



Pestizide in Aargauer und Luzerner Fließgewässern

Untersuchungen 2002 - 2007

Riet J. Schocher, Dienststelle für Umwelt und Energie, Kanton Luzern
Martin Märki, Abteilung für Umwelt, Kanton Aargau

30. November 2010

Pestizide in Aargauer und Luzerner Fließgewässern

1 Das wichtigste in Kürze

Die Gewässerschutz-Fachstellen der Kantone Aargau und Luzern haben in enger Zusammenarbeit erstmals die Pestizid-Belastung überregional im Reusstal, Suhrental, Seetal, Wynental und Wiggertal im Zeitraum von 2002-2007 erhoben. Insgesamt wurden 276 Proben von 46 Messstellen aus monatlichen Stichproben zwischen März und September auf bis zu 97 Substanzen analysiert. 62 dieser Substanzen konnten in mindestens einer Probe nachgewiesen werden. 24 davon überschritten in mindestens einer Probe die gesetzliche Anforderung von 0.1 µg/l. Am häufigsten wurde Atrazin und dessen Abbauprodukt Desethylatrazin in über 90% aller Proben gefunden. Die höchste Konzentration wurde mit 7.2 µg/l für Glyphosat gemessen. Die Pestizid-Grundbelastung ist hoch und gibt zur Besorgnis Anlass. An allen 46 Messstellen wurden Pestizide nachgewiesen, bei 36 sogar Überschreitungen der gesetzlichen Anforderung.

2 Mikroverunreinigungen - eine neue Herausforderung für den Gewässerschutz

Neben den klassischen Nährstoffen wie Ammonium, Nitrat oder Phosphat entwickelte sich in den letzten Jahren eine neue Herausforderung für den Gewässerschutz: Organische Stoffe im Spurenbereich – sogenannte Mikroverunreinigungen. Dazu gehören hormonaktive Substanzen, Pharma-Rückstände, Pestizide, u.a., welche für die Umwelt und die menschliche Gesundheit ein Risiko darstellen können. Besonders empfindlich reagieren aquatische Organismen auf solche Stoffe. Gelangen diese ins Gewässer, können bereits in geringsten Konzentrationen aquatische Organismen beeinträchtigt werden. Die grosse Vielzahl an Stoffen und deren unterschiedlichen ökotoxikologische Eigenschaften, die grösstenteils gar nicht bekannt sind, gestalten den Vollzug schwierig. Bisher können sich die kantonalen Fachstellen auf die gesetzliche numerische Anforderung gemäss Gewässerschutzverordnung (GSchV) von 0.1 µg/l für Pestizide (pro Einzelstoff) stützen und für Pharma-Rückstände fehlt gar eine Zielvorgabe. Selbst die 0.1 µg/l für Pestizide wird der Komplexität solcher Stoffe nicht gerecht.

Diese Studie untersucht die bedeutende Gruppe der biologisch sehr wirksamen Pestizide. Dazu gehören gemäss ChemV (Chemikalienverordnung) die Pflanzenschutzmittel und die Biozide (Schädlingsbekämpfung ohne Pflanzenschutz). Es werden verschiedene Klassen gemäss ihrer Zielorganismen unterschieden: Herbizide (Pflanzen), Acarizide (Spinnen und Milben), Insektizide (Insekten), Algizide (Algen), Fungizide (Pilze) und Repellentien (Insekten und Spinnentiere).

Im Jahre 2009 wurde in der Schweiz im landwirtschaftlichen Bereich gemäss Verkaufsstatistik (Agrarbericht 2010) zum Schutze der Pflanzen vor Schädlingen, Unkräutern und Krankheiten etwa 2000 Tonnen Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe eingesetzt. Ohne Behandlung beispielsweise der Rapskultur drohen Totalverluste.

Etwa die gleiche Menge an Bioziden wird im Siedlungsbereich (Schutzmittel, Schädlingsbekämpfungsmittel, Antifouling, etc.) eingesetzt (Bürgi et al. 2007). Die jährliche Menge an Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen im privaten Bereich wird auf 100 Tonnen geschätzt (BAFU, 2010).

3 Gemeinsame Untersuchung der Kantone Aargau und Luzern

Der Kanton Aargau hat im Jahr 2001 erstmals an 11 verschiedenen Fliessgewässern (Vonarburg et al. 2002) Pestizide gemessen. Dabei zeigte sich, dass eine Grosszahl der untersuchten Stoffe nachgewiesen werden konnte und dass einige den gesetzlichen Anforderungswert von 0.1 µg/l überschritten. Die Resultate führten dazu, die Pestizidbelastung kantonsweit zu untersuchen.

Bei der vorliegenden Kampagne stand die einzugsgebietsbezogene Betrachtung des Fliessgewässers im Vordergrund und berücksichtigte Messstellen über die Kantonsgrenzen hinweg. Das Konzept sah vor, über die Dauer von 4 Jahren jeweils ein Einzugsgebiet pro Jahr zu beproben (Lovas et al. 2004). Zudem wurde die Analytenliste erweitert u. a. mit dem mengenmässig am häufigsten eingesetzten Totalherbizid Glyphosat und dessen Abbauprodukt AMPA. Die Probennahmestellen und die Analyten wurden in enger Zusammenarbeit mit den Fachstellen für Pflanzenschutz der beiden Kantone aufgrund der angepflanzten Kulturen und landwirtschaftlichen Nutzungen festgelegt. Die mehrjährige Untersuchungskampagne erforderte eine gute Zusammenarbeit der Gewässerschutz- und Pflanzenschutz-Fachstellen der beiden Kantone.

Die Kampagne umfasste die Untersuchung der Einzugsgebiete der Gewässer Reuss, Suhre, Aabach, Wyna und Wigger. Folgende Zielsetzungen wurden verfolgt:

- Kenntnisse und einen Überblick über die Belastung der Fliessgewässer durch Pestizide gewinnen
- Beurteilung des Fliessgewässer-Zustands aufgrund der Pestizidbelastungen
- Beitrag liefern zur Abschätzung des Handlungsbedarfs im Hinblick auf die Verminderung der Pestizidbelastung

Die Resultate wurden bereits teilweise veröffentlicht, im Reussbericht (Stöckli et al. 2005) und in den Berichten zu den Auswertungen der Zuflüsse zu Baldeggersee und Sem-pachersee (Herzog et al. 2005, Herzog et al. 2005b).

4 Probenahmestrategie und Methodik

Von 2002 bis 2007 wurde jährlich ein Einzugsgebiet der Gewässer Reuss, Suhre, Aabach, Wyna und Wigger untersucht. Pro Einzugsgebiet wurden jeweils 6-10 Messstellen festgelegt, welche die Belastung durch die Seitengewässer oder Abwassereinleitungen aufzeigen (siehe Abb. 1 im Anhang). Diese Stellen wurden an 6 vorgängig festgelegten Zeitpunkten während der Hauptapplikationszeit zwischen März und September beprobt (monatliche Stichproben als Momentanprobe, ausser August).

Insgesamt wurden an 46 Messstellen 276 Proben erhoben und analysiert.

Von den über 400 in der Schweiz zugelassenen Wirkstoffen wurde in Zusammenarbeit mit den Fachstellen für Pflanzenschutz beider Kantone sowie dem Labor des Amtes für Umwelt und Energie (AUE) des Kantons Basel-Stadt eine Auswahl von insgesamt 97 Analyten getroffen. Aufgrund der verschiedenen Applikationszeiten wurde teilweise auf die Analysen gewisser Pestizide verzichtet, was sich in unterschiedlichen Mess-Häufigkeiten niederschlug (z.B. Asulam). Die Analysen wurden durch das AUE-Labor des Kantons Basel-Stadt und durch das Technologiezentrum Wasser (TZW) in Karlsruhe durchgeführt. Das TZW mass die Konzentrationen an Glyphosat und dessen Abbauprodukt AMPA. Die restlichen 95 Analyten wurden durch das AUE-Labor in Basel bestimmt.

5 Beurteilungskriterien

In einem ersten Schritt wurden die Messresultate bzgl. Nachweis und Überschreitung der aktuellen Gesetzgebung von 0.1 µg/l für Pestizide (pro Einzelstoff) gemäss Gewässerschutzverordnung (GSchV), Anhang 2 (Anforderungen an Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird) ausgewertet. Zur Beurteilung einer Messstelle wurden die Klassierungen des „Belastungsindex“ von Balsiger (2007) leicht modifiziert:

-  keine Überschreitung
-  1-2 Überschreitungen
-  3-5 Überschreitungen
-  6-9 Überschreitungen
-  >10 Überschreitungen

Als Grundlage dieser Klassierung dienen jeweils die Messresultate aller 6 Proben, die an einer Messstelle erhoben wurden.

Weitere Ansätze zur Klassierung der Messresultate sind im Anhang zusammengestellt. Es gibt noch keine vom BAFU festgelegten Kriterien zur einheitlichen Klassierung solcher Daten.

6 Resultate

6.1 Gesamtübersicht

| | Gesamt | Nachweise | | Überschreitungen | |
|-------------|--------|-----------|------|------------------|------|
| | | Anzahl | % | Anzahl | % |
| Messstellen | 46 | 46 | 100 | 36 | 78.3 |
| Proben | 276 | 271 | 98.2 | 88 | 31.9 |
| Wirkstoffe | 97 | 62 | 63.9 | 24 | 24.7 |
| Einzelwerte | 18'961 | 1'888 | 10.0 | 155 | 0.8 |

6.2 Übersicht nach Stellen

An jeder der 46 Messstellen konnten Pestizide nachgewiesen werden - bei 36 sogar Überschreitungen der gesetzlichen Anforderung von 0.1 µg/l. Nur 7 Messstellen im Einzugsgebiet der Reuss (Reuss LU, Kl. Emme, Binnenkanal ZG, Lorze, Binnenkanal AG und Reuss AG), 2 Messstellen im Seetal (Aabach Seeauslauf Baldeggersee und Aabach Niederlenz) sowie der Witwilerbach im Einzugsgebiet der Wyna wiesen keine Überschreitungen auf (Tabelle 1, Abbildung 2).

