



Zustand der Freiburger Gewässer

Ergebnisse der Überwachung der Pestizide im Grundwasser



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Service de l'environnement SEn
Amt für Umwelt AfU

Direction de l'aménagement, de l'environnement et des constructions **DAEC**
Raumplanungs-, Umwelt- und Baudirektion **RUBD**

Impressum

Herausgeber

—

Amt für Umwelt – Juli 2021

Projektleitung

—

Nicolas Aebischer

Mitwirkung

—

Tobias Graf, Daniel Käser, Catherine Folly, Romain Ducommun, Eric Mennel, Rachel Brulhart

Titelbild

—

Barberêche, © Amt für Umwelt

Danksagung

—

Dem Labor des Amtes für Umwelt für die Probenahmen und Analysen.

Übersetzung

—

Die Originalsprache ist Französisch.

Übersetzung: Etienne Rosset traduction www.rosset-traduction.ch

Diese Publikation existiert nur in digitaler Form. Sie ist auch in französischer Sprache verfügbar.

Auskunft

—

Amt für Umwelt AfU

Sektion Gewässerschutz

Impasse de la Colline 4, 1762 Givisiez

T +26 305 37 60

sen@fr.ch, www.fr.ch/afu

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	4	7	Analyse der Ergebnisse	19
2	Einleitung	7	7.1	Gesamtanalyse	19
3	Definition	8	7.2	Pestizidanalysen	23
4	Gesetzliche Grundlagen	9	7.2.1	Atrazin	23
5	Zulassung der Pflanzenschutzmittel	10	7.2.2	Chloridazon	25
5.1	Einleitung	10	7.2.3	Chlorothalonil	27
5.2	Relevante und nicht relevante Metaboliten	10	7.2.4	Metolachlor (S-Metolachlor)	28
5.3	Chlorothalonil	11	7.2.5	2,6-Dichlorbenzamid	30
6	Analysen	13	7.2.6	Bentazon	31
6.1	Einleitung	13	7.2.7	Weitere Pestizidrückstände	32
6.2	NAQUA	13	8	Schlussfolgerung	34
6.3	ESoutQual	17	A1	Liste der in den Programmen NAQUA und ESoutQual analysierten Stoffe	36

1 Zusammenfassung

Die Klasse der Pestizide umfasst Pflanzenschutzmittel, die zum Schutz der Pflanzen sowie zur Vernichtung von unerwünschten Pflanzen eingesetzt werden, sowie Biozidprodukte, deren Ziel die Bekämpfung von Schadorganismen ist. Der vorliegende Bericht gibt einen Überblick über die Situation der seit 2008 im Grundwasser des Kantons Freiburg analysierten Pestizidrückstände. Unter Pestizidrückständen versteht man Wirkstoffe sowie gewisse Abbauprodukte, sogenannte Metaboliten. Bei diesen unterscheidet man zwischen relevanten Metaboliten, deren biologische Aktivität oder Toxizität ein nicht zu vernachlässigendes Risiko darstellt, und nicht relevanten Metaboliten, deren Risiko als gering betrachtet wird. Für Wirkstoffe ist der gesetzliche Grenzwert im Grundwasser bei 0.1 µg/l festgelegt. Für relevante Metaboliten gilt der gesetzliche Grenzwert von 0.1 µg/l auch für Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist, während in anderen Fällen wie z.B. für nicht relevante Metaboliten kein Grenzwert festgelegt ist.

Zwei Messkampagnen zur Analyse des Grundwassers werden parallel geführt und in diesem Bericht berücksichtigt:

- > Die Kampagne NAQUA-SPEZ, die im Rahmen der [nationalen Grundwasserbeobachtung](#) geführt wird. Für den vorliegenden Bericht wurden Ergebnisse dieser Kampagne für die Jahre 2014 bis 2020 berücksichtigt;
- > Die Kampagne ESoutQual, die durch das Amt für Umwelt geführt wird. Für den vorliegenden Bericht wurden Ergebnisse dieser Kampagne für den Zeitraum 2008 bis Mai 2020 berücksichtigt.

Die im Rahmen dieser Kampagnen erhaltenen Ergebnisse wurden einer Gesamtanalyse unterzogen, mit dem Ziel, den allgemeinen Zustand und die Entwicklung der Qualität des Grundwassers im Kanton Freiburg zu untersuchen, ohne dabei dessen Nutzung als Trinkwasser besonders zu berücksichtigen. Die Statistiken beziehen sich folglich auf die Gesamtheit der Analysen und berücksichtigen die spezifischen Eigenschaften der einzelnen beprobten Grundwasserfassungen nicht.

Die Ergebnisse dieser Kampagnen zeigen, dass die Wirkstoffe nur selten den gesetzlichen Grenzwert überschreiten. Am häufigsten betroffen sind Atrazin und Bentazon, die jeweils 44 % der Überschreitungen für die Klasse der Wirkstoffe ausmachen. Die Verwendung von Atrazin ist seit 2012 verboten und seitdem kann ein langsamer, aber signifikanter Rückgang der Konzentration in den Gewässern beobachtet werden. Seit 2015 werden für diesen Stoff keine Überschreitungen mehr beobachtet. Beim Bentazon beschränken sich die Überschreitungen des Grenzwertes auf einen sehr bestimmten Ort. Für diesen Ort müssen Massnahmen auf der Ebene des Einzugsgebiets der Ressource ergriffen werden.

Die Analysemethoden erfuhren in den letzten Jahren bedeutende Weiterentwicklungen, insbesondere in Bezug auf die Nachweisbarkeit von Abbauprodukten. Seit 2018 wurden die Kampagnen mit neuen Parametern ergänzt, insbesondere für die Chlorothalonil- und die Metolachlor-Metaboliten. Aus diesem Grund nimmt der Anteil der Proben, die Pestizidrückstände enthalten, deutlich zu. 2016 enthielten 31 % der Proben mindestens einen Pestizidrückstand (Wirkstoff oder Metabolit). Im Jahr 2020 enthielten 74 % der Proben solche Rückstände. Bei den relevanten Metaboliten hat sich dieser Anteil von 19 % (davon 0 mit einer Konzentration über dem gesetzlichen Grenzwert) auf 63 % (davon 52 % mit einem Wert über 0.1 µg/l) erhöht.

Vor 2019 waren die am häufigsten gefundenen relevanten Metaboliten jene von Atrazin. Ähnlich dem Ausgangsstoff, weisen auch diese einen langsamen aber stetigen Rückgang auf. Seit 2016 werden keine Überschreitungen mehr beobachtet. Seit 2019 sind die Metaboliten von Chlorothalonil für alle Überschreitungen des gesetzlichen Grenzwertes für die Klasse der relevanten Metaboliten verantwortlich.¹ Bis dahin galten diese als nicht relevant,

¹ Hier ist anzumerken, dass die Einstufung von Chlorothalonil und dessen Metaboliten als wahrscheinlich krebserregend noch diskutiert wird. Am 15. Februar 2021 ordnete das Bundesverwaltungsgericht an, dass das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und

weshalb ihre Konzentrationen nur selten untersucht wurden. Diese häufigen Überschreitungen, die in der gesamten Schweiz beobachtet wurden, gaben Anlass zu grosser Sorge. Aus diesem Grund wurde der Einsatz von Chlorothalonil ab dem 1. Januar 2020 unbefristet verboten. Es wird jedoch sicherlich noch einige Jahre dauern, bis die betroffenen Gewässer wieder gesetzeskonforme Werte erreichen.

Zu den am häufigsten nachgewiesenen nicht relevanten Metaboliten zählen jene von Chloridazon (64 % der Fälle von nicht relevanten Metaboliten in Konzentrationen über 0.1 µg/l), einem Herbizid, das fast ausschliesslich im Anbau von Zuckerrüben eingesetzt wird. Obwohl sie nicht relevant sind und als weniger gefährlich angesehen werden (und folglich keinem gesetzlichen Grenzwert unterliegen), veranlasste das bedeutende Auftreten dieser Stoffe die Behörden ebenfalls dazu, die Verwendung von Chloridazon ab dem 6. Januar 2022 zu verbieten. Dieses Verbot sollte eine recht schnelle Abnahme der Metabolitenkonzentrationen im Grundwasser ermöglichen, da diese schätzungsweise etwas mehr als hundert Tage im Grundwasser fortbestehen.

Schliesslich werden zwei weitere nicht relevante Metaboliten häufig in Konzentrationen über 0.1 µg/l nachgewiesen, namentlich 2,6-Dichlorbenzamid (14 % der Fälle) und die Metaboliten von Metolachlor (15% der Fälle). Ersteres entsteht beim Abbau von Dichlobenil, das seit 2013 verboten ist, und Fluopicolid, einem im Rebbau weiterhin benutzten Fungizid. Seine Konzentrationen sind stabil und unterliegen keinen besonderen Massnahmen. Die Metolachlor-Metaboliten nehmen tendenziell regelmässig zu, wahrscheinlich aufgrund der Substitution von Atrazin durch Metolachlor. Ihnen sollte daher in Zukunft besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

In diesem Zustandsbericht sind Karten dargestellt, welche die Verteilung der wichtigsten nachgewiesenen Pestizidrückstände auf dem Gebiet des Kantons Freiburg veranschaulichen. Aus dieser Bestandsaufnahme geht hervor, dass die Bezirke Broye, See, Sense, Saane sowie der südliche Glanebezirk die am stärksten betroffenen Regionen sind. Im Greyerzbezirk und im Bezirk Vivisbach (Voralpen) hingegen, ist die Gewässerqualität in Bezug auf Pestizidrückstände meistens einwandfrei.

