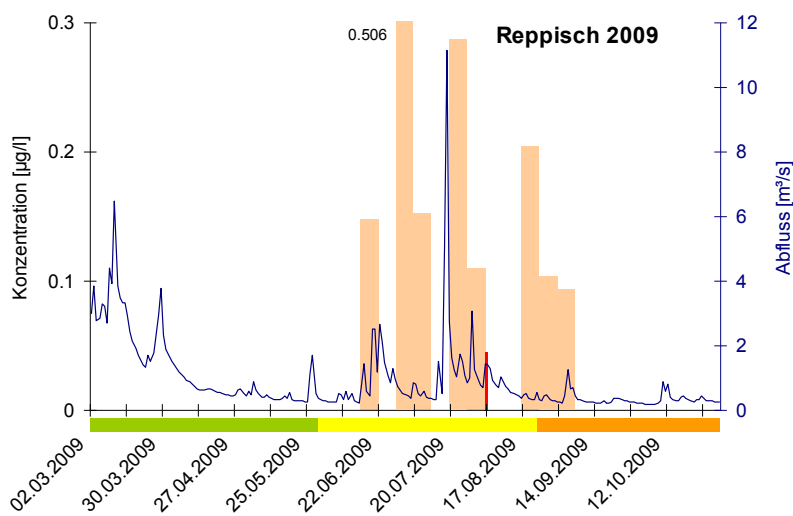
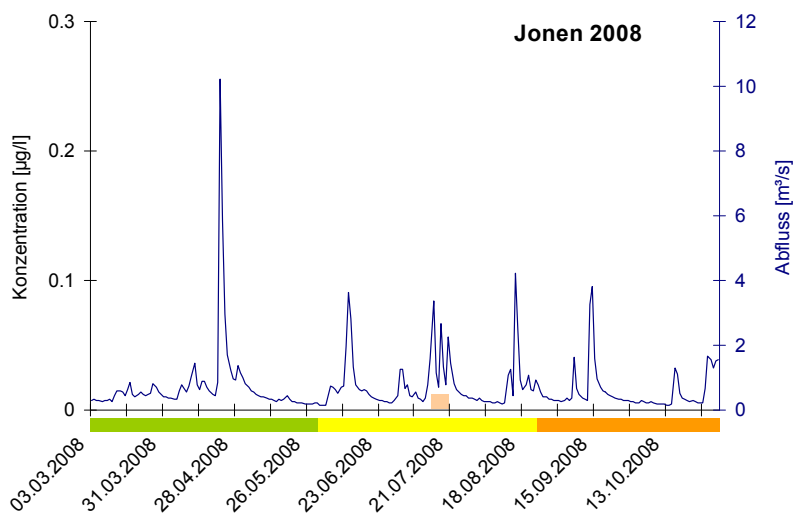
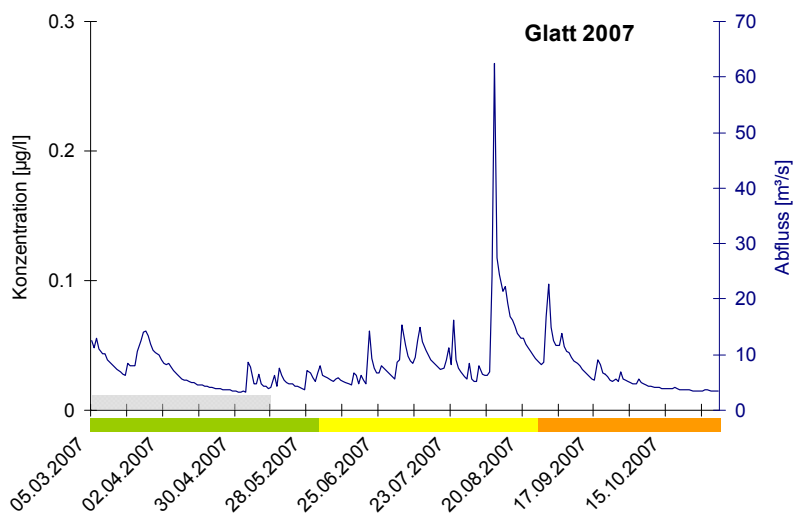
**CQK:** Chronisches Qualitätskriterium