6.3 Übersicht nach Wirkstoffen

Knapp zwei Drittel der insgesamt 97 analysierten Wirkstoffe wurde in mindestens einer Probe nachgewiesen. 26 Substanzen davon wurden in mehr als 10% aller Proben und 15 in mehr als 30% aller Proben wiedergefunden (Tabelle 2).

In über 90% aller Proben wurden Atrazin und Desethylatrazin nachgewiesen (Abbildung 3). Weitere Nachweise in hoher Zahl fanden sich bei DEET, Mecoprop, Simazin, Diazinon, Glyphosat, Asulam, AMPA, MCPA, Metolachlor, Dichlorbenzamid und Terbutylazin (30-50%).

Überschreitungen der gesetzlichen Anforderungen von 0.1 µg/l konnten bei 19 Substanzen festgestellt werden (Tabelle 3). Am häufigsten überschritten Glyphosat und dessen Abbauprodukt AMPA den Grenzwert (18%). Während die Konzentration von Desethylatrazin bis auf wenige Proben unter den gesetzlichen Anforderungen von 0.1 µg/L lag, wurde in 17% aller Proben Überschreitung von Atrazin festgestellt. Die höchsten Werte wurden bei Glyphosat mit 7.2, 3.1 und 1.9 µg/l gefunden, gefolgt von Atrazin und Mecoprop um 1 µg/l.

Nicht nachgewiesen wurden: 2,4-DB, Ametryn, Azinphos-Ethyl, Azinphos-Methyl, Chlorbromuron, Chlorfenvinphos, Chloridazon, Chlorpyrifos-Methyl, Cropropamid, Crotamiton, Crotetamid, Dichlofluanid, Dichlorvos, Diglyme, Fenamidon, Fenoprop, Fenthion, Iso-Chloridazon, Methiocarb, Metobromuron, Mevinphos, Monolinuron, Monuron, Norflurazon, Parathion-Methyl, Prometryn, Pyrazophos, Quinalphos, Terbucarb, Terbumeton, Thio-bencarb, Tolclophos-Methyl, Tolyfluanid, Triazophos, Trifluralin, Vinclozolin.

6.4 Übersicht nach Abfluss

Der Abfluss im Gewässer wurde nur qualitativ durch die Probennehmer erfasst. 70% der Probenahmen erfolgten bei mittlerer Wasserführung. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede der Nachweise bzw. Überschreitungen zur Wasserführung. Die Ergebnisse widerspiegeln somit mehrheitlich die Grundbelastung der Gewässer, abgesehen von zufälligen Belastungsereignissen.

| Wasserführung | Messungen | | Nachweise | | Überschreitungen | |
|---------------|-----------|------|-----------|------|------------------|------|
| | Anzahl | % | Anzahl | % | Anzahl | % |
| tief | 4172 | 21.9 | 419 | 10.0 | 40 | 0.96 |
| mittel | 13220 | 69.4 | 1305 | 9.9 | 91 | 0.69 |
| hoch | 1647 | 8.7 | 164 | 10.0 | 24 | 1.46 |

6.5 Pestizidsituation in den verschiedenen Einzugsgebieten

In der **Reuss** wurden keine Überschreitungen festgestellt (Abbildung 4). Während im Seeauslauf in Luzern nur 2 Wirkstoffe knapp nachweisbar waren, liessen sich vor der Mündung in die Aare deren 5 nachweisen. Lediglich die Seitenbäche mit kleineren Einzugsgebieten wiesen höhere Belastungen auf. Die höchsten Belastungen zeigte der Winkelbach (Inwil, LU) gefolgt vom Bilbach (Ruswil, LU).

Ein anderes Bild zeigt sich im Einzugsgebiet der **Wigger** (Abbildung 5). Die Wigger wies durchwegs eine mittlere Belastung auf. Die höchste Belastung wurde im Seitenbach Rot (Ettiswil, LU) gefunden.

Das Einzugsgebiet mit der höchsten Belastung ist jenes der **Wyna** (Abbildung 6). Im Gegensatz zu den anderen Einzugsgebieten wurden hier in den Seitenbächen kleinere Belastungen gefunden.

Am **Aabach (Seetal)** wird ein eher paradoxes Muster beobachtet: Die Belastung nahm im Verlauf des Gewässers ab (Abbildung 7). Der Effekt beruht darauf, dass die Seen einen dämpfenden Einfluss auf die Konzentrationsschwankungen haben. Das Wasser aus den Seezuflüssen mit den Inhaltstoffen wird im See gemischt und so die Konzentrationen über mehrere Jahre ausgemittelt. Die Bewertung fusst zudem lediglich auf den Richtwertüberschreitungen, die Anzahl Nachweise blieb über die gesamte Gewässerstrecke mehr oder weniger konstant.

Auch an der **Suhre** wird die puffernde Wirkung des Sempachersees beobachtet (Abbildung 8). Hier ergab die lange Aufenthaltszeit im See allerdings eine Verschlechterung gegenüber den Zuflüssen. Das liegt daran, dass das Atrazin im Auslauf des Sees in allen 6 Messungen knapp über dem Grenzwert lag und damit den Eintrag der vorgehenden Jahre widerspiegelt.

Die ausgleichende Wirkung der **Seen** zeigt sich beim monatlichen Verlauf der Werte in den Seeausläufen (Tabelle 4). Der jahreszeitliche Verlauf war sehr homogen, es zeigten sich keine Konzentrationsschwankungen.

Generell zeigen kleine Einzugsgebiete mit niederen Abflüssen erhöhte Belastungen. Dabei handelt es sich um Gebiete mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung. Der Einfluss der Siedlungsgebiete (Direktabfluss bzw. Regenentlastung) lässt sich aber mit dem verwendeten Beprobungsansatz nicht gegen den Einfluss der Landwirtschaft abgrenzen.

Die **ARAs** erhöhten die Belastungen der entsprechenden Fließgewässer leicht, eine klare Aussage lässt sich nicht ableiten.

7 Schlussfolgerungen

Die Untersuchungen der Gewässer Aargaus und Luzerns zeigen eine gravierende Grundbelastung mit Pestiziden. Am höchsten ist die Belastung in kleinen Einzugsgebieten mit kleinen Abflüssen und landwirtschaftlicher Nutzung. Bei Regenereignissen sind zudem noch weit höhere Belastungen zu erwarten. Sie ist am geringsten im grössten Fliessgewässer, der Reuss. Die Situation gibt zur Beunruhigung Anlass, da an allen 46 Messstellen Pestizide nachgewiesen und bei 36 sogar Überschreitungen der gesetzlichen Anforderung von 0.1µg/l gemessen wurden. Die Resultate bestätigen die Ergebnisse der früheren Studien des Kantons Aargau (Vonarburg et al. 2002) und Luzern (Herzog et al. 2005b).

Untersuchungen von anderen Kantonen ergaben ähnliche Resultate (AFU SG 2003, Balsiger et al. 2004). Da Pestizid-Untersuchungsprogramme in verschiedenen Kantonen unterschiedliche Ansätze verfolgen - z.B. Tagessammelproben, Wochensammelproben, monatliche Stichproben, abflussproportionale Probenahme, etc. sind generelle Vergleiche solcher Studien schwierig. Vereinheitlichte Vorgaben analog dem Modulstufen-Konzept wären zur besseren Vergleichbarkeit erforderlich. Dies ist bereits im Rahmen der koordinierten Beobachtung Fliessgewässer des BAFU mittelfristig in einem Monitoring der Mikroverunreinigungen vorgesehen.

Als Wirkstoffe mit den grössten Belastungen konnten Atrazin, Glyphosat, Diazinon, Simazin, DEET, Asulam, MCPA, Terbutylazin, Isoproturon, Mecoprop, Metolachlor und Dichlorbenzamid identifiziert werden. Immerhin sind Atrazin und Simazin unterdessen in der Pflanzenschutzmittelverordnung (PSMV) aus der Liste der zugelassenen Wirkstoffe gestrichen worden.

Obwohl der meist eingesetzte Wirkstoff Glyphosat (Totalherbizid, >100 Tonnen in der CH 2008, BLW 2010) gut an Bodenpartikel sorbiert und rasch abbaubar ist, konnte er in über 90% aller Proben teils mit einer Konzentration, die ein Vielfaches über den gesetzlichen Anforderungen lag, nachgewiesen werden. Aufgrund des geringeren Rückhaltes im Siedlungsbereich dürfte die nicht-landwirtschaftliche Anwendung ein bedeutender Eintrittspfad in Gewässer darstellen. In Zusammenhang mit Glyphosat ist auch die Formulierung zu berücksichtigen, welche wie beispielsweise POEA, sogar toxischer für Organismen als der Wirkstoff selbst sein können.

Der Wirkstoff Diazinon, welcher nicht artspezifisch gegen Schädlinge im Siedlungsbereich und im Obst- und Gemüsebau eingesetzt wird (>10 Tonnen in der CH 2008, BLW 2010), weist eine - aufgrund seines Zielbereichs - hohe Toxizität gegen Organismen auf. Der Nachweis in 40% aller Proben, welche primär die Grundbelastung erfassten, ist alarmierend. Auf solche ökotoxikologisch relevante Wirkstoffe ist auf der Bewilligungs- und Beratungsebene besonderes Augenmerk zu richten.

Die höchsten Belastungen wurden in den Einzugsgebieten der Rot bei Ettiswil, der Ron bei Hochdorf und der Wyna (ganzer Flusslauf) gefunden. Im letzten Einzugsgebiet zeigen sich auch dramatische Defizite in der aquatischen Lebensgemeinschaft, die möglicherweise auf eine Belastung durch Pestizide zurückzuführen sind.

Eine abschliessende Beurteilung des Fliessgewässerzustandes bezüglich Pestizide ist nicht möglich, da eine verbindliche Beurteilungsmethode fehlt. Die Spannweiten für ökotoxikologische Zielwerte liegen im Bereich von 0.0005 bis 50 µg/l (Tabelle 5). Als Beispiele seien Diazinon und Mecoprop herausgegriffen: für Diazinon dürfte der ökotoxikologische Grenzwert bei 0.002 - 0.003 µg/l liegen (Nachweisgrenze: 0.005 µg/l!), bei Mecoprop um 50 µg/l. Aufgrund der Diazinonwerte müssten 70% der untersuchten Gewässer schlechter eingestuft werden. Insbesondere ist die kumulative Wirkung von verschiedenen Stoffen zu berücksichtigen. Ansätze dazu wurden bereits vorgelegt, umfassen aber noch nicht die ganze Palette der möglichen Schadstoffe (Chèvre et al. 2006, Balsiger 2007).