Dieser Zustandsbericht zeigt auf, dass auf nationaler Ebene hinsichtlich der wichtigsten Pestizidrückstände, die ebenfalls im Kanton Freiburg nachgewiesen wurden, bereits Sanierungsmassnahmen ergriffen wurden. Weniger flächendeckende Fälle können auf lokaler Ebene durch Schutzmassnahmen im Einzugsgebiet der betroffenen Ressource geregelt werden. Einige Erwägungen sollten jedoch berücksichtigt werden:

- > Rückstände von Metaboliten werden häufiger und in höheren Konzentrationen nachgewiesen als Wirkstoffe.
- > Sie sind häufig langlebiger als der Wirkstoff, weshalb sie nicht selten auch nach dem Verbot des Ausgangsstoffs noch mehrere Jahre im Grundwasser nachzuweisen sind, dessen Erneuerung sehr langsam sein kann.
- > Die toxikologischen Eigenschaften und die Ausbreitung von Metaboliten in der Umwelt sind oft weniger gut untersucht und bekannt als jene des Wirkstoffs. In gewissen Fällen werden keine Analysen durchgeführt oder sie sind nicht durchführbar.

Aufgrund dieser Erwägungen werden folgende Massnahmen vorgeschlagen:

- > Das Verfahren zur Zulassung von Pflanzenschutzmitteln durch den Bund muss gestärkt werden, sodass Abbauprodukte von Wirkstoffen besser identifiziert und charakterisiert werden können.
- > Die Entwicklung von Analysemethoden muss auf nationaler Ebene und in Zusammenarbeit mit den Kantonen vorangetrieben werden. Auch müssen Screening-Studien durchgeführt werden, um Rückstände, die langfristig und in hohen Konzentrationen in den Gewässern vorhanden sein könnten, frühzeitig zu identifizieren und zu quantifizieren.

—

Veterinärwesen (BLV) seine Richtlinie zu diesem Thema von seiner Website entfernen müsse, bis ein Sachurteil über die Einstufung von Chlorothalonil und über die Relevanz seiner Metaboliten vorliegt. Für diesen Bericht und bis zur Klärung ihrer Einstufung haben wir sie als relevant betrachtet, auch in Anbetracht dessen, dass dieser Bericht lediglich den Stand der Situation darstellt und rechtlich nicht verbindlich ist.

-
- > Eine regelmässige Analyse der Situation in Bezug auf Pestizide im Kanton und eine verstärkte Zusammenarbeit zwischen den betroffenen Ämtern, d.h. dem AfU, Grangeneuve und dem Amt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (LSVW), um die geeigneten Massnahmen zum Schutz der Verbraucher und der Umwelt so schnell wie möglich zu ergreifen.

Kantonaler Aktionsplan Pflanzenschutz

Der kantonale Aktionsplan Pflanzenschutz (kAPP; in Vorbereitung) präsentiert ebenfalls Daten zur Grundwasserqualität in Bezug auf Pestizide und deren Metaboliten.

Die im kAPP für die Daten des Netzwerks ESoutQual bis Mai 2020 zusammengestellten Grundwasseranalysen zeigen auf, dass die Anforderungen der GSchV hinsichtlich der Konzentrationen von organischen Pestiziden an 28 von 46 Messstellen (61 %) nicht erfüllt sind. Die Konzentration eines der analysierten Pestizide oder eines seiner relevanten Metaboliten überschreitet dort den Wert von 0.1 µg/l. Ferner wurden an 7 Messstellen (15 %) Pestizide oder deren relevante Metaboliten im Grundwasser nachgewiesen, allerdings in Konzentrationen unterhalb der Anforderungen der GSchV (zwischen 0.01 µg/l und 0.1 µg/l). 11 Messstellen (24 %) zeigen keine nachweisbaren Spuren von Pestiziden oder deren relevanten Metaboliten (< 0.01 µg/l).

Die Unterschiede in den Statistiken, die zwischen den im kAPP und den im vorliegenden Bericht dargelegten Daten festzustellen sind, gehen aus der unterschiedlichen Bearbeitung der Rohdaten hervor:

- > Im kAPP werden Wirkstoffe und relevante Metaboliten gemeinsam behandelt. Im vorliegenden Zustandsbericht werden die beiden Kategorien getrennt behandelt.
- > Im kAPP werden die Statistiken in Bezug auf die Anzahl der Fassungen erstellt. Im vorliegenden Bericht beziehen sie sich auf die Anzahl der analysierten Wasserproben.

2 Einleitung

Gemäss Art. 50 des Bundesgesetzes über den Schutz der Gewässer (GSchG) "*prüfen Bund und Kantone die Auswirkungen der Massnahmen dieses Gesetzes und informieren die Öffentlichkeit über den Gewässerschutz und den Zustand der Gewässer [...]*". Der vorliegende Zustandsbericht wird in Anwendung dieses Artikels herausgegeben und der Öffentlichkeit vorgestellt.

Dieser Bericht beruht auf den Analysen von 97 Pestizidrückständen (siehe Tabelle 4 in Anhang A1), die im Rahmen von zwei Kampagnen durchgeführt wurden:

- > Die Kampagne NAQUA-SPEZ, die seit 2004 im Rahmen der nationalen Grundwasserbeobachtung geführt wird. Für den vorliegenden Bericht wurden Daten dieser Kampagne für die Jahre 2014 bis 2020 berücksichtigt;
- > Die Kampagne ESoutQual, die vom AfU geführt wird. Für den vorliegenden Bericht wurden Ergebnisse dieser Kampagne für die Jahre 2008 bis 2020 berücksichtigt.

Pestizidrückstände bestehen aus den im Grundwasser vorhandenen Restmengen von Wirkstoffen, aber auch aus bestimmten Stoffen, die durch ihren Abbau in der Umwelt entstehen, den sogenannten Abbauprodukten oder Metaboliten. Der Begriff Pestizid umfasst die Gruppe der Pflanzenschutzmittel, die zum Schutz von Pflanzen, zur Regulierung ihres Wachstums oder zur Vernichtung von unerwünschten Pflanzen eingesetzt werden, sowie Biozidprodukte, deren Ziel die Bekämpfung von Schadorganismen ist. Der vorliegende Zustandsbericht befasst sich hauptsächlich mit der Situation hinsichtlich der Rückstände von Pflanzenschutzmitteln und deren Abbauprodukten im Grundwasser des Kantons Freiburg.

Rund 300 künstliche organische Stoffe sind derzeit in der Schweiz als Pflanzenschutzmittel zugelassen. Sie werden hauptsächlich in der Landwirtschaft, aber auch in der Hortikultur und in privaten Gärten eingesetzt. Jährlich werden ca. 2000 t Pflanzenschutzmittel verkauft.² Für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln ist derzeit das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) zuständig. Die Modalitäten der Prüfung von Pflanzenschutzmitteln werden in Kapitel 5 kurz beschrieben.

Die Produkte, die beim Abbau von Wirkstoffen in der Umwelt entstehen, werden in zwei Klassen eingeteilt: relevante und nicht relevante Metaboliten. Aufgrund ihrer Bedeutung für die während der Kampagnen durchgeführten Analysen und für die Beurteilung der Einhaltung der Grenzwerte, werden die Grundsätze zur Unterscheidung zwischen den beiden Klassen in Kapitel 5 erläutert. Am Beispiel der Metaboliten von Chlorothalonil, einem bis 2019 noch weit verbreiteten Herbizid, wird die Kontroverse um diese Stoffe veranschaulicht.

Die Kampagnen NAQUA-SPEZ und ESoutQual werden in Kapitel 6 vorgestellt. Dieses Kapitel enthält auch eine Karte der Probenahmestellen und die Liste der analysierten Stoffe.

Die Ergebnisse der Analysen werden in Kapitel 7 vorgestellt und kommentiert, zunächst in Form einer Gesamtanalyse, welche die am häufigsten nachgewiesenen Stoffe hervorhebt, dann in Form einer detaillierteren Analyse dieser Stoffe. Diese Analysen werden durch Karten des Kantons Freiburg illustriert, anhand welcher sowohl die verschonten als auch die am stärksten betroffenen Gebiete leicht zu erkennen sind. Sie sollen dem Leser erlauben, sich ein objektives Bild der aktuellen Situation und ihrer Entwicklung zu machen.

² Zustand und Entwicklung Grundwasser Schweiz - Ergebnisse der Nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA, Stand 2016, BAFU.

3 Definition

Pflanzenschutzmittel: gemäss der Pflanzenschutzmittelverordnung (PSMV), Produkte in der dem Verwender oder der Verwenderin gelieferten Form, die aus Wirkstoffen, Safenern oder Synergisten bestehen oder diese enthalten (Pflanzenschutzmittel) und für einen der nachstehenden Verwendungszwecke bestimmt sind:

- a. Pflanzen oder Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen zu schützen oder deren Einwirkung vorzubeugen, soweit es nicht als Hauptzweck dieser Produkte erachtet wird, eher hygienischen Zwecken als dem Schutz von Pflanzen oder Pflanzenerzeugnissen zu dienen;
- b. in einer anderen Weise als Nährstoffe die Lebensvorgänge von Pflanzen zu beeinflussen, insbesondere indem sie das Wachstum der Pflanzen regeln;
- c. Pflanzenerzeugnisse zu konservieren, soweit diese Stoffe oder Produkte nicht besonderen Vorschriften über Konservierungsstoffe unterliegen;
- d. unerwünschte Pflanzen oder Pflanzenteile, mit Ausnahme von Algen, zu vernichten, es sei denn, die Produkte werden zum Schutz von Pflanzen auf dem Boden oder Wasser ausgebracht;
- e. ein unerwünschtes Wachstum von Pflanzen zu hemmen oder zu verhindern, mit Ausnahme von Algen, es sei denn, die Produkte werden auf dem Boden oder Wasser zum Schutz von Pflanzen ausgebracht.

Biozide: Stoffe, Zubereitungen oder Gegenstände, die dazu bestimmt sind, Schadorganismen auf andere Weise als durch einfache physikalische oder mechanische Einwirkung zu vernichten, zurückzudrängen oder unschädlich zu machen, deren Schäden vorzubeugen oder sie zu bekämpfen.