**AQK:** Akutes Qualitätskriterium

**ZV LAWA:** Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

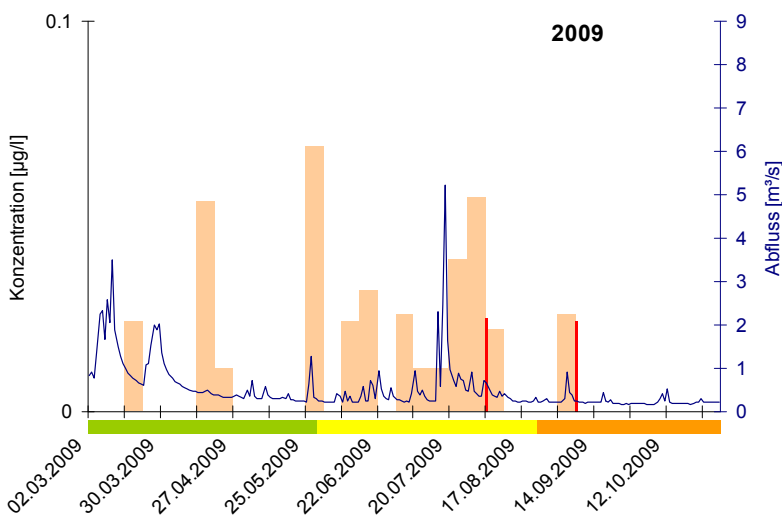
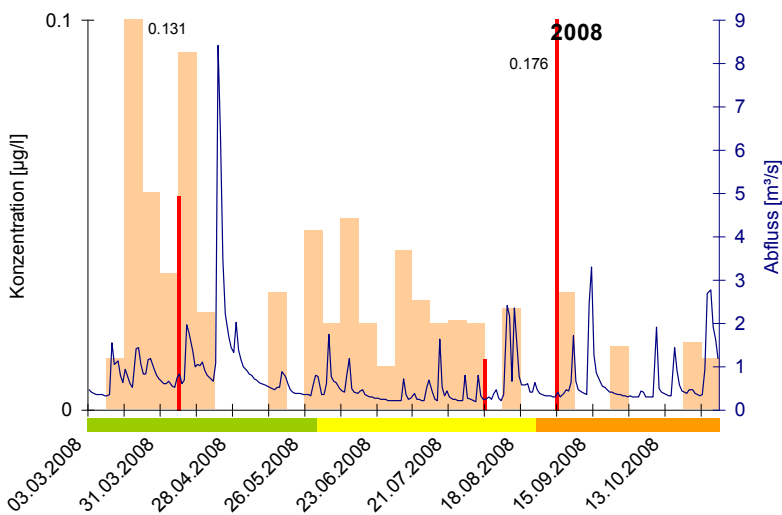
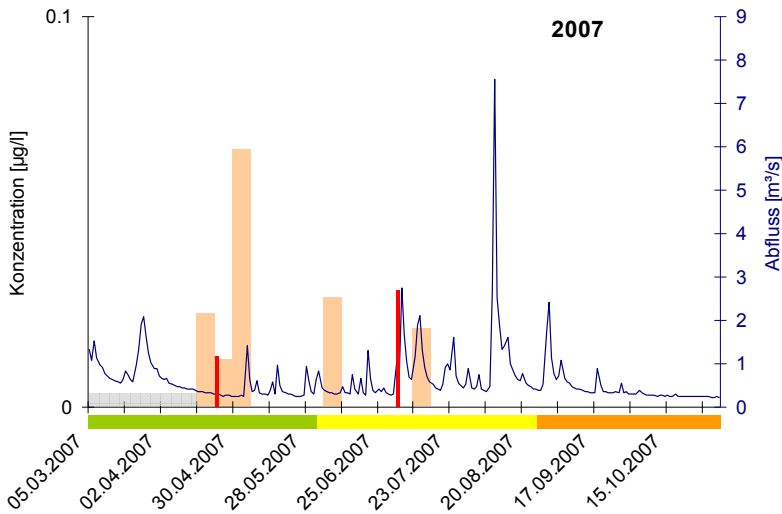
Propiconazol wurde in den Jahren 2008 und 2009 im Furtbach, im Jahr 2008 in der Jonen und im Jahr 2009 in der Reppisch gefunden. Die Konzentrationen in den Proben der Reppisch überschritten in den meisten Fällen den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung, wobei das Maximum bei 0.506 µg/l lag.

■ **Propiconazol (Glatt, Jonen, Reppisch)**



-  Konzentrationen in den Wochenmischproben [µg/l]
-  Konzentrationen in den Monatsstichproben [µg/l]
-  Abfluss (Tagesmittel) [m³/s]
-  Meteorologische Jahreszeiten:
-  Frühling, Sommer, Herbst
-  im Jahr 2007 begann die Messkampagne im Einzugsgebiet des Furtbachs am 14.4., im Einzugsgebiet der Glatt am 23.4. (Monatsstichproben) und am 14.5. (Wochenmischproben)