Die teilweise sehr hohen Messwerte und die Häufigkeit der Nachweise zeigen auf, dass weitere Anstrengungen zum Schutz der Gewässer vor Pestizidbelastungen nötig sind. Im

landwirtschaftlichen Bereich sind die Massnahmen auf der Bewilligungs-, technischen und Beratungsebene weiterzuführen. Es sind auch die nicht-landwirtschaftlichen Quellen zu berücksichtigen. Einige der Stoffe werden nicht nur in der Landwirtschaft verwendet, sondern auch als Publikumsprodukte in Haus und Garten oder im Materialschutz, z.B. in Fassaden oder Flachdächern. Gemäss einer aktuellen Studie des BAFU (BAFU, 2010) kennen etwa 50% der Privatgartenbesitzer das Anwendungsverbot von Herbiziden auf Strassen, Wegen und Plätzen nicht. Diese Wissenslücke sollte möglichst rasch geschlossen werden. Gezielte Informationskampagnen, Beratungen etc. sind zu fördern.

Um Massnahmen in den einzelnen Einzugsgebieten zu formulieren und diese anschliessend zu überwachen, sind zur eigentlichen Problem-Identifikation detailliertere Untersuchungen nötig. Dazu gehören die Recherche der eingesetzten Wirkstoffe, die Analyse der vorhandenen biologischen Daten sowie entsprechend angepasste Untersuchungskonzepte. Die vorliegende Studie war ausgerichtet, in erster Linie die Grundbelastung zu erfassen. Aussagen über Eintrittspfade, Quellen, Konzentrationsspitzen, etc. liessen sich nicht ableiten.

Die Erweiterung der kantonalen Gewässerüberwachungsprogramme um Pflanzenbehandlungsmittel ist zu prüfen, da mittelfristig im Rahmen der koordinierten Beobachtung Fließgewässer des BAFU ein Monitoring der Mikroverunreinigungen vorgesehen ist.

Abbildung 1

Pestiziduntersuchungen 2002-2007

Übersicht

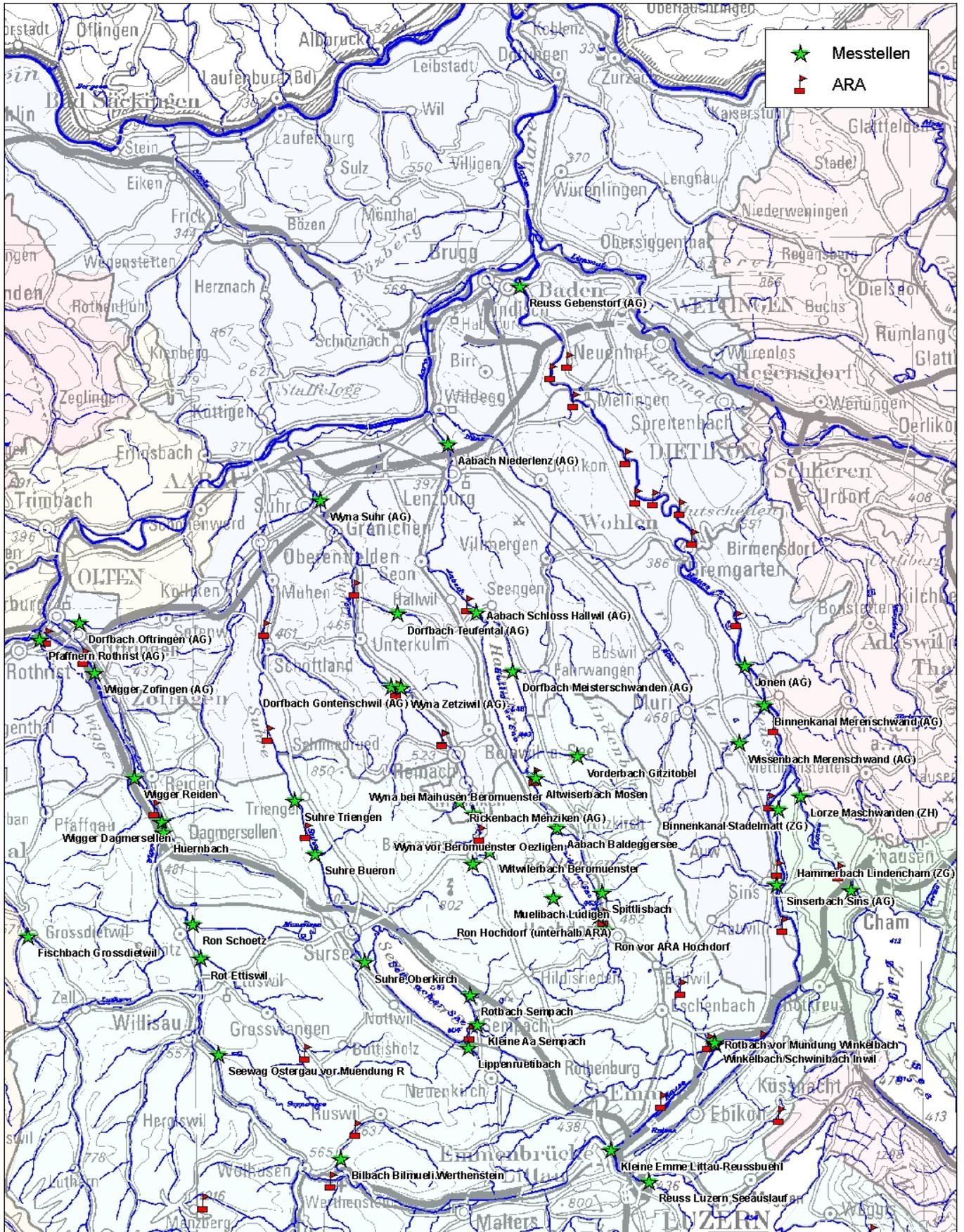


Tabelle 1

| STELLE | EZG | Messungen | | Nachweise | | Überschreitungen | | Klassierung |
|---------------------------------|-----------|-----------|--------|-----------|--------|------------------|--|-------------|
| | | Anzahl | Anzahl | % | Anzahl | % | | |
| Reuss Luzern Seeauslauf | Reuss | 389 | 2 | 0.5% | | | | 1 |
| Bilbach Bilmüli Werthenstein | Reuss | 389 | 35 | 9.0% | 4 | 1.0% | | 3 |
| Kleine Emme Littau/Reussbühl | Reuss | 389 | 8 | 2.1% | | | | 1 |
| Rotbach vor Mündung Winkelbach | Reuss | 389 | 20 | 5.1% | 1 | 0.3% | | 2 |
| Winkelbach/Schwinibach Inwil | Reuss | 389 | 47 | 12.1% | 6 | 1.5% | | 4 |
| Sinserbach Sins | Reuss | 389 | 23 | 5.9% | 2 | 0.5% | | 2 |
| Hammerbach Lindencham | Reuss | 389 | 25 | 6.4% | 1 | 0.3% | | 2 |
| Binnenkanal Stadelmatt | Reuss | 389 | 17 | 4.4% | | | | 1 |
| Lorze Maschwanden | Reuss | 389 | 33 | 8.5% | | | | 1 |
| Jonen | Reuss | 389 | 49 | 12.6% | 3 | 0.8% | | 3 |
| Wissenbach Merenschwand | Reuss | 389 | 15 | 3.9% | | | | 1 |
| Binnenkanal Merenschwand | Reuss | 389 | 14 | 3.6% | | | | 1 |
| Reuss Gebenstorf | Reuss | 389 | 15 | 3.9% | | | | 1 |
| Ron vor ARA Hochdorf | Seetal | 411 | 70 | 17.0% | 9 | 2.2% | | 4 |
| Ron Hochdorf (unterhalb ARA) | Seetal | 411 | 83 | 20.2% | 12 | 2.9% | | 5 |
| Spittlisbach | Seetal | 411 | 61 | 14.8% | 9 | 2.2% | | 4 |
| Aabach Baldeggersee | Seetal | 411 | 68 | 16.5% | 1 | 0.2% | | 2 |
| Altwiserbach Altwis | Seetal | 411 | 41 | 10.0% | 3 | 0.7% | | 3 |
| Vorderbach Gitzitobel | Seetal | 411 | 18 | 4.4% | 1 | 0.2% | | 2 |
| Dorfbach Meisterschwanden | Seetal | 411 | 38 | 9.2% | 3 | 0.7% | | 3 |
| Aabach Schloss Hallwil | Seetal | 411 | 63 | 15.3% | | | | 1 |
| Aabach Niederlenz | Seetal | 413 | 83 | 20.1% | | | | 1 |
| Kleine Aa Sempach | Suhre | 415 | 54 | 13.0% | 4 | 1.0% | | 3 |
| Lippenrütibach | Suhre | 415 | 24 | 5.8% | 1 | 0.2% | | 2 |
| Rotbach Sempach | Suhre | 415 | 37 | 8.9% | 2 | 0.5% | | 2 |
| Suhre Oberkirch | Suhre | 416 | 44 | 10.6% | 6 | 1.4% | | 4 |
| Suhre Büron | Suhre | 416 | 45 | 10.8% | 1 | 0.2% | | 2 |
| Suhre Triengen | Suhre | 416 | 59 | 14.2% | 4 | 1.0% | | 3 |
| Seewag Ostergau vor Mündung Rot | Wigger | 480 | 38 | 7.9% | 5 | 1.0% | | 3 |
| Rot Ettiswil | Wigger | 480 | 70 | 14.6% | 14 | 2.9% | | 5 |
| Ron Schötz | Wigger | 480 | 61 | 12.7% | 2 | 0.4% | | 2 |
| Hürnbach | Wigger | 480 | 34 | 7.1% | 4 | 0.8% | | 3 |
| Wigger Dagmersellen | Wigger | 479 | 55 | 11.5% | 4 | 0.8% | | 3 |
| Wigger Reiden | Wigger | 480 | 62 | 12.9% | 5 | 1.0% | | 3 |
| Wigger Zofingen | Wigger | 480 | 68 | 14.2% | 5 | 1.0% | | 3 |
| Dorfbach Oftringen | Wigger | 480 | 43 | 9.0% | 5 | 1.0% | | 3 |
| Wyna vor Beromünster Oezligen | Wyna | 401 | 48 | 12.0% | 9 | 2.2% | | 4 |
| Witwilerbach Beromünster | Wyna | 401 | 19 | 4.7% | | | | 1 |
| Wyna bei Maihusen Beromünster | Wyna | 401 | 57 | 14.2% | 10 | 2.5% | | 5 |
| Rickenbach Menziken | Wyna | 399 | 38 | 9.5% | 7 | 1.8% | | 4 |
| Wyna Zetziwil | Wyna | 400 | 80 | 20.0% | 10 | 2.5% | | 5 |
| Dorfbach Gontenschwil | Wyna | 401 | 34 | 8.5% | 2 | 0.5% | | 2 |
| Dorfbach Teufental | Wyna | 401 | 31 | 7.7% | 3 | 0.7% | | 3 |
| Wyna Suhr | Wyna | 401 | 77 | 19.2% | 12 | 3.0% | | 5 |
| Fischbach Grossdietwil | Murg | 480 | 37 | 7.7% | 3 | 0.6% | | 3 |
| Pfaffnern Rothrist | Pfaffnern | 480 | 51 | 10.6% | 3 | 0.6% | | 3 |