Pestizide: Stoffe, die zur Bekämpfung von Organismen eingesetzt werden, die als schädlich angesehen werden. Es handelt sich um einen Oberbegriff, der Insektizide, Fungizide, Herbizide und Parasitizide mit biozider Wirkung umfasst. Im vorliegenden Bericht fasst der Begriff Pestizid Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte zusammen.

Bestimmungsgrenze (BG): Konzentration eines Stoffes, ab welcher dieser durch eine Analysemethode quantifiziert werden kann. Es ist wichtig, dass die Bestimmungsgrenze einer Analysemethode deutlich unter dem gesetzlichen Grenzwert für diesen Stoff liegt, sodass mit ausreichender Genauigkeit bestimmt werden kann, ob die Anforderungen für diesen Stoff erfüllt sind oder nicht. Es ist zu beachten, dass ein Stoff mit einer Analysemethode zwar nachgewiesen, seine Konzentration aber nicht quantifiziert werden kann, weil das Signal zu schwach ist (vereinfacht ausgedrückt). Wenn ein Stoff nicht nachgewiesen wird oder das Signal unterhalb der Bestimmungsgrenze liegt, wird das Ergebnis mit der Angabe "< BG" (kleiner als die Bestimmungsgrenze) angegeben. Im vorliegenden Bericht werden alle Stoffe, für welche "< BG" gilt, als nicht nachgewiesen betrachtet.

4 Gesetzliche Grundlagen

Pflanzenschutzmittelverordnung, PSMV: regelt die Zulassung, das Inverkehrbringen, die Verwendung und die Kontrolle von Pflanzenschutzmitteln in allen Anwendungsbereichen. Sie legt insbesondere Nutzungsbeschränkungen in Grundwasserschutzzonen S2 fest.

Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, ChemRRV: legt die Pflicht fest, für berufliche Anwendungen eines Pflanzenschutzmittels über eine Bewilligung zu verfügen. In ihrem Anhang 2.5 wird die Möglichkeit eingeräumt, die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln in einem Zuströmbereich Z_u zu verbieten, wenn die Anforderungen an die Grundwasserqualität wiederholt nicht erfüllt werden. Sie legt Verbote oder Einschränkungen für die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln fest, insbesondere in Gebieten wie:

- > Hecken, Feldgehölze, Wald und ihre Umgebung;
- > Oberirdische Gewässer und ihre Umgebung;
- > Grundwasserschutzzonen S1;
- > auf Dächern und Terrassen;
- > an Strassen, Wegen und Plätzen und in ihrer Umgebung.

Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV): legt für jedes für das Trinkwasser relevante Pestizid oder Metabolit einen Höchstwert von **0.1 µg/l** und von 0.5 µg/l für die Summe dieser Stoffe im Trinkwasser fest. Für Aldrin, Dieldrin, Heptachlor und Heptachlorepoxyd gilt ein Höchstwert von 0.030 µg/l.

Gewässerschutzverordnung, GSchV: regelt in Anhang 2, Ziff. 22 die Anforderungen an die Qualität des als Trinkwasser genutzten Grundwassers; für organische Pestizide (Wirkstoffe) wird ein Grenzwert von **0.1 µg/l** festgelegt. Sie legt auch als ökologisches Ziel fest, dass die Qualität des Grundwassers so beschaffen sein soll, dass im Wasser keine künstlichen, langlebigen Stoffe enthalten sind. Ausserdem muss die Wasserqualität so beschaffen sein, dass das Wasser nach Anwendung einfacher Aufbereitungsverfahren die Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung einhält. Da Rückstände von Pflanzenschutzmitteln in der Regel nicht durch ein einfaches Aufbereitungsverfahren aus dem Grundwasser eliminiert werden können, gelten die in der TBDV festgelegten Höchstwerte auch für das genutzte Grundwasser, auch wenn der Anhang 2 der GSchV keine bezifferten Werte für Metaboliten von Pflanzenschutzmitteln vorgibt.³

³ Monitoring von PSM-Rückständen im Grundwasser, Aqua&Gas N°6, 2017, S. 78-89.

5 Zulassung der Pflanzenschutzmittel

5.1 Einleitung

Um angewendet werden zu können, müssen Pflanzenschutzmittel vom BLW zugelassen sein. Hierfür muss der Gesuchsteller insbesondere nachweisen:

- > dass das Produkt für die vorgesehene Verwendung wirksam ist;
- > dass die Toxizität des Wirkstoffs und seiner Abbauprodukte annehmbar ist;
- > dass die Verteilung des Wirkstoffs und seiner Metaboliten in der Umwelt annehmbar ist.

Der Gesuchsteller, der die Zulassung eines Pflanzenschutzmittels beantragt, muss ein umfangreiches Dossier einreichen, das insbesondere Folgendes enthält:

- > toxikologische Studien über die Wirkstoffe und Abbauprodukte, die entstehen könnten;
- > Studien über den Abbau des Wirkstoffs in verschiedenen Bodentypen;
- > Studien über die Verteilungskapazität der Rückstände, insbesondere im Grundwasser.

Das zuständige Amt prüft die Zulassung neuer Wirkstoffe, entscheidet über den Widerruf der Zulassung von alten Wirkstoffen und legt gegebenenfalls zum Schutz der Umwelt Einschränkungen für die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln fest. Alle in der Schweiz zugelassenen Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln sind in der Pflanzenschutzmittelverordnung (PSMV, Anhang 1) und im Pflanzenschutzmittelverzeichnis aufgeführt, das auf der Website des BLW einsehbar ist. Nach Angaben des BLW wurden zwischen 2006 und 2015 55 neue chemische Wirkstoffe zugelassen. Im gleichen Zeitraum wurde die Zulassung von 71 "alten" Wirkstoffen widerrufen.² Das Thema unterliegt einer ständigen Entwicklung, was die Überwachung von Rückständen, die potenziell im Grundwasser gefunden werden können, und die langfristige Analyse der aus den Kampagnen hervorgehenden Ergebnisse und ihrer Tendenzen erschwert.

Hierzu ist anzumerken, dass der Bundesrat am 17. Februar 2021 Massnahmen zur Optimierung des Zulassungsverfahrens für Pflanzenschutzmittel beschlossen hat. Neu wird per 1. Januar 2022 die Zulassungsstelle für Pflanzenschutzmittel dem Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) zugeordnet. Die Rolle des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) im Beurteilungsprozess sowie die strategische Führung des Steuerungsausschusses werden gestärkt. Das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) bleibt weiterhin für die landwirtschaftlichen Aspekte zuständig. Die Pflanzenschutzmittelverordnung soll entsprechend revidiert werden.⁴

5.2 Relevante und nicht relevante Metaboliten

Wenn ein Pflanzenschutzmittel in die Umwelt freigesetzt wird, zerfällt es im Kontakt mit Organismen, Boden, Luft oder oberirdischen bzw. unterirdischen Gewässern mehr oder weniger schnell, wobei sich Abbauprodukte, auch Metaboliten genannt, bilden. Die PSMV definiert in Art. 3, Abs. 1, Bst. ac was unter relevanten Metaboliten zu verstehen ist:

"Ein Metabolit wird als relevant eingestuft, wenn Grund zur Annahme besteht, dass er in Bezug auf seine gewünschte biologische Wirksamkeit mit dem Ausgangsstoff vergleichbare inhärente Eigenschaften aufweist oder für Organismen ein höheres oder vergleichbares Risiko wie der Ausgangsstoff darstellt oder über bestimmte toxikologische Eigenschaften verfügt, die als nicht annehmbar erachtet werden." Diese Relevanz wird im Rahmen der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln nur für Metaboliten beurteilt, die in Konzentrationen von mehr als 0.1 µg/l im

⁴ <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-82364.html>

Grundwasser prognostiziert werden. Die pestizide Wirkung dieser Metaboliten wird durch das Kompetenzzentrum des Bundes für landwirtschaftliche Forschung Agroscope beurteilt, die toxikologischen Eigenschaften durch das BLV.

Die Methode zur Beurteilung der Relevanz eines Metabolites beruht auf einer europäischen Richtlinie.⁵ Gemäss dieser Richtlinie wird ein Metabolit als relevant eingestuft, wenn Grund zur Annahme besteht, dass er eine mit dem Wirkstoff vergleichbare biologische Wirksamkeit aufweist oder dass er über toxikologische Eigenschaften verfügt, die als schwerwiegend erachtet werden, sofern nicht das Gegenteil nachgewiesen wurde. In der Richtlinie wird jedoch darauf aufmerksam gemacht, dass es aus praktischen Gründen und aufgrund technischer Machbarkeit nicht immer möglich ist, zweitrangige Metaboliten zu identifizieren, die in Untersuchungen nur in geringen Mengen auftreten und sich in der Regel nicht ansammeln. Darüber hinaus können sich die Eigenschaften der in den verschiedenen Ländern landwirtschaftlich genutzten Böden stark von denen der Böden unterscheiden, die in den für die Zulassung eines Wirkstoffs durchgeführten Studien über den Abbau der Stoffe verwendet werden.

Für nicht relevante Metaboliten erwägt die europäische Richtlinie auf der Grundlage allgemeiner Überlegungen zur Toxizität chemischer Produkte, dass eine Konzentration von weniger als 0.75 µg/l nicht als problematisch betrachtet werden sollte. Übersteigt die Konzentration diesen Wert, sollten auch nicht relevante Metaboliten Gegenstand toxikologischer Untersuchungen sein.

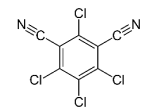
Für relevante Metaboliten legt die Gesetzgebung über Trinkwasser einen Grenzwert von 0.1 µg/l fest, der entsprechend auch für das zur Trinkwassergewinnung benutzte Grundwasser gilt. Dieser Grenzwert ist ein allgemeiner Wert, der in Analogie zu den Pflanzenschutzmitteln festgelegt wurde und nicht auf toxikologische Erwägungen beruht. Die Gesetzgebung definiert keinen quantitativen Grenzwert für nicht relevante Metaboliten.