■ **Simazin (Furtbach)**



**Simazin**

**Substanzklasse**  
Triazin

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

**Einsatzgebiet**  
Kernobst, Gemüse, Beeren, Mais

<b>Best.-grenze</b>	0.01 µg/l
<b>AF GSchV</b>	0.1 µg/l
<b>CQK</b>	2.8 µg/l
<b>AQK</b>	23 µg/l
<b>ZV LAWA</b>	0.1 µg/l

**AF GSchV:** Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung

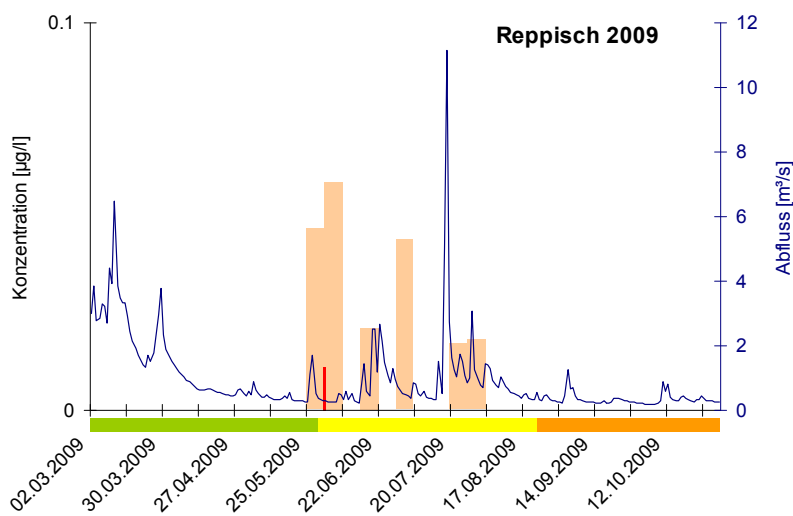
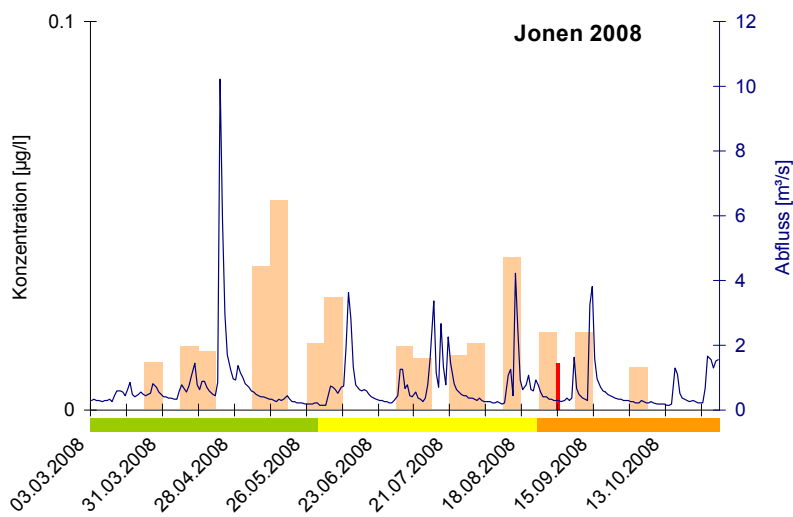
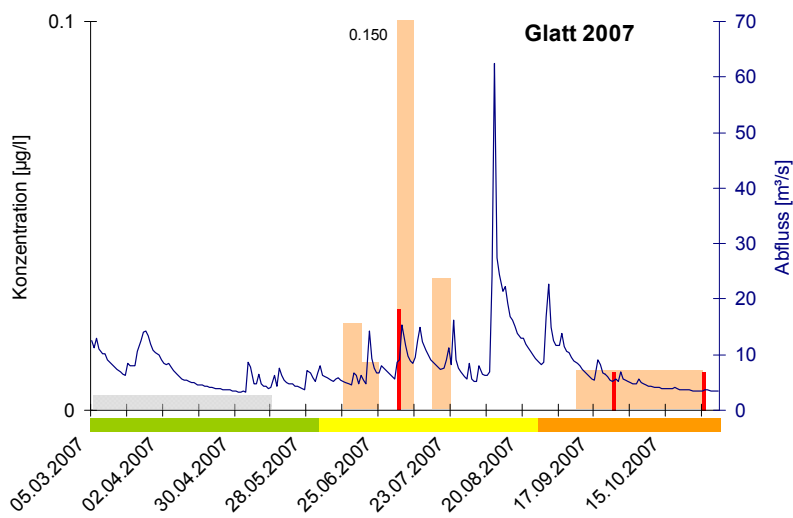
**CQK:** Chronisches Qualitätskriterium