| Klassierung | |
|---|-----------------------|
|  | <1 Überschreitungen |
|  | 1-2 Überschreitungen |
|  | '3-5 Überschreitungen |
|  | 6-9 Überschreitungen |
|  | >10 Überschreitungen |

Tabelle 2, Teil 1, Auswertung nach Wirkstoffen

| Wirkstoff | Messungen | | Nachweise | | Überschreitungen | | Maximum µg/l | Mittelwert µg/l |
|-----------------------|-----------|--|-----------|-------|------------------|-------|-----------------|--------------------|
| | Anzahl | | Anzahl | % | Anzahl | % | | |
| 2,4,5-T | 106 | | 1 | 0.9% | 0 | | 0.0056 | 0.000053 |
| 2,4-D | 112 | | 8 | 7.1% | 0 | | 0.049 | 0.001294 |
| 2,4-DB | 58 | | 0 | | 0 | | | |
| ALACHLOR | 276 | | 5 | 1.8% | 0 | | 0.017 | 0.000207 |
| AMETRYN | 168 | | 0 | | 0 | | | |
| AMPA | 162 | | 60 | 37.0% | 28 | 17.3% | 0.44 | 0.051667 |
| ASULAM | 84 | | 32 | 38.1% | 6 | 7.1% | 0.677 | 0.038405 |
| ATRAZIN | 276 | | 255 | 92.4% | 47 | 17.0% | 1.084 | 0.075065 |
| AZINPHOS-ETHYL | 276 | | 0 | | 0 | | | |
| AZINPHOS-METHYL | 276 | | 0 | | 0 | | | |
| BENTAZON | 112 | | 15 | 13.4% | 1 | 0.9% | 0.154 | 0.002907 |
| CARBAMAZEPIN | 84 | | 7 | 8.3% | 0 | | 0.036 | 0.002714 |
| CHLORBROMURON | 155 | | 0 | | 0 | | | |
| CHLORFENVINPHOS | 276 | | 0 | | 0 | | | |
| CHLORIDAZON | 235 | | 0 | | 0 | | | |
| CHLORPYRIFOS-ETHYL | 276 | | 3 | 1.1% | 0 | | 0.025 | 0.000159 |
| CHLORPYRIFOS-METHYL | 276 | | 0 | | 0 | | | |
| CHLORTOLURON | 155 | | 8 | 5.2% | 1 | 0.6% | 0.194 | 0.003574 |
| CROPPROPAMID | 40 | | 0 | | 0 | | | |
| CROTAMITON | 40 | | 0 | | 0 | | | |
| CROTETAMID | 40 | | 0 | | 0 | | | |
| DEET | 276 | | 143 | 51.8% | 3 | 1.1% | 0.187 | 0.012743 |
| DESETHYLATRAZIN | 276 | | 257 | 93.1% | 3 | 1.1% | 0.133 | 0.023033 |
| DESETHYLTERBUTHYLAZIN | 275 | | 41 | 14.9% | 0 | | 0.018 | 0.000909 |
| DESIISOPROPYLATRAZIN | 276 | | 42 | 15.2% | 0 | | 0.041 | 0.002638 |
| DESMETRYN | 60 | | 1 | 1.7% | 0 | | 0.008 | 0.000133 |
| DIAZINON | 276 | | 112 | 40.6% | 5 | 1.8% | 0.129 | 0.009011 |
| DICHOFLUANID | 168 | | 0 | | 0 | | | |
| DICHLORBENZAMID | 198 | | 68 | 34.3% | 0 | | 0.048 | 0.005126 |
| DICHLORPROP | 112 | | 4 | 3.6% | 0 | | 0.0096 | 0.000296 |
| DICHLORVOS | 151 | | 0 | | 0 | | | |
| DIGLYME | 60 | | 0 | | 0 | | | |
| DIMETHACHLOR | 78 | | 2 | 2.6% | 0 | | 0.009 | 0.000218 |
| DIMETHENAMID | 276 | | 6 | 2.2% | 0 | | 0.024 | 0.000312 |
| DIMETHOAT | 276 | | 9 | 3.3% | 1 | 0.4% | 0.192 | 0.001591 |
| DIURON | 155 | | 10 | 6.5% | 1 | 0.6% | 0.271 | 0.003877 |
| ETHOFUMESATE | 276 | | 43 | 15.6% | 0 | | 0.033 | 0.001746 |
| FENAMIDON | 92 | | 0 | | 0 | | | |
| FENITROTHION | 276 | | 1 | 0.4% | 0 | | 0.011 | 0.000040 |
| FENOPROP | 82 | | 0 | | 0 | | | |
| FENPROP | 30 | | 7 | 23.3% | 0 | | 0.0047 | 0.000237 |
| FENPROPIMORPH | 276 | | 7 | 2.5% | 1 | 0.4% | 0.147 | 0.001203 |
| FENTHION | 276 | | 0 | | 0 | | | |
| FLUROXYPYR | 93 | | 6 | 6.5% | 0 | | 0.0508 | 0.001189 |
| GLYPHOSAT | 162 | | 64 | 39.5% | 29 | 17.9% | 7.2 | 0.147469 |
| HEXAZINON | 168 | | 1 | 0.6% | 0 | | 0.006 | 0.000036 |
| IPRODION | 276 | | 2 | 0.7% | 1 | 0.4% | 0.108 | 0.000417 |
| IRGAROL_1051 | 276 | | 15 | 5.4% | 0 | | 0.023 | 0.000475 |
| ISO-CHLORIDAZON | 276 | | 0 | | 0 | | | |
| ISOPROTURON | 155 | | 33 | 21.3% | 5 | 3.2% | 0.687 | 0.015245 |
| LINURON | 155 | | 1 | 0.6% | 0 | | 0.037 | 0.000239 |
| MALATHION | 276 | | 1 | 0.4% | 0 | | 0.015 | 0.000054 |
| MCPA | 110 | | 39 | 35.5% | 5 | 4.5% | 0.5 | 0.016298 |
| MCPB | 111 | | 2 | 1.8% | 0 | | 0.014 | 0.000165 |
| MECOPROP | 112 | | 54 | 48.2% | 2 | 1.8% | 1 | 0.021018 |
| MESOTRION | 53 | | 2 | 3.8% | 0 | | 0.013 | 0.000491 |
| METALAXYL | 276 | | 9 | 3.3% | 1 | 0.4% | 0.353 | 0.001746 |

Tabelle 2, Teil 2, Auswertung nach Wirkstoffen

| Wirkstoff | Messungen | | Nachweise | | Überschreitungen | | Maximum µg/l | Mittelwert µg/l |
|--------------------|-----------|--|-----------|-------|------------------|------|-----------------|--------------------|
| | Anzahl | | Anzahl | % | Anzahl | % | | |
| METALDEHYD | 59 | | 1 | 1.7% | 0 | | 0.052 | 0.000881 |
| METAMITRON | 276 | | 29 | 10.5% | 3 | 1.1% | 0.206 | 0.005141 |
| METAZACHLOR | 276 | | 5 | 1.8% | 0 | | 0.057 | 0.000355 |
| METHABENZTHIAZURON | 155 | | 1 | 0.6% | 0 | | 0.039 | 0.000252 |
| METHIOCARB | 60 | | 0 | | 0 | | | |
| METOBROMURON | 155 | | 0 | | 0 | | | |
| METOLACHLOR | 276 | | 95 | 34.4% | 0 | | 0.096 | 0.005707 |
| METOXURON | 155 | | 17 | 11.0% | 0 | | 0.099 | 0.004735 |
| MEVINPHOS | 150 | | 0 | | 0 | | | |
| MONOLINURON | 155 | | 0 | | 0 | | | |
| MONURON | 155 | | 0 | | 0 | | | |
| NORFLURAZON | 78 | | 0 | | 0 | | | |
| ORBENCARB | 276 | | 22 | 8.0% | 0 | | 0.047 | 0.001319 |
| OXADIXYL | 168 | | 13 | 7.7% | 0 | | 0.007 | 0.000464 |
| PARATHION-ETHYL | 276 | | 1 | 0.4% | 0 | | 0.007 | 0.000025 |
| PARATHION-METHYL | 276 | | 0 | | 0 | | | |
| PENCONAZOL | 276 | | 6 | 2.2% | 0 | | 0.047 | 0.000388 |
| PENDIMETHALIN | 276 | | 7 | 2.5% | 2 | 0.7% | 0.406 | 0.002250 |
| PIRIMICARB | 276 | | 19 | 6.9% | 0 | | 0.049 | 0.000830 |
| PROMETRYN | 168 | | 0 | | 0 | | | |
| PROPAZIN | 276 | | 14 | 5.1% | 0 | | 0.012 | 0.000399 |
| PROPETAMPHOS | 276 | | 1 | 0.4% | 0 | | 0.02 | 0.000072 |
| PROPYZAMID | 276 | | 1 | 0.4% | 0 | | 0.007 | 0.000025 |
| PROSULFOCARB | 276 | | 4 | 1.4% | 1 | 0.4% | 0.103 | 0.000453 |
| PYRAZOPHOS | 276 | | 0 | | 0 | | | |
| QUINALPHOS | 276 | | 0 | | 0 | | | |
| SIMAZIN | 276 | | 122 | 44.2% | 6 | 2.2% | 0.346 | 0.009761 |
| SULCOTRION | 53 | | 4 | 7.5% | 0 | | 0.016 | 0.000925 |
| TEBUCONAZOL | 276 | | 3 | 1.1% | 0 | | 0.014 | 0.000123 |
| TEBUTAM | 276 | | 10 | 3.6% | 1 | 0.4% | 0.127 | 0.000681 |
| TERBUCARB | 78 | | 0 | | 0 | | | |
| TERBUMETON | 276 | | 0 | | 0 | | | |
| TERBUTRYN | 276 | | 40 | 14.5% | 1 | 0.4% | 0.538 | 0.003732 |
| TERBUTYLAZIN | 279 | | 87 | 31.2% | 1 | 0.4% | 0.102 | 0.003699 |
| THIOBENCARB | 78 | | 0 | | 0 | | | |
| TOLCLOPHOS-METHYL | 276 | | 0 | | 0 | | | |
| TOLYLFLUANID | 92 | | 0 | | 0 | | | |
| TRIAZOPHOS | 276 | | 0 | | 0 | | | |
| TRICLOPYR | 99 | | 10 | 10.1% | 0 | | 0.033 | 0.000667 |
| TRIFLURALIN | 276 | | 0 | | 0 | | | |
| VINCLOZOLIN | 276 | | 0 | | 0 | | | |