5.3 Chlorothalonil

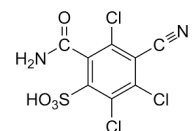
Chlorothalonil ist ein Fungizid, das seit 1970 in der Landwirtschaft zum Schutz von Obst und Gemüse eingesetzt wird. Bis 2018 war dieser Stoff nicht Bestandteil der üblichen Grundwasseranalyseprogramme (NAQUA, ESoutQual). In der Tat wird der Wirkstoff nur selten in den Gewässern nachgewiesen und seine Abbauprodukte wurden nicht als gefährlich eingestuft (nicht relevante Metaboliten), weshalb die Gewässer kaum danach untersucht wurden. Im Jahr 2018 wurden die ersten Analysen veröffentlicht, die hohe Gehalte an Abbauprodukten von Chlorothalonil nachwiesen. In der Zwischenzeit veranlassten neue Elemente das BLV, die toxikologische Einstufung dieser Rückstände zu ändern. Von nicht relevant wurde sie auf für den Menschen wahrscheinlich krebserregend geändert. Während für diese Stoffe zu diesem Zeitpunkt keine Norm galt, wurde der Grenzwert daraufhin auf 0.1 µg/l festgelegt. Auf dieser Grundlage hat das BLV beschlossen, die Verkaufsbewilligungen für Produkte, die Chlorothalonil enthalten, mit sofortiger Wirkung zu widerrufen und deren Verwendung ab dem 1. Januar 2020 zu verbieten. Auf europäischer Ebene hat die Europäische Kommission am 29. April 2019 beschlossen, Chlorothalonil aus dem Verkehr zu ziehen und seine Verwendung ab dem 20. Mai 2020 zu verbieten.

Laboratorien haben in kurzer Zeit Methoden zur Messung der Abbauprodukte von Chlorothalonil entwickelt. Die Ergebnisse der Analysen des Kantons Freiburg in Bezug auf diese Stoffe werden in Kapitel 0 präsentiert.

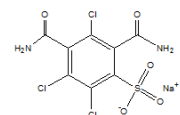
Es ist anzumerken, dass die Einstufung von Chlorothalonil und seiner Metaboliten als wahrscheinlich krebserregend umstritten ist. Durch Zwischenentscheid ordnete das Bundesverwaltungsgericht am 15. Februar 2021 an, dass das



Chlorothalonil



R417888



R471811

⁵ https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/pesticides_ppp_app-proc_guide_fate_metabolites-groundwtr.pdf

BLV seine Richtlinie zu diesem Thema von seiner Website entfernen müsse, bis ein Sachurteil über die Einstufung von Chlorothalonil und über die Relevanz seiner Metaboliten vorliegt. Für diesen Bericht und bis zum Vorliegen einer klärenden Entscheidung, haben wir sie als relevant betrachtet, auch in Anbetracht dessen, dass dieser Bericht lediglich den Stand der Situation darstellt und keine rechtliche Verbindlichkeit besitzt.

6 Analysen

6.1 Einleitung

Seit 2002 werden mehrere Kampagnen zur Analyse der Rückstände von Pflanzenschutzmitteln in den Gewässern des Kantons Freiburg durchgeführt. Diese Kampagnen betreffen Oberflächengewässer, Grundwasser und Trinkwasser. In Bezug auf das Grundwasser wurden für die Verfassung des vorliegenden Berichts die Ergebnisse für die Jahre 2014 bis 2020 der vom Bund geführten Kampagne NAQUA-SPEZ sowie die Ergebnisse für die Jahre 2008 bis 2020 der vom Kanton Freiburg durchgeführten Kampagne ESoutQual berücksichtigt.

6.2 NAQUA

2002 hat der Bund die Nationale Grundwasserbeobachtung **NAQUA** eingeführt. In diesem Rahmen werden Kampagnen zur Analyse des Schweizer Grundwassers durchgeführt. Ziel dieser Untersuchungen ist es, die Entwicklung der Wasserqualität im Laufe der Zeit zu beobachten, die Auswirkungen bestimmter Ereignisse wie der globalen Erwärmung zu identifizieren und qualitative Probleme anhand der im Wasser nachgewiesenen Stoffe zu erkennen.

Auf der Grundlage von NAQUA wurden eine Reihe von Berichten verfasst, die den Zustand und die Entwicklung des Grundwassers in der Schweiz beschreiben. Diese können auf der Website des BAFU eingesehen werden.⁶ NAQUA besteht aus verschiedenen Modulen zur Beurteilung der Entwicklung der Grundwasser-Quantität (Modul QUANT), dessen Isotopenzusammensetzung (Modul ISOT) und der Grundwasser-Qualität (Module TREND und SPEZ). Im Rahmen des Moduls SPEZ wird ein Monitoring einer Reihe von Pestizidrückständen erstellt.

Die Auswahl der Stoffe für das Langzeitmonitoring beruht auf Prognosen zur Verlagerung der einzelnen Wirkstoffe und Metaboliten von Pflanzenschutzmitteln ins Grundwasser. Berücksichtigt werden experimentell ermittelte Daten zu Mobilität (Sorption) und Abbaubarkeit (Halbwertszeit) der Wirkstoffe im Boden sowie Ergebnisse von Modellrechnungen, die im Rahmen des Zulassungsverfahrens der einzelnen Wirkstoffe durchgeführt werden. Eine weitere Priorisierung erfolgt anschliessend anhand der auf dem Schweizer Markt verkauften Mengen der Wirkstoffe, die jährlich vom BLW erhoben werden. Die Auswahl stützt sich zudem auf die Durchführung von Pilotstudien an ausgewählten Messstellen zur Früherkennung und Identifikation von Stoffen, die potenziell Auswirkungen auf die Umwelt haben könnten (sogenannte «emerging pollutants»³).

Die Beprobungsfrequenz richtet sich einerseits nach der bekannten Belastung der Messstelle und andererseits nach ihrer potenziellen Exposition gegenüber Pflanzenschutzmitteln. So werden Messstellen, deren Einzugsgebiet durch grossflächigen Ackerbau oder Siedlungsgebiet geprägt ist, mindestens zweimal pro Jahr untersucht.³

Seit 2002 hat sich die Auswahl der analysierten Stoffe entsprechend der Verwendung von Pflanzenschutzmitteln, der Verbesserung der wissenschaftlichen Kenntnisse über das Verhalten der Stoffe und der Leistungsfähigkeit der Analysemethoden weiterentwickelt. **Der vorliegende Bericht präsentiert die Ergebnisse des Moduls SPEZ für den Kanton Freiburg, die zwischen 2014 und 2020 gemessen wurden.** In diesem Zusammenhang wurden die Probenahmen von Mitarbeiter:innen des AfU und die Analysen der Pflanzenschutzmittel im Labor der Stadt Zürich durchgeführt.

Im Kanton Freiburg wurden im Modul SPEZ des Programms NAQUA 16 **Probenahmestellen** berücksichtigt. Diese sind in Abbildung 1 dargestellt. Sie wurden so ausgewählt, dass in Bezug auf Bedeutung und geographischer Lage (in

⁶ <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/publikationen-studien/publikationen-wasser/ergebnisse-grundwasserbeobachtung-schweiz-naqua.html>

der Nähe eines Siedlungsgebietes, auf dem Land oder in den Voralpen) eine repräsentative Vertretung der Grundwasservorkommen gewährleistet ist. Diese Wahl hängt nicht direkt mit ihrer Bedeutung für die Trinkwasserversorgung zusammen.

Die Liste der analysierten Pestizide ist in der Tabelle 4 in Anhang A1 mit einigen Informationen zu den Stoffen und dem für diesen Zustandsbericht berücksichtigten Zeitraum aufgeführt. Die Ergebnisse werden in Kapitel 7 ausführlich diskutiert.

Tabelle 1. Im Rahmen des Programms NAQUA (2014-2020) analysierte Pestizidrückstände. Angegeben sind für jeden Stoff (Pestizid und Metaboliten) die Anzahl der durchgeführten Analysen, die Anzahl der Ergebnisse für jede Konzentrationsklasse, für welche eine oder mehrere Analysen ein Ergebnis im entsprechenden Konzentrationsbereich ergaben (Tot), sowie die Anzahl der von diesen Ergebnissen betroffenen Messstellen (N Stellen). Werte > 0.1 µg/l für einen relevanten Wirkstoff oder Metaboliten in einem als Trinkwasser genutzten Gewässer (nicht konforme Werte) sind rot dargestellt. Werte > 0.1 µg/l für einen relevanten Metaboliten in einem Gewässer, das nicht als Trinkwasser genutzt wird, oder für einen nicht relevanten Metaboliten (kein Grenzwert in der Gesetzgebung) sind grün gefärbt. Beispiel: **7 / 3 (4/1)** bedeutet 7 Ergebnisse zwischen 0.1 und 0.3 µg/l in 3 für Trinkwasser genutzte Fassungen und 4 Ergebnisse zwischen 0.1 und 0.3 µg/l in einer Fassung, die nicht für Trinkwasser genutzt wird.