**AQK:** Akutes Qualitätskriterium

**ZV LAWA:** Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

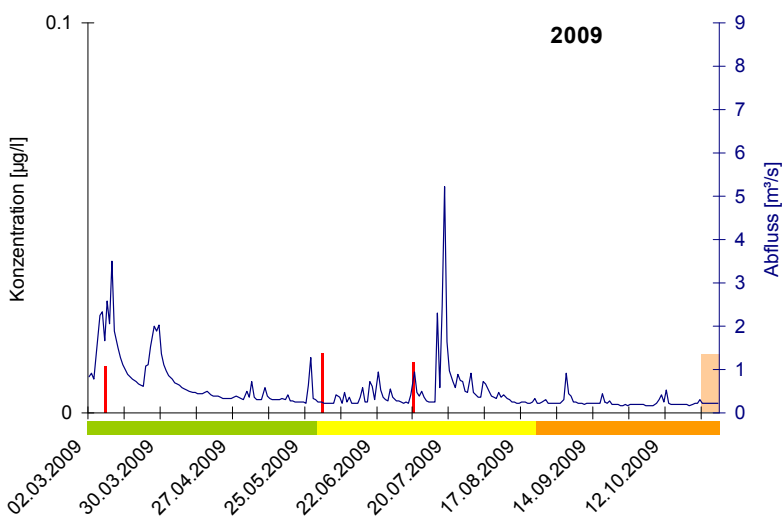
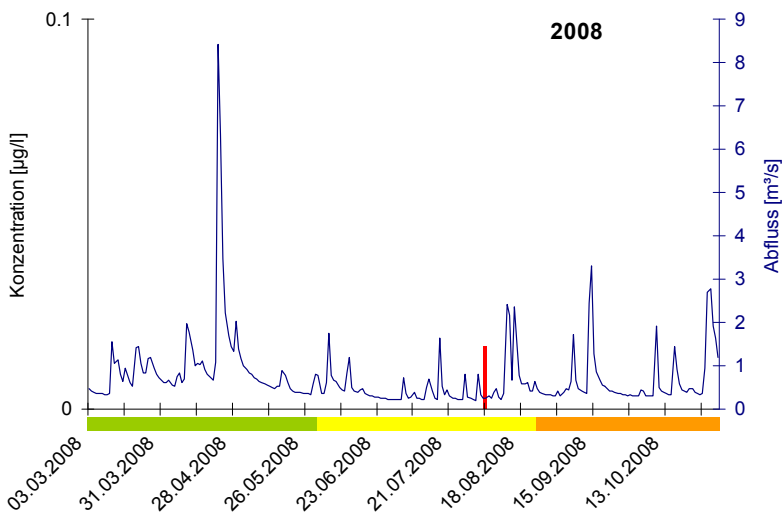
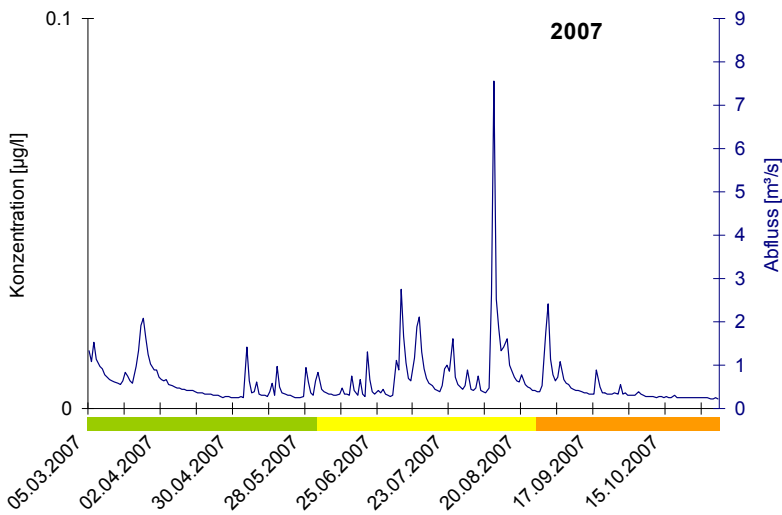
Simazin war in allen vier Fließgewässern oberhalb der Bestimmungsgrenze nachweisbar, und zwar zu verschiedenen Jahreszeiten. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde dreimal überschritten, sonst lagen die Konzentrationen immer unterhalb 0.1 µg/l.