Abbildung 3

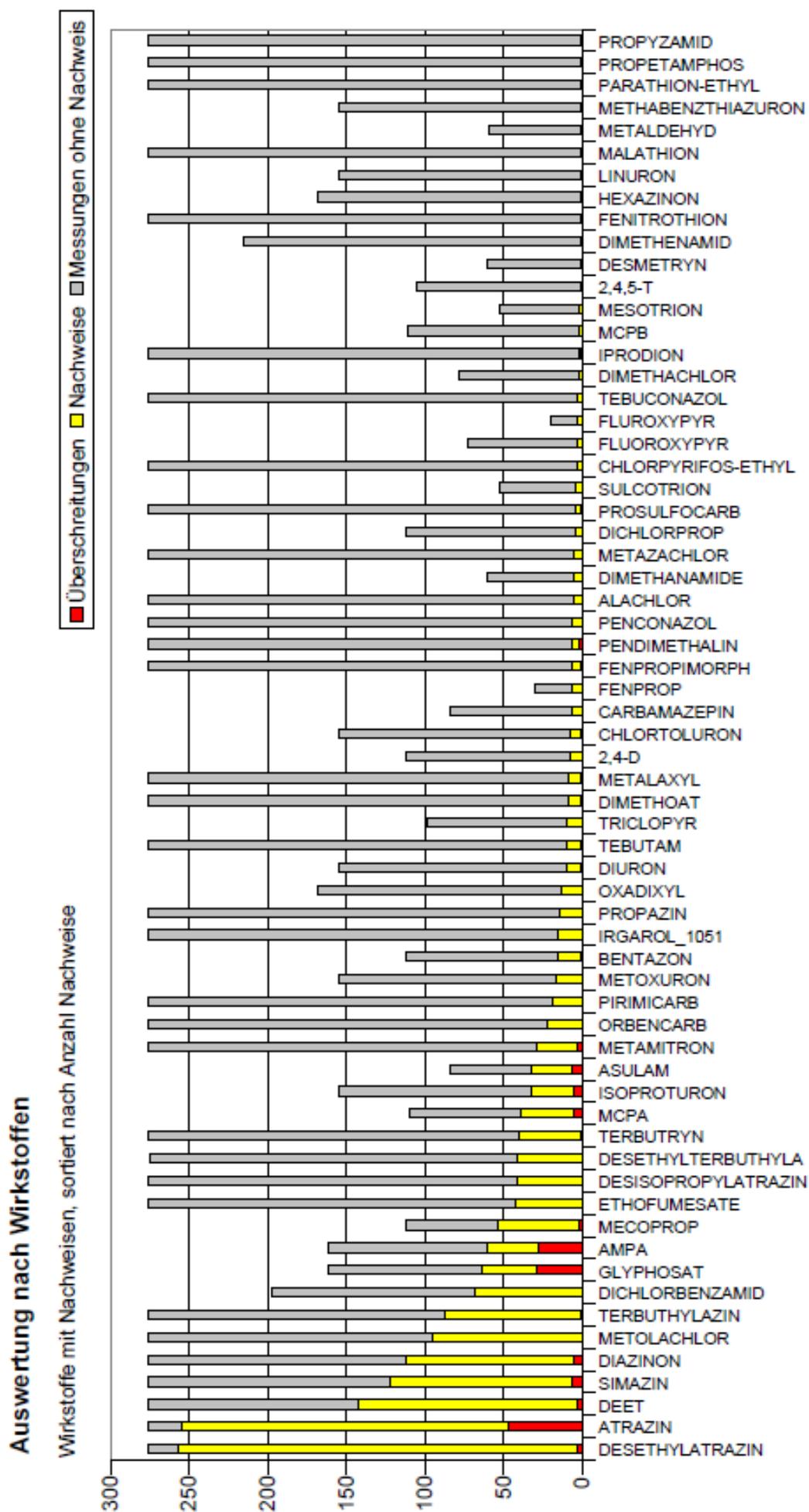


Tabelle 3

Überschreitungen des Grenzwertes

| Wirkstoff | Maximum µg/l | Überschreitungen | | Nachweise | | Messungen |
|-----------------|-----------------|------------------|--------|-----------|--------|-----------|
| | | Anzahl | % | Anzahl | % | Anzahl |
| GLYPHOSAT | 7.2 | 29 | 17.90% | 64 | 39.51% | 162 |
| ATRAZIN | 1.084 | 47 | 17.03% | 255 | 92.39% | 276 |
| MECOPROP | 1.0 | 2 | 1.79% | 54 | 48.21% | 112 |
| ISOPROTURON | 0.687 | 5 | 3.23% | 33 | 21.29% | 155 |
| ASULAM | 0.677 | 6 | 7.14% | 32 | 38.10% | 84 |
| TERBUTRYN | 0.538 | 1 | 0.36% | 40 | 14.49% | 276 |
| MCPA | 0.5 | 5 | 4.55% | 39 | 35.45% | 110 |
| AMPA | 0.44 | 28 | 17.28% | 60 | 37.04% | 162 |
| PENDIMETHALIN | 0.406 | 2 | 0.72% | 7 | 2.54% | 276 |
| METALAXYL | 0.353 | 1 | 0.36% | 9 | 3.26% | 276 |
| SIMAZIN | 0.346 | 6 | 2.17% | 122 | 44.20% | 276 |
| DIURON | 0.271 | 1 | 0.65% | 10 | 6.45% | 155 |
| METAMITRON | 0.206 | 3 | 1.09% | 29 | 10.51% | 276 |
| CHLORTOLURON | 0.194 | 1 | 0.65% | 8 | 5.16% | 155 |
| DIMETHOAT | 0.192 | 1 | 0.36% | 9 | 3.26% | 276 |
| DEET | 0.187 | 3 | 1.09% | 143 | 51.81% | 276 |
| BENTAZON | 0.154 | 1 | 0.89% | 15 | 13.39% | 112 |
| FENPROPIMORPH | 0.147 | 1 | 0.36% | 7 | 2.54% | 276 |
| DESETHYLATRAZIN | 0.133 | 3 | 1.09% | 257 | 93.12% | 276 |
| DIAZINON | 0.129 | 5 | 1.81% | 112 | 40.58% | 276 |
| TEBUTAM | 0.127 | 1 | 0.36% | 10 | 3.62% | 276 |
| IPRODION | 0.108 | 1 | 0.36% | 2 | 0.72% | 276 |
| PROSULFOCARB | 0.103 | 1 | 0.36% | 4 | 1.45% | 276 |
| TERBUTHYLAZIN | 0.102 | 1 | 0.36% | 87 | 31.52% | 276 |