Stoff	Analysen	[BG < 0.1 µg/l] Tot / N Stellen	[≥ 0.1-0.3] µg/l Tot / N Stellen	[≥ 0.3-0.5] µg/l Tot / N Stellen	[≥ 0.5-1.0] µg/l Tot / N Stellen	≥ 1.0 µg/l Tot / N Stellen
2,4,5-T	188	0	0	0	0	0
2,4-D	190	0	0	0	0	0
2,4-DB	188	0	0	0	0	0
2,6-Dichlorbenzamid	190	38 / 4	0	0	0	0
Alachlor-OXA	162	0	0	0	0	0
Ametryn	188	0	0	0	0	0
Atrazin	190	50 / 3	0	0	0	0
2-Hydroxy-Atrazin	190	1 / 1	0	0	0	0
Desethyl-Atrazin	190	62 / 4	0	0	0	0
Desisopropyl-Atrazin	190	11 / 1	0	0	0	0
Bentazon	190	6 / 2	12 / 1	3 / 1	0	2 / 1
Bromacil	190	0	0	0	0	0
Chloridazon	190	0	0	0	0	0
Desphenyl-Chloridazon	190	73 / 7	33 / 3	0	0	0
Methyl-Desphenyl-Chloridazon	190	58 / 4	1 / 1	0	0	0
Iso-Chloridazon	188	0	0	0	0	0
Chlorothalonil R417888	40	10 / 4	5 / 2	1 / 1	0	0
Chlorothalonil R471811	40	7 / 1	7 / 3 (4/1)	2 / 1 (1/1)	2 / 1	0
Chlorothalonil SYN 507900	40	1 / 1	0	0	0	0
Chlorothalonil-4-Hydroxy	38	0	0	0	0	0
Chlortoluron	190	0	0	0	0	0
Clofibrinsäure	28	0	0	0	0	0
Cyanazin	188	0	0	0	0	0
DEET	189	0	0	0	0	0
Diazinon	190	0	0	0	0	0
Dicamba	190	0	0	0	0	0
Dichlorprop	190	0	0	0	0	0
Dimethachlor	190	0	0	0	0	0
Dimethachlor-CGA 369873	40	12 / 3	0	0	0	0
Dimethachlor-ESA	40	0	0	0	0	0
Dimethenamid	190	0	0	0	0	0
Dimethenamid-ESA	190	0	0	0	0	0
Dimethenamid-OXA (M23)	190	0	0	0	0	0
Dimethoat	190	0	0	0	0	0
Diuron	190	0	0	0	0	0
Monodesmethyl-Diuron	190	0	0	0	0	0
N,N-Dimethylsulfamid	190	0	0	0	0	0

Stoff	Analysen	[BG < 0.1 µg/l]	[≥ 0.1-0.3] µg/l	[≥ 0.3-0.5] µg/l	[≥ 0.5-1.0] µg/l	≥ 1.0 µg/l
		Tot / N Stellen	Tot / N Stellen	Tot / N Stellen	Tot / N Stellen	Tot / N Stellen
Ethofumesat	190	0	0	0	0	0
Fenoprop	188	0	0	0	0	0
Fluazifop	190	0	0	0	0	0
Haloxyfop	188	0	0	0	0	0
Hexazinon	190	0	0	0	0	0
Irgarol	190	0	0	0	0	0
Isoproturon	190	0	0	0	0	0
Monodesmethyl-Isoproturon (M1)	190	0	0	0	0	0
Linuron	190	0	0	0	0	0
MCPA	190	0	0	0	0	0
MCPB	190	0	0	0	0	0
Mecoprop	190	0	0	0	0	0
Metalaxyl	190	0	0	0	0	0
Metamitron	190	0	0	0	0	0
Metamitron-Desamino	28	0	0	0	0	0
Metazachlor	190	16 / 1	2 / 1	0	0	0
Metazachlor-ESA	190	14 / 1	2 / 1	0	0	0
Metazachlor-OXA	190	14 / 1	2 / 1	0	0	0
Methabenzthiazuron	188	0	0	0	0	0
Metobromuron	188	0	0	0	0	0
Metolachlor	190	5 / 1	0	0	0	0
Metolachlor-CGA 368208	40	2 / 1	0	0	0	0
Metolachlor-NOA413173	39	10 / 3	0	0	0	0
Metolachlor-ESA	188	45 / 5	16 / 2	0	0	0
Metolachlor-OXA	189	10 / 2	0	0	0	0
Metoxuron	190	0	0	0	0	0
Metribuzin	190	0	0	0	0	0
Metribuzin-Desamino-Diketo	28	0	0	0	0	0
Monolinuron	190	0	0	0	0	0
Nicosulfuron UCSN	40	2 / 1	0	0	0	0
Oxadixyl	190	0	0	0	0	0
Pirimicarb	190	0	0	0	0	0
Prometon	188	0	0	0	0	0
Prometryn	188	0	0	0	0	0
Propachlor	190	0	0	0	0	0
Propachlor-ESA	189	0	0	0	0	0
Propazin	188	0	0	0	0	0
Propiconazol	190	0	0	0	0	0
Sebuthylazin	188	0	0	0	0	0
Simazin	190	19 / 1	0	0	0	0
Terbuthylazin	189	19 / 2	0	0	0	0
Terbuthylazin LM5 (MT23)	40	5 / 2	0	0	0	0
Terbuthylazin SYN545666 (LM6)	40	15 / 4	0	0	0	0
Terbutryn	188	0	0	0	0	0
Tolyfluanid	178	0	0	0	0	0
Triclopyr	188	5 / 1	2 / 1	0	0	0
Total	13'527	510 (3.8 %)	86 (0.6 %)	6 (0.04 %)	2 (0.01 %)	2 (0.01 %)

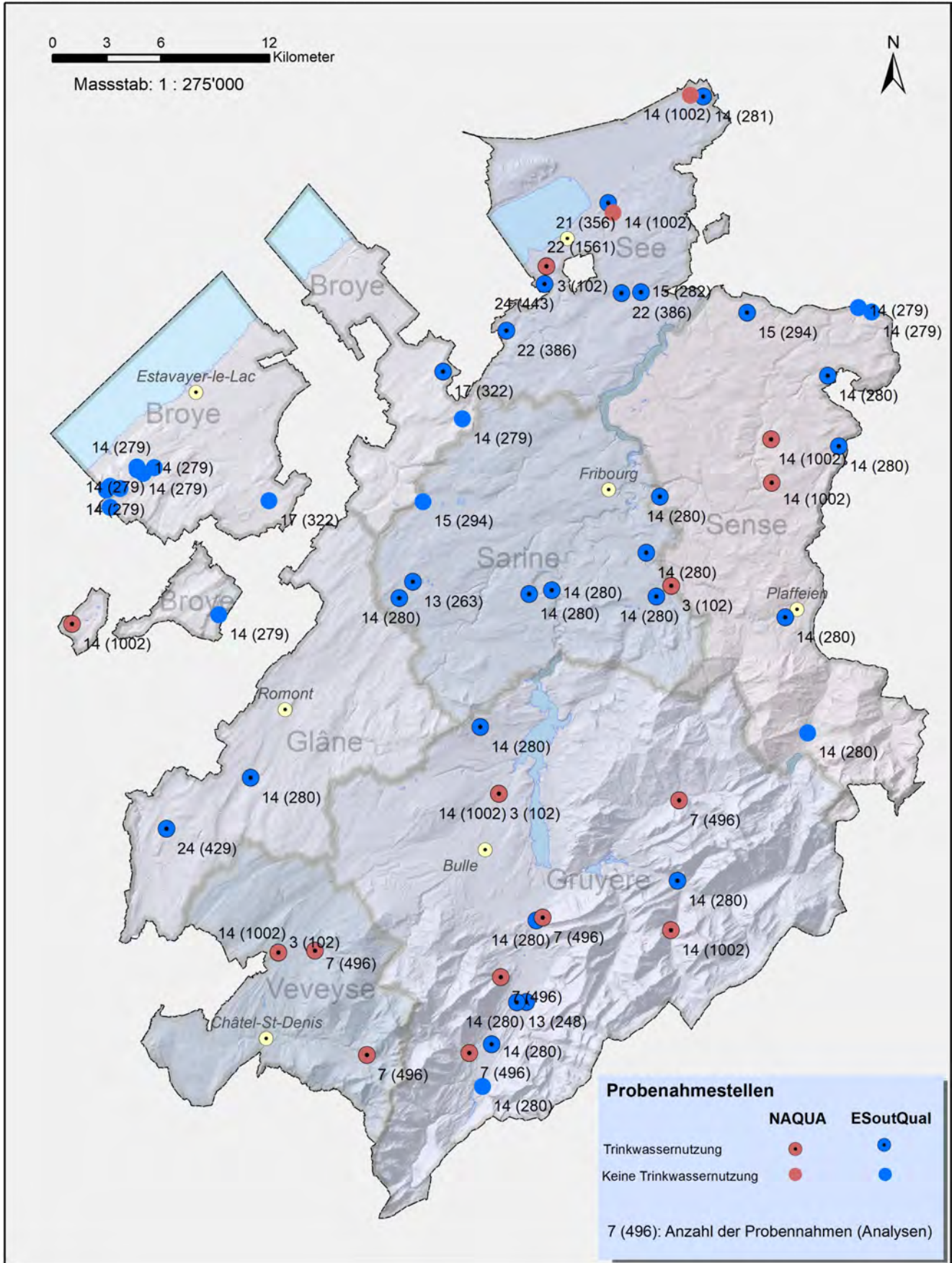


Abbildung 1. Karte der Probenahmestellen ESoutQual und NAQUA, jeweils mit der Anzahl der Probenahmestellen und der Anzahl der während der gesamten berücksichtigten Dauer der Kampagne analysierten Rückstände.

6.3 ESoutQual

Parallel zum Programm NAQUA führt der Kanton Freiburg seit 2004 auch weitere Probenahmen und Analysen durch. Im Jahr 2008 wurde mit den ersten Pestizidanalysen begonnen. Die Probenahmen wurden von Mitarbeiter.inne.n des AfU vorgenommen. Zwischen 2008 und 2017 wurden die Analysen vom Labor des AfU, danach von der Abteilung Gewässerschutz des Kantons Waadt und schliesslich vom Amt für Umwelt und Energie des Kantons Neuenburg (2019-2020) durchgeführt. Auf diese Weise konnten jeweils die neuesten von diesen Stellen entwickelten Analysetechnologien genutzt werden. Hinweis: Infolge der Anschaffung neuer Apparatur (LC-MS/MS) entwickelt das AfU zurzeit in Zusammenarbeit mit dem LSVW eine Analyseverfahren, die mehr als 100 Mikroverunreinigungen (Pestizidrückstände, Arzneimittel und andere industrielle Produkte) umfasst und wird diese Analysen in Zukunft wieder selbst durchführen.