■ **Simazin (Glatt, Jonen, Reppisch)**



-  Konzentrationen in den Wochenmischproben [µg/l]
-  Konzentrationen in den Monatsstichproben [µg/l]
-  Abfluss (Tagesmittel) [m³/s]
-  Meteorologische Jahreszeiten:
-  Frühling, Sommer, Herbst
-  im Jahr 2007 begann die Messkampagne im Einzugsgebiet des Furtbachs am 14.4., im Einzugsgebiet der Glatt am 23.4. (Monatsstichproben) und am 14.5. (Wochenmischproben)

■ **Terbutylazin (Furtbach)**



**Terbutylazin**

**Substanzklasse**  
Triazin

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

**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

*AF GSchV*: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung

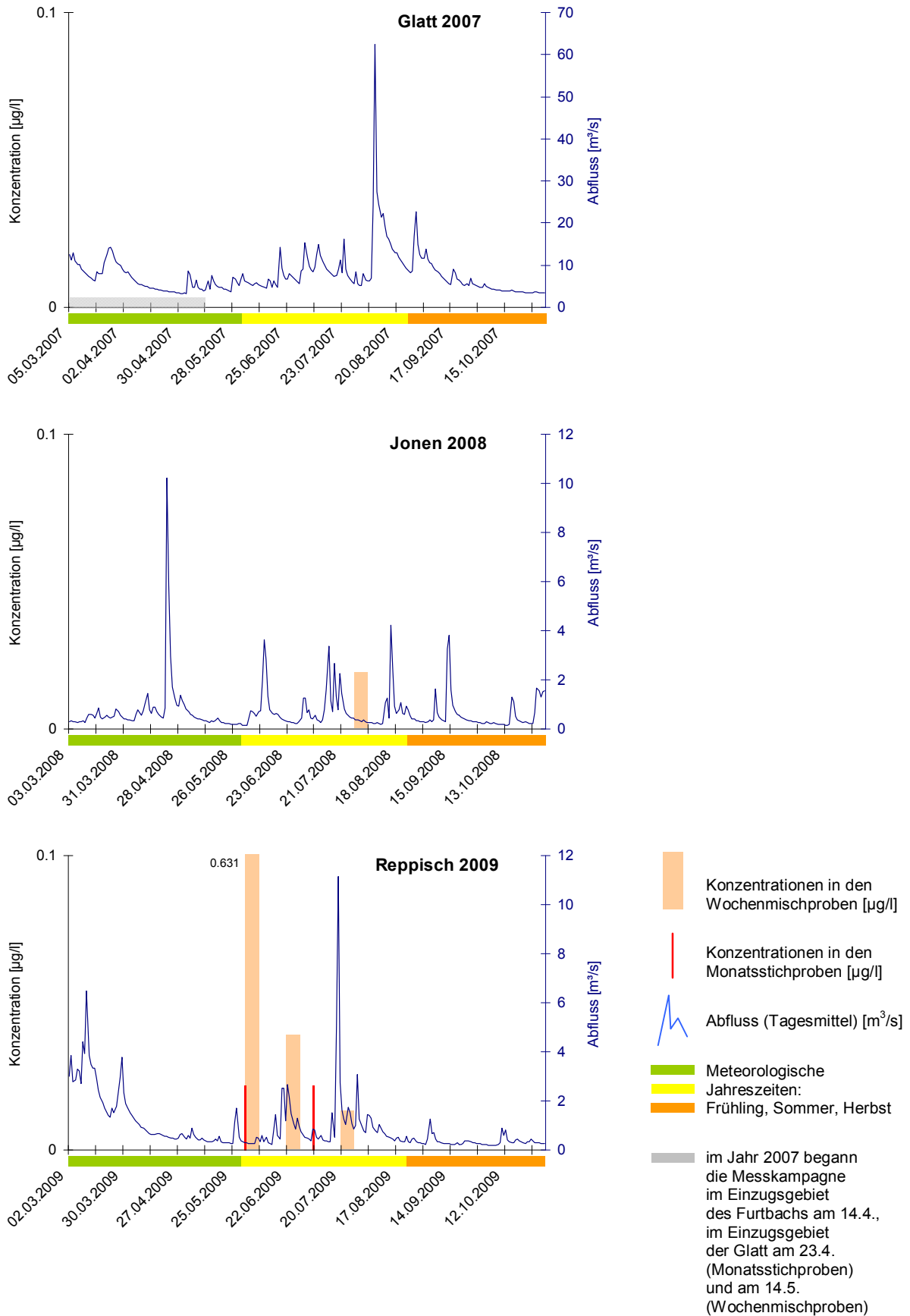
*CQK*: Chronisches Qualitätskriterium

*AQK*: Akutes Qualitätskriterium

*ZV LAWA*: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

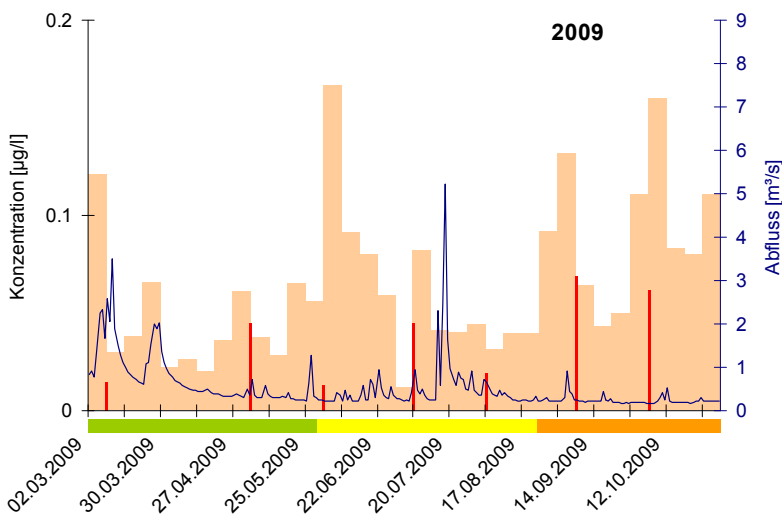
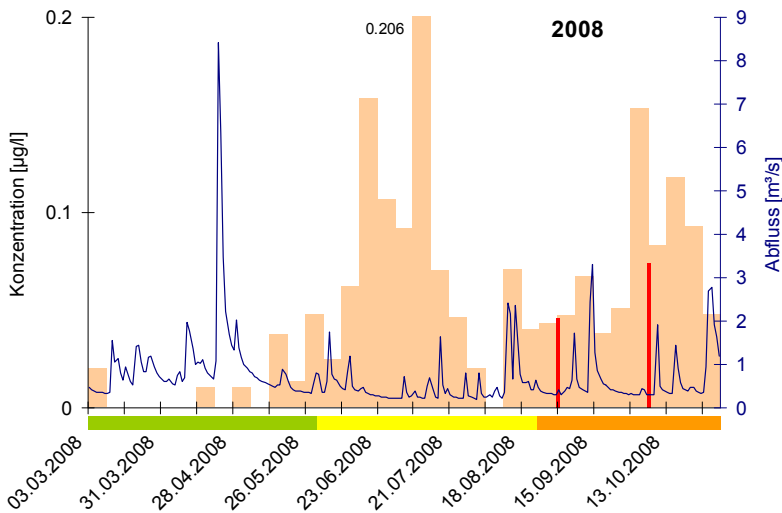
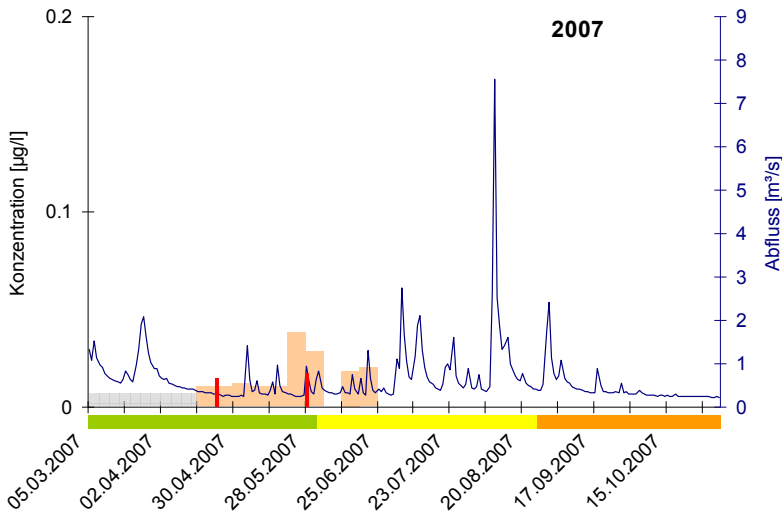
Terbutylazin konnte in Furtbach (2008 und 2009), Jonen und Reppisch in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden. In der Reppisch überschritt das Maximum mit 0.631 µg/l das chronische Qualitätskriterium von 0.38 µg/l.