Abbildung 4

Pestiziduntersuchungen 2002

Reuss

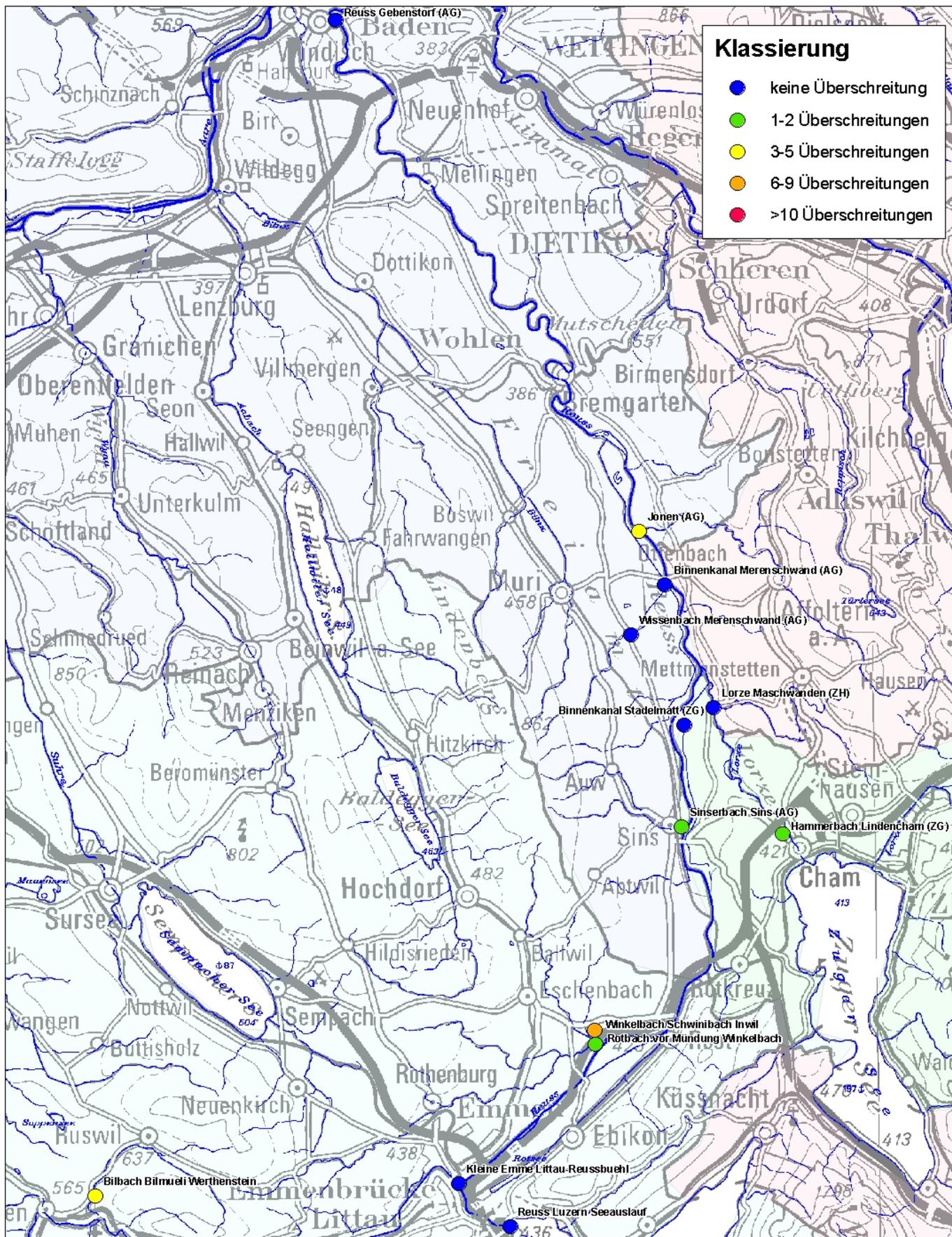


Abbildung 5

Pestiziduntersuchungen 2007

Wigger

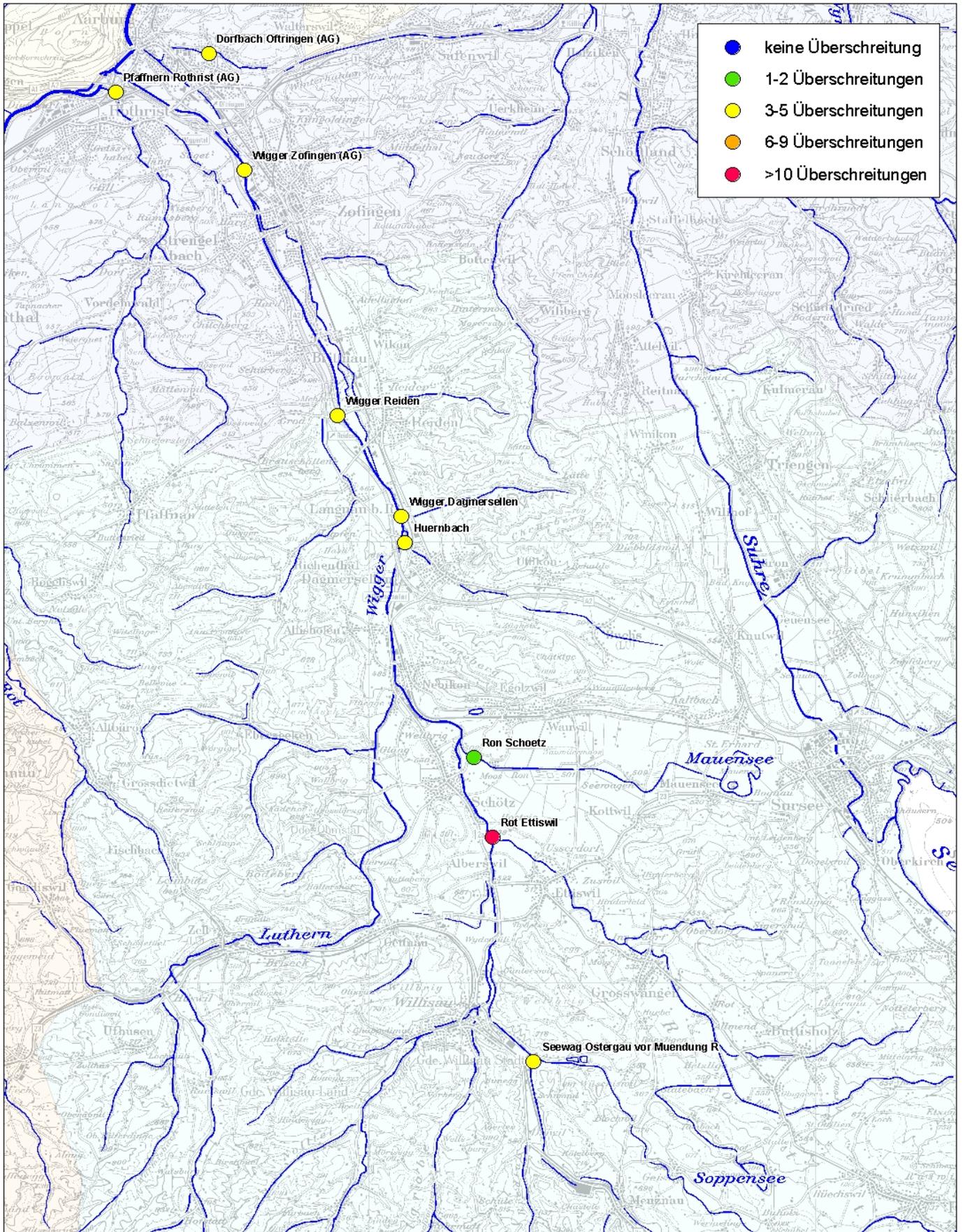


Abbildung 6

Pestiziduntersuchungen 2006

Wyna

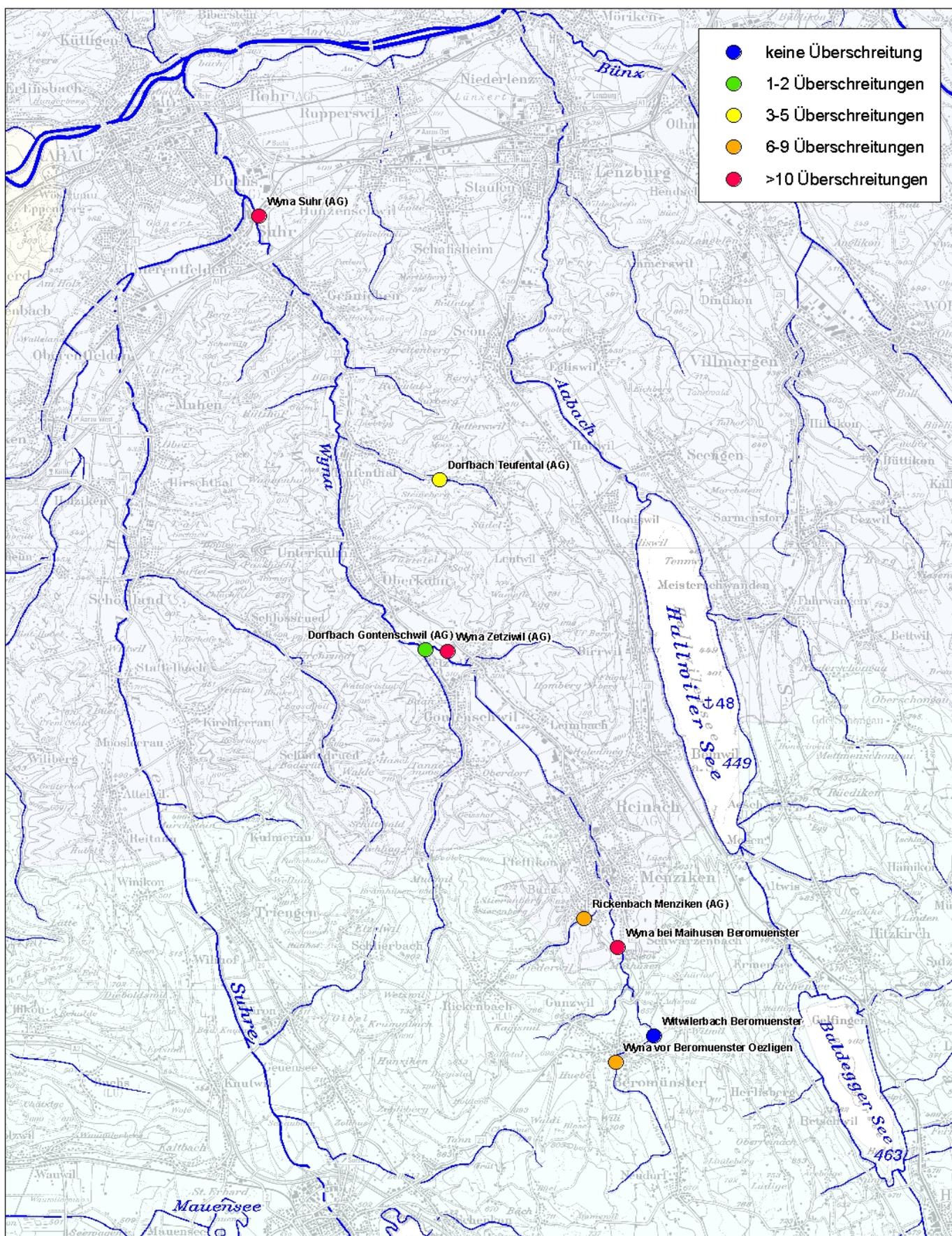


Abbildung 7

Pestiziduntersuchungen 2005

Aabach (Seetal)