Die Auswahl der Stoffe, die für das Monitoring berücksichtigt wurden, hing weitgehend von der Art und Kapazität der verfügbaren Analysemethoden ab.

Die Probenahmen und Analysen der Pestizide werden ein- bis zweimal pro Jahr vorgenommen.

Im Rahmen des Programms ESoutQual werden im Kanton Freiburg 46 Probenahmestellen untersucht. Diese sind in Abbildung 1 dargestellt. Die Wahl der Probenahmestellen geht aus Erwägungen zu Standorten von kantonalem Interesse und dem Umweltmonitoring einiger historischer Fassungen hervor, z. B. im Zusammenhang mit dem Bau der N1. Dieser Ansatz ist eine Ergänzung zum Programm NAQUA.

Die Ergebnisse der Analysen des Programms ESoutQual wurden bisher noch nicht veröffentlicht. Aus diesem Grund wurden für den vorliegenden Zustandsbericht alle Ergebnisse dieses Programms berücksichtigt.

Tabelle 2. Im Rahmen der Kampagne ESoutQual (2008-2020) analysierte Pestizidrückstände. Für Erläuterungen, siehe Tabelle 1.

Stoff	Analysen	[BG < 0.1 µg/l]	[≥ 0.1-0.3] µg/l	[≥ 0.3-0.5] µg/l	[≥ 0.5-1.0] µg/l	≥ 1.0 µg/l
		Tot / N Stellen	Tot / N Stellen	Tot / N Stellen	Tot / N Stellen	Tot / N Stellen
2,4-D	176	0	0	0	0	0
2,6-Dichlorbenzamid	562	57 / 12	9 / 5	3 / 2	7 / 2	3 / 1
Atrazin	652	73 / 18	11 / 1	1 / 1	0	0
Desethylatrazin	562	121 / 19	13 / 4	0	0	0
Desisopropylatrazin	562	21 / 4	0	0	0	0
Bentazon	176	11 / 4	2 / 1	0	0	0
Carbendazim	90	0	0	0	0	0
Chloridazon	176	2 / 1	0	0	0	0
Desphenyl-Chloridazon	176	34 / 15	27 / 12	19 / 8	6 / 2	4 / 2
Methyl-Desphenyl-Chloridazon	86	21 / 15	7 / 6	3 / 3	0	0
Chlorothalonil R417888	45	11 / 11	2 / 2 (3/3)	1 / 1	2 / 2	2 / 2
Chlorothalonil R471811	45	4 / 4	7 / 7 (5/5)	5 / 5	1 / 1 (3/3)	3 / 3 (4/4)
Chlortoluron	437	0	0	0	0	0
Cyanazin	426	1 / 1	0	0	0	0
Cyproconazol	90	0	0	0	0	0
DEET	90	12 / 9	0	0	0	0
Diazinon	45	0	0	0	0	0
Dichlorprop	86	0	0	0	0	0
Dimethachlor-ESA	86	6 / 5	1 / 1	0	0	0
Dimethachlor-OXA	86	0	0	0	0	0
Dimethenamid-ESA	86	0	0	0	0	0
Dimethoat	90	0	0	0	0	0
Diuron	652	2 / 2	0	0	0	0
Epoxiconazol	90	0	0	0	0	0
Imidacloprid	90	0	0	0	0	0
Iprovalicarb	90	0	0	0	0	0
Isoproturon	652	4 / 3	0	0	0	0

Stoff	Analysen	[BG < 0.1 µg/l] Tot / N Stellen	[≥ 0.1-0.3] µg/l Tot / N Stellen	[≥ 0.3-0.5] µg/l Tot / N Stellen	[≥ 0.5-1.0] µg/l Tot / N Stellen	≥ 1.0 µg/l Tot / N Stellen
Linuron	566	0	0	0	0	0
MCPA	176	0	0	0	0	0
Mecoprop	176	0	0	0	0	0
Mesotrion	86	0	0	0	0	0
Metalaxyl	90	2 / 1	0	0	0	0
Metamitron	652	0	0	0	0	0
Metazachlor	396	1 / 1	0	0	0	0
Metazachlor-ESA	66	3 / 3	0	0	0	0
Metazachlor-OXA	45	0	0	0	0	0
Methoxyfenozid	90	0	0	0	0	0
Metolachlor	652	0	0	0	0	0
Metolachlor NOA413173	45	9 / 9	1 / 1	1 / 1	0	0
Metolachlor-ESA	45	15 / 15	4 / 4	1 / 1	0	1 / 1
Metolachlor-OXA	86	6 / 4	0	0	0	0
Metribuzin	90	0	1 / 1	0	0	0
Nicosulfuron	90	0	0	0	0	0
Nicosulfuron UCSN	45	6 / 6	1 / 1	0	0	0
Napropamid	90	0	0	0	0	0
Pirimicarb	90	0	0	0	0	0
Propamocarb	90	0	0	0	0	0
Propazin	562	0	0	0	0	0
Simazin	562	5 / 4	0	0	0	0
Sulcotrion	86	0	0	0	0	0
Terbuthylazin	652	6 / 1	0	0	0	0
Desethyl-Terbuthylazin	45	0	0	0	0	0
Terbuthylazin SYN545666 (LM6)	45	1 / 1	4 / 4	0	0	0
Terbutryn	652	0	0	0	0	0
Thiacloprid	90	0	0	0	0	0
Thiamethoxam	90	0	0	0	0	0
Total	12'854	434 (3.4 %)	98 (0.8 %)	34 (0.3 %)	18 (0.1 %)	17 (0.1 %)

7 Analyse der Ergebnisse

7.1 Gesamtanalyse

In Abbildung 2 sind die Probenahmestellen der Programme ESoutQual und NAQUA dargestellt, jeweils mit der maximalen Anzahl der Pestizidrückstände (Wirkstoffe, relevante und nicht relevante Metaboliten) sowie der maximalen Gesamtkonzentration an Pestiziden, die während der gesamten berücksichtigten Dauer der Kampagnen gemessen wurden. Es ist zu beachten, dass diese Höchstwerte in Abhängigkeit von den vorhandenen Rückständen, aber auch von den analysierten Parametern kontinuierlich variieren. Auch spiegeln diese Werte nicht zwingend eine Nichtkonformität der Proben wieder, da diese auch nicht relevante Metaboliten und Messpunkte umfassen, für die es keinen gesetzlichen Grenzwert für Metaboliten gibt. Sie zeigen jedoch deutlich auf, welche Regionen am stärksten von dieser Problematik betroffen sind.

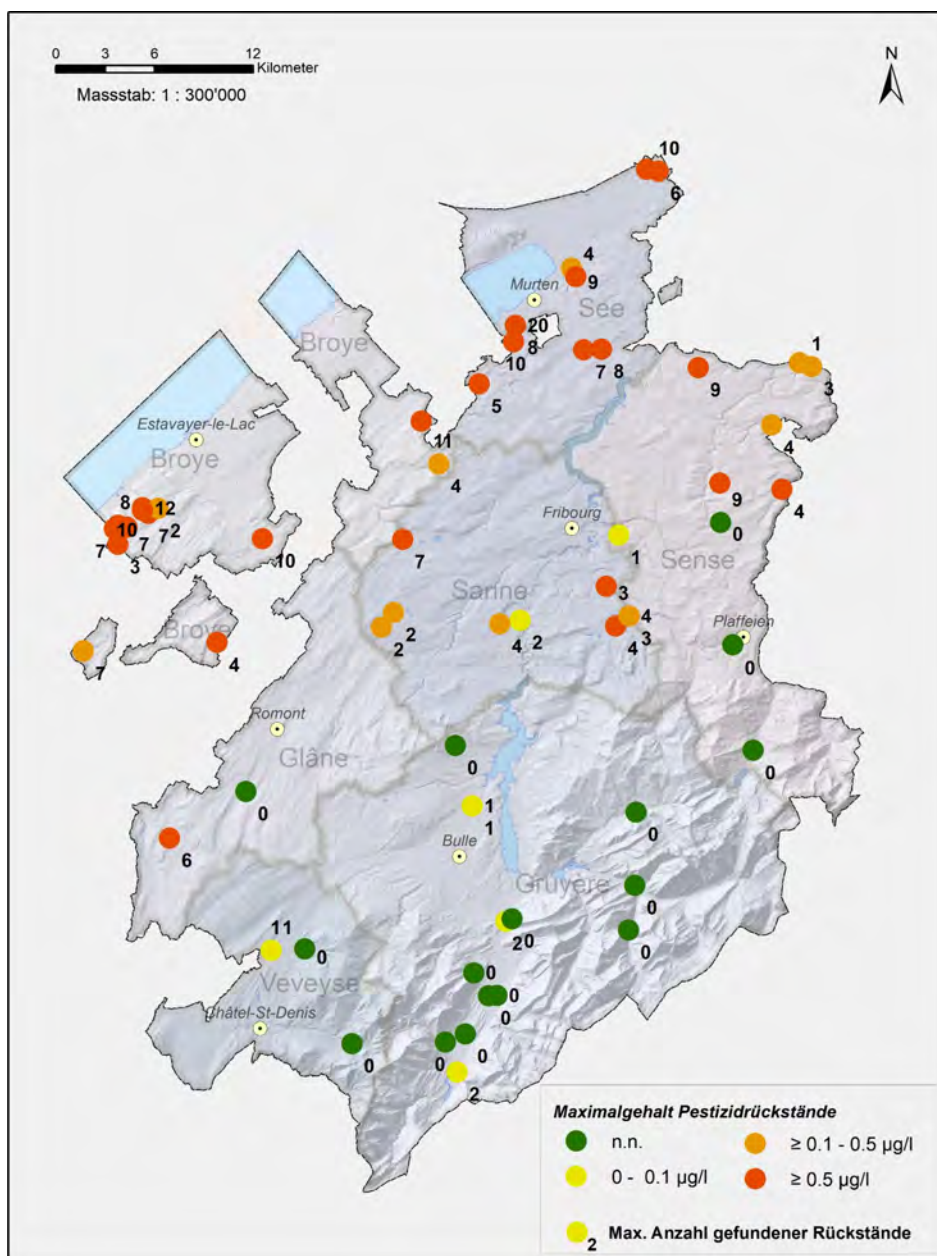


Abbildung 2. Karte der Probenahmestellen, jeweils mit der während der Kampagne gemessenen Höchstkonzentration an Pestizidrückständen und der maximalen Anzahl der gefundenen Rückstände.