■ **Terbutylazin (Glatt, Jonen, Reppisch)**





■ **Terbutryn (Furtbach)**



**Terbutryn**

**Substanzklasse**  
Triazin

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

**Einsatzgebiet**  
Mais, Kartoffeln, Wintergetreide

**Best.-grenze** 0.01 µg/l

**AF GSchV** 0.1 µg/l

**CQK** 0.17 µg/l

**AQK** 1.4 µg/l

**ZV LAWA** -

**AF GSchV:** Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung

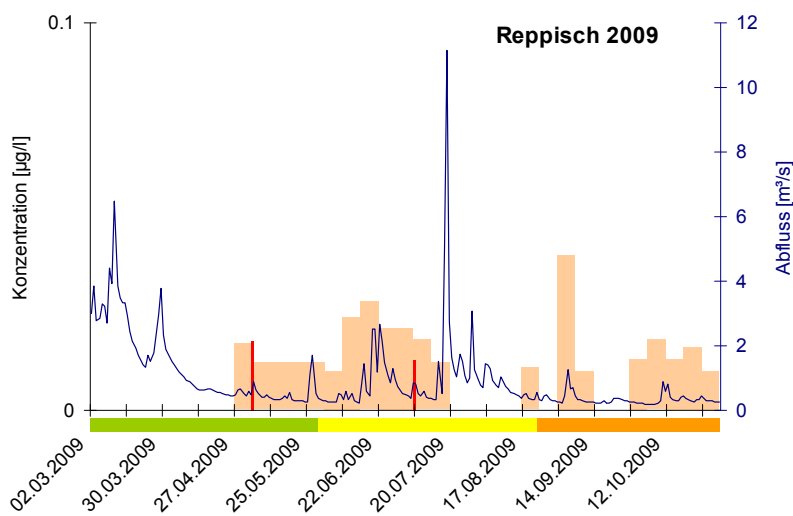
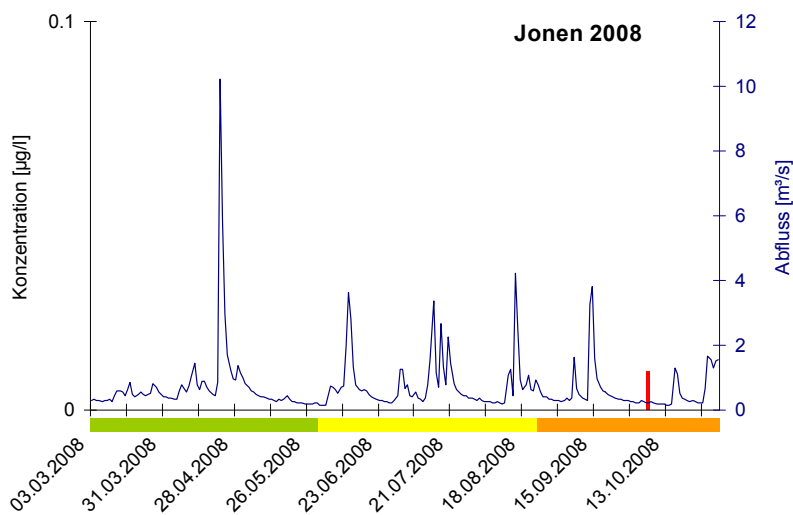
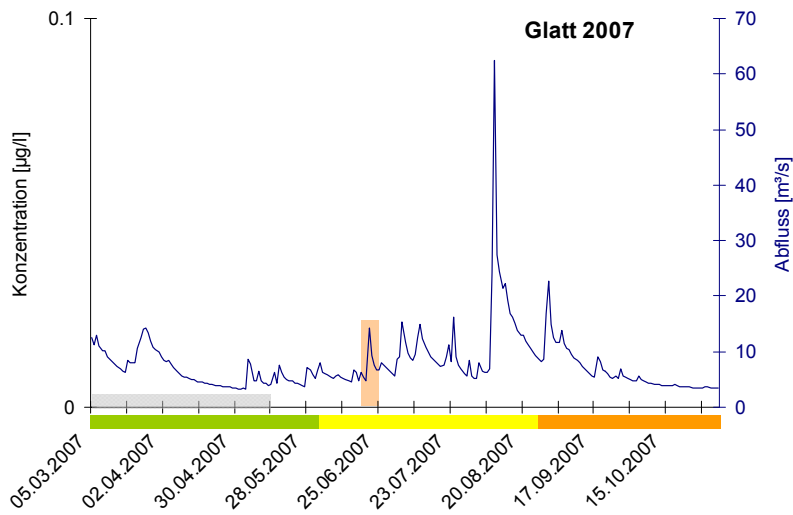
**CQK:** Chronisches Qualitätskriterium