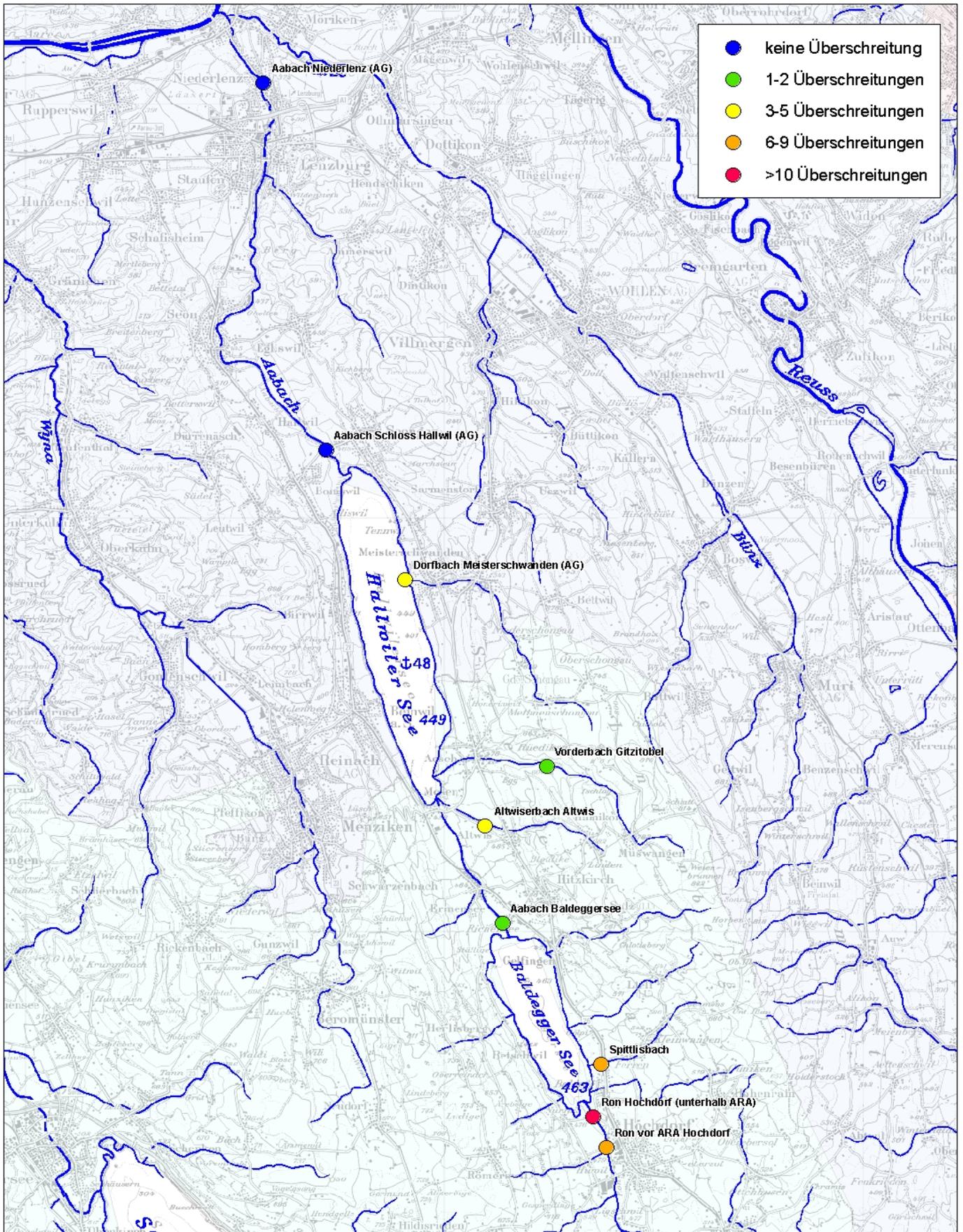


Abbildung 8

Pestiziduntersuchungen 2004

Suhre

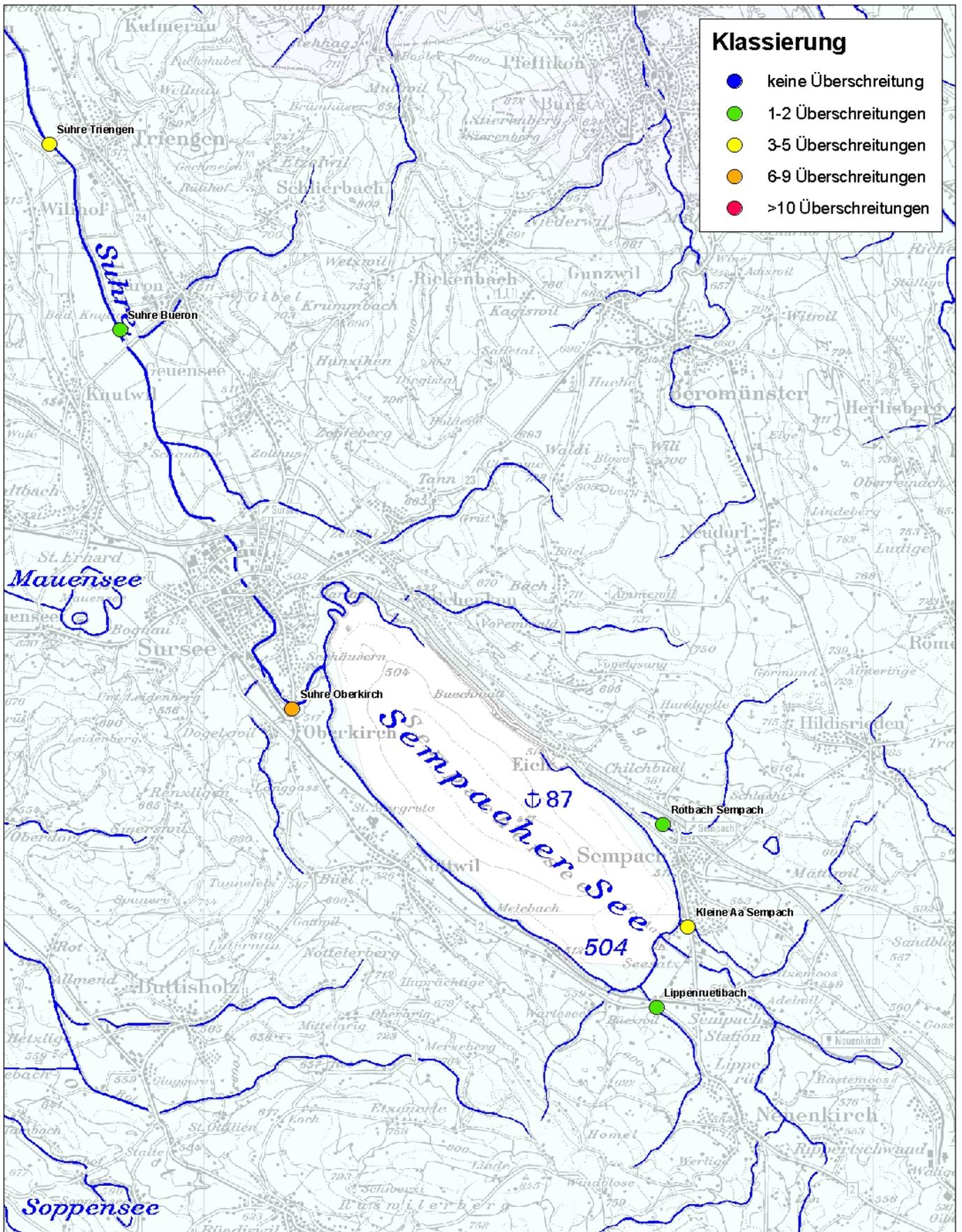


Tabelle 4

Seeausläufe

| Seeausläufe | DATUM | ATRAZIN | DESETHYLATRAZIN | DESISOPROPYLATRAZIN | SIMAZIN | TERBUTHYLAZIN | DESETHYLTERBUTHYLAZIN | DEET | METOLACHLOR | DIAZINON | DICHLORBENZAMID | MCPA | ALACHLOR | TEBUTAM | OXADIXYL | MECOPROP | METOXURON | METAMITRON | REGAROL_1051 | ETHOFUMESATE | SOPROTURON | PENCONAZOL |
|--------------|--------------|--------------|-----------------|---------------------|---------|---------------|-----------------------|-------|-------------|----------|-----------------|---------|----------|---------|----------|----------|-----------|------------|--------------|--------------|------------|------------|
| Baldeggersee | 30.03.2005 | 0,071 | 0,021 | < 0,005 | 0,013 | 0,006 | < 0,005 | 0,019 | 0,007 | 0,005 | < 0,005 | 0,017 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,012 | < 0,025 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,025 | 0,005 |
| | 20.04.2005 | 0,065 | 0,041 | 0,015 | 0,014 | 0,006 | 0,005 | 0,016 | 0,007 | < 0,005 | 0,007 | 0,017 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 | < 0,025 | 0,027 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,025 | < 0,005 |
| | 19.05.2005 | 0,06 | 0,04 | 0,018 | 0,013 | 0,006 | 0,005 | 0,013 | 0,007 | 0,006 | 0,008 | 0,023 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,034 | < 0,025 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,021 | 0,005 |
| | 07.06.2005 | 0,065 | 0,039 | 0,013 | 0,013 | 0,006 | 0,005 | 0,014 | 0,008 | 0,012 | 0,006 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 |
| Hallwilersee | 06.07.2005 | 0,1 | 0,052 | 0,028 | 0,015 | 0,005 | 0,006 | 0,011 | 0,007 | 0,005 | < 0,005 | 0,01 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 |
| | 29.09.2005 | 0,111 | 0,069 | 0,021 | 0,02 | 0,008 | 0,008 | 0,016 | 0,007 | 0,007 | < 0,005 | 0,011 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 |
| | 30.03.2005 | 0,06 | 0,021 | < 0,005 | 0,012 | 0,006 | 0,006 | 0,026 | 0,005 | 0,005 | < 0,005 | < 0,01 | 0,008 | 0,008 | < 0,005 | < 0,01 | < 0,025 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,025 | < 0,005 |
| | 20.04.2005 | 0,065 | 0,036 | < 0,005 | 0,012 | 0,006 | 0,006 | 0,017 | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 | < 0,005 | 0,007 | 0,007 | < 0,01 | < 0,025 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,025 | < 0,005 |
| Sempachersee | 19.05.2005 | 0,052 | 0,038 | 0,019 | 0,012 | 0,006 | 0,005 | 0,015 | 0,005 | 0,005 | 0,007 | < 0,01 | < 0,005 | < 0,005 | 0,005 | < 0,01 | < 0,025 | < 0,005 | 0,006 | < 0,005 | 0,01 | < 0,005 |
| | 07.06.2005 | 0,059 | 0,037 | 0,021 | 0,012 | 0,006 | 0,006 | 0,014 | 0,006 | 0,009 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,006 | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,008 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 |
| | 06.07.2005 | 0,059 | 0,04 | 0,021 | 0,011 | 0,005 | 0,007 | 0,014 | < 0,005 | 0,006 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,006 | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 |
| | 29.09.2005 | 0,077 | 0,065 | 0,029 | 0,016 | 0,007 | 0,009 | 0,018 | < 0,005 | 0,006 | 0,012 | < 0,005 | < 0,005 | 0,007 | 0,007 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 |
| Sempachersee | 23.03.2004 | 0,109 | 0,053 | < 0,005 | 0,016 | 0,010 | 0,006 | 0,011 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,011 | 0,028 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,025 | < 0,005 |
| | 19.04.2004 | 0,104 | 0,041 | < 0,005 | 0,016 | 0,010 | 0,006 | 0,012 | < 0,005 | < 0,005 | 0,005 | < 0,01 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,015 | < 0,025 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,025 | < 0,005 |
| | 25.05.2004 | 0,106 | 0,048 | < 0,005 | 0,018 | 0,010 | 0,007 | 0,013 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 | < 0,025 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,025 | < 0,005 |
| | 17.06.2004 | 0,108 | 0,043 | < 0,005 | 0,014 | 0,010 | 0,006 | 0,012 | 0,008 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 |
| | 07.07.2004 | 0,106 | 0,04 | < 0,005 | 0,015 | 0,009 | 0,006 | 0,012 | 0,006 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 |
| 15.09.2004 | 0,119 | 0,039 | < 0,005 | 0,018 | 0,011 | 0,006 | 0,02 | 0,006 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,017 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | |

Beurteilungskriterien

Belastungsindex – Der Belastungsindex setzt sich aus der Anzahl Messwerte, welche die gesetzlichen Anforderungen von 0.1 µg/l überschreiten und der Anzahl erhobenen Proben an einer Messstelle zusammen (Balsiger et al. 2007).

Belastungsindex = (Anzahl Messwerte >0.1 µg/l) / (Anzahl Proben)

In Anlehnung an das Modulstufen-Konzept des Bundes für die Beurteilung der chemischen Gewässerqualität wird der Belastungsindex in 5 Kategorien eingeteilt.

-  <0.2 pro Probe nie/selten Überschreitungen
-  0.2-0.5 pro Probe vereinzelt Überschreitungen
-  0.5-1.0 pro Probe regelmässig Überschreitungen
-  1.0-2.0 pro Probe häufig Überschreitungen
-  >2.0 pro Probe mehrere Überschreitungen pro Probe

Beim Vergleich zum Modulstufen-Konzept (MSK) gilt es zu berücksichtigen, dass der Belastungsindex auf der gesetzlichen Anforderung für Trinkwasser von 0.1 µg/l beruht und nicht wie bei der chemischen Gewässerqualität auf wirkungsbasierten Zielvorgaben. Für eine präzisere Aussage über die Belastungssituation durch Pestizide sowie eine Einteilung in Qualitätsklassen analog MSK sind stoff- oder stoffgruppenspezifische Zielvorgaben erforderlich.

Die Kriterien zur Einteilung in die verschiedenen Güteklassen sind nicht vom BAFU festgelegt und daher nicht in allen kantonalen Fachstellen identisch, was zu unterschiedlichen Interpretationen führen kann.

AQK und CQK - Um den ökotoxikologischen Eigenschaften der verschiedenen Substanzgruppen und Einzelstoffe gerecht zu werden, wurde auf vorhandene akute (AQK) und chronische Qualitätskriterien (CQK) zurückgegriffen (Tabelle 5). Solche Empfehlungen liegen erst für einen geringen Teil der hier analysierten Einzelstoffe vor. Das akute Qualitätskriterium ist eine Vorgabe, die zum Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaft nicht überschritten werden sollte. Das chronische Qualitätskriterium umfasst geringere Konzentrationen als das AQK, sollte aber zur Erfüllung nicht in kürzeren Abständen als 2 Wochen überschritten werden. Balsiger et al. (2007) schlägt für monatliche Stichproben ein 5 stufiges Beurteilungsschema analog zu MSK vor, bei dem AQKs und CQKs berücksichtigt werden.

Risikoquotient - Der Risikoquotient (RQ) bezeichnet das Verhältnis zwischen gemessener Konzentration einer Substanz und dem zugehörigen Toxizitätskriterium. Um dem gleichen Wirkungsmechanismus verschiedener Einzelstoffe in einem Gemisch Rechnung zu tragen, kann der Risikoquotient des Gemisches abgeschätzt werden:

$$RQ_{\text{Gemisch}} = \sum_i \frac{\text{Konz}_i}{\text{CQK}_i}$$

Ist die Summe der Risikoquotienten grösser als 1, besteht durch den entsprechenden Wirkungsmechanismus eine chronische (bei Anwendung des AQK eine akute) Gefährdung aquatischer Organismen, obwohl bei Betrachtung der Einzelstoffe keine solche Gefährdung erkennbar wäre.

LAWA Zielvorgaben - Die deutsche Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) gibt für gewisse Einzelstoffe wirkungsbasierte Zielvorgaben an, welche bei der Beurteilung beigezogen werden könnten.

Tabelle 5: ökotoxikologische Zielvorgaben

| Parameter | AQK ¹ | CQK ² | ZV LAWA ³ |
|---------------------|------------------|------------------|----------------------|
| | µg/l | µg/l | µg/l |
| 2,4-D | | | 2 |
| Alachlor | 8.4 | 0.56 | |
| Ametryn | | | 0.5 |
| Atrazin | 15 | 1.8 | |
| Azinphos-Methyl | | | 0.1 |
| Bentazon | | | 70 |
| Chloridazon | | | 10 |
| Chlorpyrifos-Methyl | 0.042 | 0.00081 | |
| Chlortoluron | 4.7 | 0.57 | 0.4 |
| Diazinon | 0.14 | 0.003 | |
| Dichlorvos | 0.047 | 0.0009 | 0.0006 |
| Dimethenamid | 1.6 | 0.11 | |
| Dimethoat | 1.38 | 0.026 | 0.2 |
| Diuron | 1.3 | 0.15 | 0.05 |
| Fenitrothion | | | 0.009 |
| Fenthion | | | 0.004 |
| Hexazinon | | | 0.07 |
| Isoproturon | 2.2 | 0.27 | 0.3 |
| Linuron | 2.6 | 0.32 | 0.3 |
| Malathion | | | 0.02 |
| MCPA | | | 2 |
| Mecoprop | | | 50 |
| Metazachlor | 1.9 | 0.13 | 0.4 |
| Methabenzthiazuron | | | 2 |
| Metolachlor | 4.4 | 0.3 | 0.2 |
| Metoxuron | 16 | 1.9 | |
| Parathion-Ethyl | 0.082 | 0.0016 | 0.005 |
| Parathion-Methyl | 0.16 | 0.0031 | 0.02 |
| Prometryn | | | 0.5 |
| Simazin | 23 | 2.8 | 0.1 |
| Terbutryn | 1.4 | 0.17 | |
| Terbutylazin | 3.1 | 0.38 | 0.5 |
| Triazophos | | | 0.03 |

¹ AQK: akutes Qualitätskriterium (Balsiger et al. 2007, Chèvre et al. 2006)

² CQK: Chronisches Qualitätskriterium (Balsiger et al. 2007, Chèvre et al. 2006)

³ ZV LAWA: Zielvorgabe der deutschen Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)

8 Literatur

Agrarbericht 2010, BLW

Amt für Umweltschutz (AFU) des Kantons St. Gallen, 2003, Pestizide in St.Galler Fliessgewässern und im Grundwasser, Umweltfacts 2/03.

Ch. Balsiger, 2007, Gewässerbelastung durch Pestizide, gwa 3/20067

Ch. Balsiger, P. Niederhauser, O. Jäggi und W. Meier, 2004, Pestizide in Fliessgewässern des Kantons Zürich, Auswertung der Untersuchungen von 1999 bis 2003.

BAFU, 2010, Umsetzung des Verbots von Pflanzenschutzmitteln

BLW, 2010, Statistik der Fachbereichs Pflanzenschutzmittel, In der Schweiz verkaufte Pflanzenschutzmittel - Wirkstoffe 2008

D. Bürgi, Knechtenhofer und I. Meier, 2007, Projekt BIOMIK: Biozide als Mikroverunreinigungen in Abwasser und Gewässern, Teilprojekt 1: Priorisierung von bioziden Wirkstoffen. Studie von FRIEDLIPARTNER AG im Auftrag des BAFU und ERZ Entsorgung und Recycling, Zürich

N. Chèvre, C. Loepfe, K. Fenner, H. Singer, B. Escher und C. Stamm, 2006, Pestizide in Schweizer Oberflächengewässern. Wirkungsbasierte Qualitätskriterien. gwa 4: 297-307.

P. Herzog, C. Crespi und R. Lovas, 2005, Sanierung des Sempachersees, Auswertung der Zuflussuntersuchungen, 1998 bis 2003, Amt für Umweltschutz Luzern.

P. Herzog, C. Crespi und R. Lovas, 2005b, Sanierung des Baldeggersees, Auswertung der Zuflussuntersuchungen, 2000 bis 2004, Amt für Umweltschutz Luzern.

R. Lovas, P. Herzog und H. Hebeisen, 2004, Pestizid-Untersuchungen in Fliessgewässern des Kantons Luzern, Amt für Umweltschutz Luzern.

A. Stöckli, C. Crespi, P. Herzog, P. Keller und B. Mattmann, 2005, Untersuchung der Reuss und ihrer Zuflüsse unterhalb des Vierwaldstättersees in den Jahren 1999 - 2003, Amt für Umweltschutz Aargau.

U.P. Vonarburg, A. Stöckli und M. Müller, 2002, Pestizide in Aargauer Fliessgewässern 2001, Amt für Umweltschutz Aargau.