Bei der Analyse einer Probe werden mehrere Parameter, d. h. mehrere Rückstände (alle analysierten Stoffe) analysiert, die sich aus mehreren Pestiziden (Wirkstoffen) und mehreren relevanten und nicht relevanten Metaboliten zusammensetzen. Jeder Parameter stellt ein Analyseergebnis dar. Abbildung 3 zeigt die zeitliche Entwicklung des Anteils der Analyseergebnisse, bei welchen die in der Legende angegebenen Stoffe nachgewiesen wurden. So ist zum Beispiel zu erkennen, dass im Jahr 2020 7.7 % der Analyseergebnisse positiv waren, bzw. dass bei diesen Analysen der analysierte Stoff nachgewiesen wurde.

Bei den Wirkstoffen ist nur eine schwache Veränderung der Anteile positiver Analyseergebnisse zu beobachten, die bei rund 1% liegen. Bis 2015 handelte es sich dabei hauptsächlich um Atrazin. Seitdem wurden mehrere andere Wirkstoffe in den Proben gefunden (siehe Kapitel 7.2). Der Anteil der Analyseergebnisse, bei denen der Wirkstoff in einer höheren Konzentration als der gesetzliche Grenzwert von 0.1 µg/l nachgewiesen wurde, ist sehr gering. Wie in Tabelle 1 und Tabelle 2 ersichtlich, handelt es sich dabei um Bentazon, Metazachlor, Triclopyr, Atrazin und Metribuzin.

Stärker ausgeprägt ist die Entwicklung bei den **relevanten und nicht relevanten Metaboliten**, für welche seit 2017 eine deutliche Zunahme zu beobachten ist. Dieser Anstieg ist vor allem auf die Verbesserung der Analysen zurückzuführen, die nun die Messung neuer relevanter (wie Chlorothalonil) und nicht relevanter Metaboliten (wie Metolachlor) ermöglichen (siehe Kapitel 5.3 und Kapitel 7.2) und die sich zunehmend auf potenziell problematische Rückstände konzentrieren.

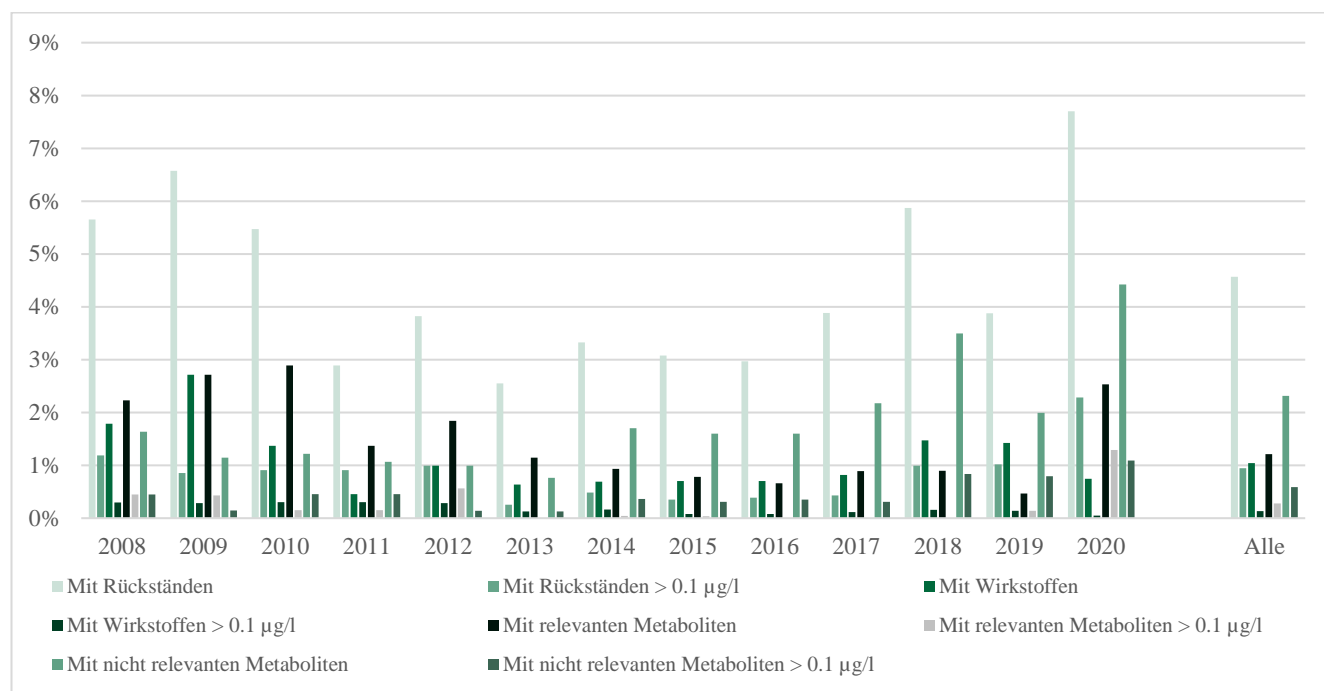


Abbildung 3. Entwicklung des Anteils der Analyseergebnisse, bei welchen die in der Legende angegebenen Stoffe nachgewiesen wurden.

Eine ähnliche Analyse auf der Ebene der Proben ist in Abbildung 4 dargestellt. Hier zeigt sich, dass die Anzahl der Proben, bei welchen mindestens ein Pestizidrückstand (Wirkstoff oder Metabolit) nachgewiesen wurde, seit 2018 aufgrund verbesserter Analysen deutlich zunimmt.

2020 enthielten von 73 analysierten Proben 54 (74 %) mindestens einen Rückstand. **Wirkstoffe** wurden in 16 (22 %) Proben nachgewiesen, davon in 2 in Konzentrationen über dem gesetzlichen Grenzwert (in diesem Fall in einer Trinkwasserfassung). Es handelte sich dabei um Triclopyr, das in 2 von der gleichen Messstelle stammenden Proben nachgewiesen wurde.

Relevante Metaboliten wurden in 46 (63 %) Proben nachgewiesen, in 38 (52 %) Fällen in Konzentrationen über 0.1 µg/l. Dabei handelt es sich um Chlorothalonil-Metaboliten, die seit 2019 analysiert werden. **Nicht relevante Metaboliten** waren in 51 (70%) Proben enthalten, davon 24 (33%) in Konzentrationen über 0.1 µg/l, die nicht als problematisch betrachtet werden. Wie oben bereits erwähnt, ist seit 2018 ein signifikanter Anstieg der Proben zu beobachten, in denen Rückstände nachgewiesen werden. Dieser Anstieg ist hauptsächlich auf die Verbesserung der Analysemethoden zurückzuführen, dank welcher die Messung einer grösseren Anzahl von Rückständen möglich ist.

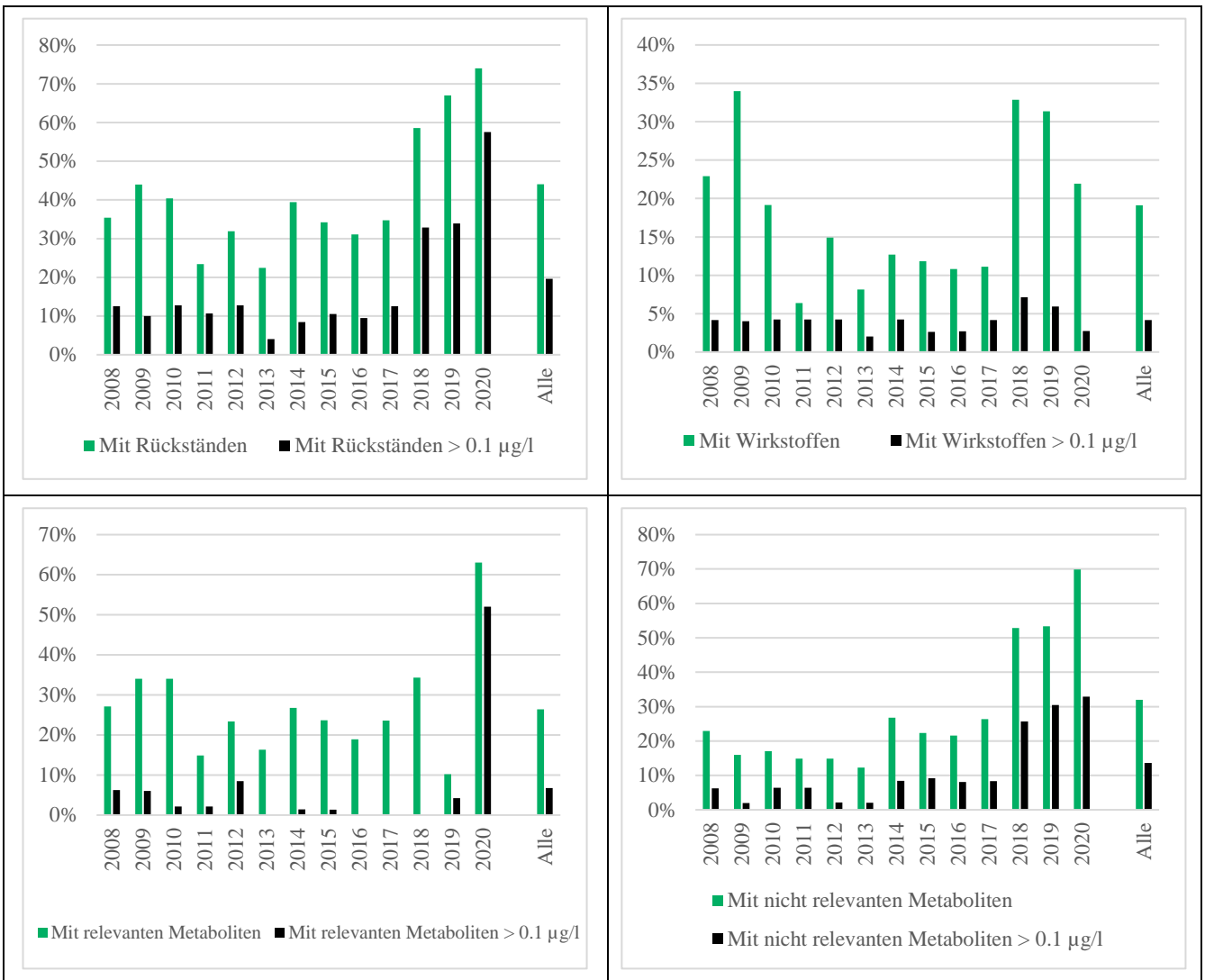


Abbildung 4. Entwicklung des Anteils der Proben, in welchen mindestens einer der in der Legende erwähnten Stoffe nachgewiesen wurde.