**AQK:** Akutes Qualitätskriterium

**ZV LAWA:** Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

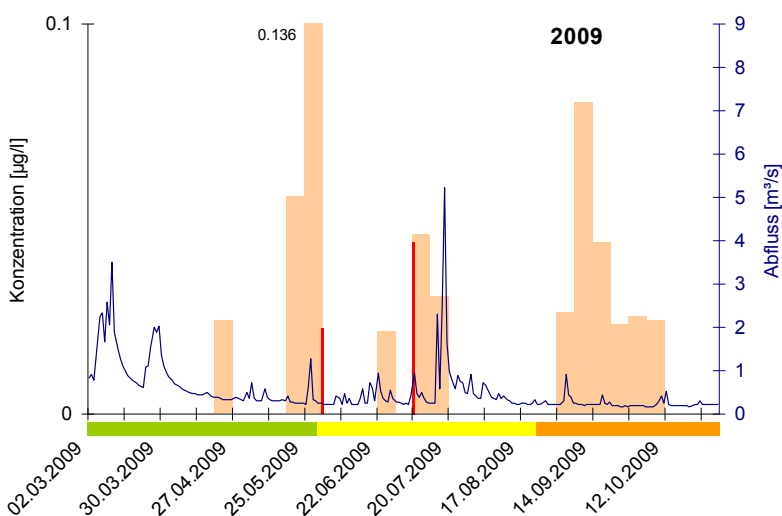
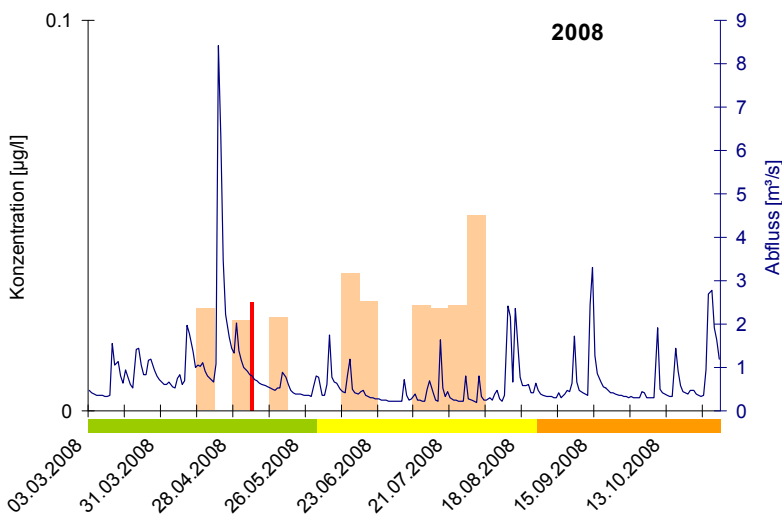
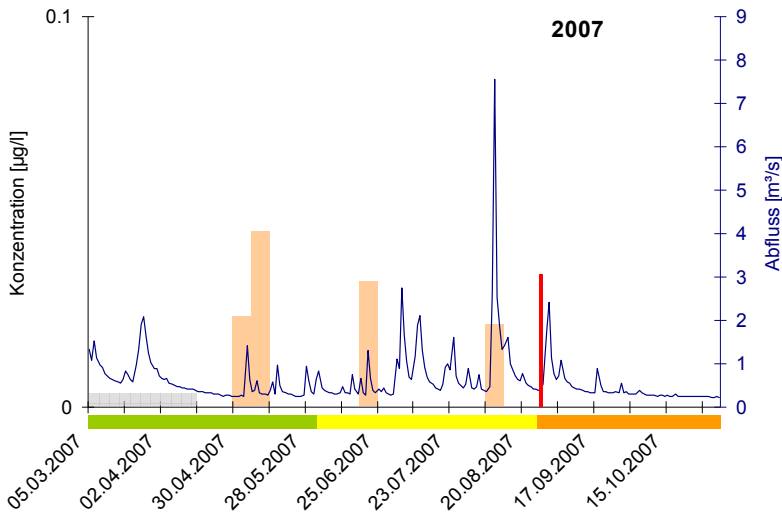
Terbutryn trat im Furtbach im Sommer und Herbst der Jahre 2008 und 2009 in relativ hohen Konzentrationen auf, wobei der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wiederholt und das chronische Qualitätskriterium von 0.17 µg/l im Sommer 2008 einmal überschritten wurden. In der Glatt und Jonen wurde Terbutryn in einer Wochenmisch- resp. einer Monatsstichprobe gefunden. In der Reppisch war die Verbindung im Sommer und im Herbst in Konzentrationen unterhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung nachweisbar.

■ **Terbutryn (Glatt, Jonen, Reppisch)**



-  Konzentrationen in den Wochenmischproben [µg/l]
-  Konzentrationen in den Monatsstichproben [µg/l]
-  Abfluss (Tagesmittel) [m³/s]
-  Meteorologische Jahreszeiten:
-  Frühling, Sommer, Herbst
-  im Jahr 2007 begann die Messkampagne im Einzugsgebiet des Furtbachs am 14.4., im Einzugsgebiet der Glatt am 23.4. (Monatsstichproben) und am 14.5. (Wochenmischproben)

■ **Triclopyr (Furtbach)**



**Triclopyr**

**Substanzklasse**  
Phenoxy-carbonsäure

**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 im Furtbach, in der Jonen und in der Reppisch nachgewiesen werden, nicht aber in der Glatt. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde lediglich bei einer Gelegenheit im Furtbach im Jahr 2009 überschritten.

■ **Triclopyr (Glatt, Jonen, Reppisch)**