Eine Analyse der Situation nach Stoffen zeigt, dass die am häufigsten in Konzentrationen von mehr als 0.1 µg/l nachgewiesenen Rückstände 2,6-Dichlorbenzamid, sowie Rückstände von Chloridazon, Atrazin, Bentazon, Chlorothalonil und Metolachlor sind (siehe Tabelle 3). Diese werden in den folgenden Kapiteln ausführlicher analysiert.

Tabelle 3. Anzahl der Analysen von Pestizidrückständen im Rahmen der Kampagnen NAQUA und ESoutQual, bei denen der Wert von 0.1 µg/l überschritten wurde, einschliesslich der Messstellen, für die kein gesetzlicher Grenzwert gilt (- : keine Analyse dieses Rückstands in diesem Jahr).

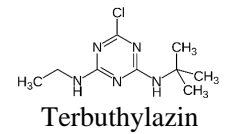
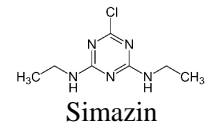
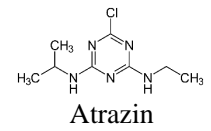
Jahr	Nicht relevanter Metabolit										relevanter Metabolit				Wirkstoff				
	2,6-Dichlor-Benzamid	Desphenyl-Chloridazon	Methyl-Desphenyl-Chloridazon	Dimethachlor-ESA	Metazachlor-ESA	Metazachlor-OXA (BH 479-04)	Metolachlor NOA413173	Metolachlor-ESA	Nicosulfuron UCSN	Terbuthylazin SYN545666	Chlorothalonil R417888	Chlorothalonil R471811	Desethyl-Atrazin	Desisopropyl-Atrazin	Atrazin	Bentazon	Metazachlor	Metribuzin	Triclopyr
2008	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0	2	-	-	-	-	-
2009	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0	2	-	-	-	-	-
2010	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0	2	-	-	-	-	-
2011	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	2	-	-	-	-	-
2012	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0	2	-	0	-	-	-
2013	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1	-	0	-	-	-
2014	1	5	0	-	2	2	-	-	-	-	-	1	0	1	1	2	0	0	0
2015	2	5	0	-	0	0	-	1	-	-	-	1	0	0	2	0	0	0	0
2016	1	5	1	-	0	0	-	2	-	-	-	0	0	0	2	0	0	0	0
2017	2	4	0	-	0	0	-	2	-	-	-	0	0	0	3	0	0	0	0
2018	2	18	5	-	0	0	-	2	-	-	-	0	0	0	5	0	0	0	0
2019	0	34	0	-	0	0	-	5	0	0	2	5	0	0	6	0	1	2	2
2020	2	19	5	1	0	0	2	10	1	4	14	38	0	0	0	0	0	0	0

7.2 Pestizidanalysen

7.2.1 Atrazin

Atrazin ist ein Herbizid aus der Familie der Triazine, ebenso wie Simazin und Terbutylazin. Atrazin wird seit Ende der 1950er Jahre industriell hergestellt und gehörte bis 2008 zu den 20 in der Schweiz am meisten verwendeten Wirkstoffen. Jährlich wurden mehrere Dutzend Tonnen Atrazin als Vor- und Nachauflauf-Herbizid im Mais-, Obst- und Weinbau sowie als Totalherbizid entlang von Strassen und Schienen ausgebracht.²

Seit 1990 unterliegen diese Stoffe Anwendungsbeschränkungen. 1990 wurde ihre Verwendung entlang von Schienen verboten. Die Zulassung von Atrazin und Simazin als Pflanzenschutzmittel wurde 2007 widerrufen und ihre Verwendung 2012 vollständig verboten.



Atrazin und sein Abbauprodukt, Desethyl-Atrazin, sind die im Grundwasser des Kantons Freiburg während der Kampagnen am häufigsten nachgewiesenen Stoffe. Dafür gibt es zwei Ursachen: die schlechte Abbaubarkeit dieser beiden Verbindungen und die grossen Mengen an Wirkstoff, die in der Vergangenheit eingesetzt wurden. Die Situation verbessert sich jedoch, wie dies der Abbildung 5 unten zu entnehmen ist. Während der gesamten Dauer der Kampagnen überschritten Atrazin und sein Abbauprodukt häufig den gesetzlichen Grenzwert von 0.1 µg/l (wobei anzumerken ist, dass dies ausschliesslich Trinkwasserfassungen betraf). Zwischen 2019 und 2020 wurde jedoch an keiner der Probenahmestellen eine Überschreitung des Wertes von 0.1 µg/l nachgewiesen.

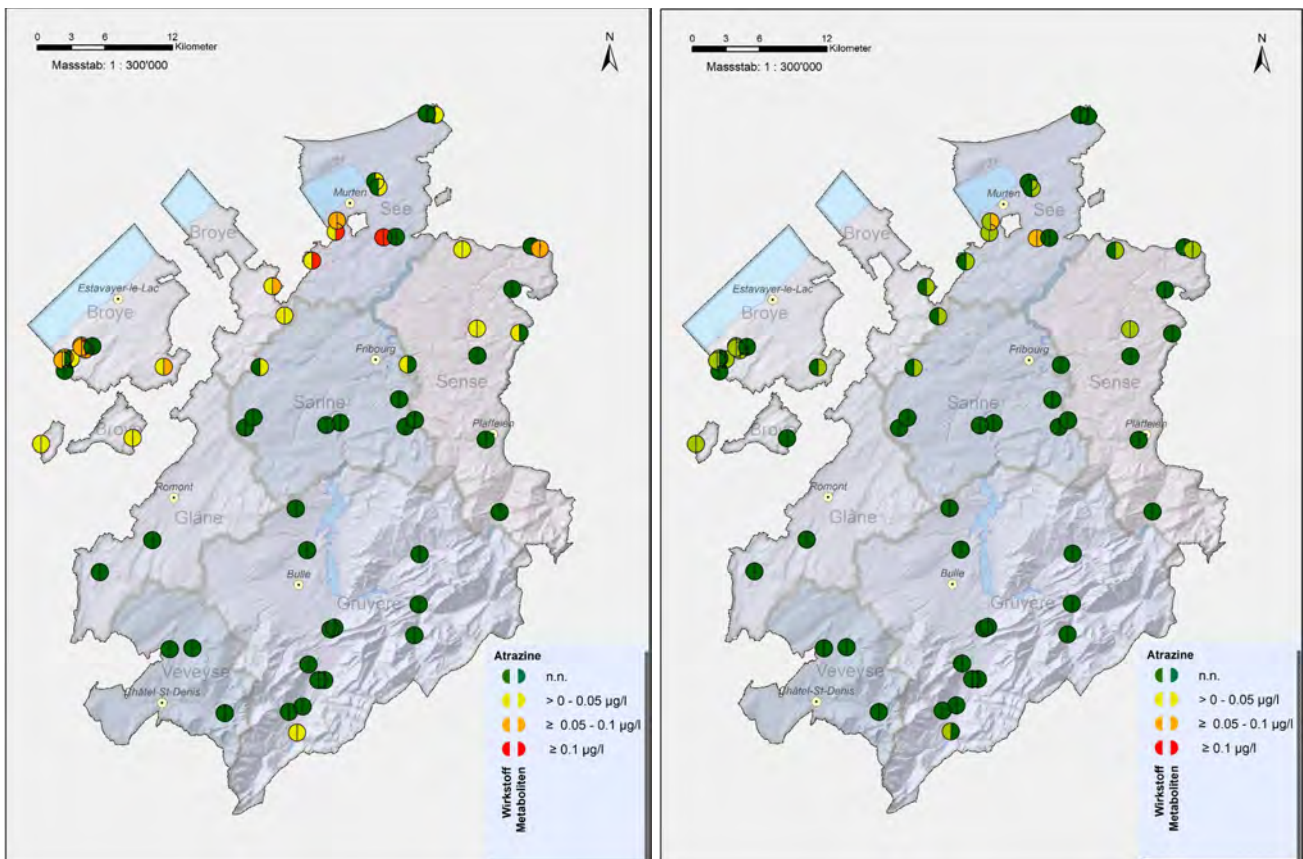


Abbildung 5. Maximalwert der Konzentration von Atrazin und der Summe der Atrazin-Metaboliten während der gesamten Dauer der Kampagnen (links) und während des Zeitraums 2019-2020 (rechts).

Im Jahr 2019 machten die Analysen der Atrazin-Rückstände 76 % der insgesamt nachgewiesenen Rückstände aus. Dieser Wert sank 2020 auf 13 %. Dieser Rückgang ist auf zwei Faktoren zurückzuführen: die steigende Anzahl der analysierten Rückstände und die langsame Abnahme ihres Gehalts im Grundwasser. Abbildung 6 zeigt die langsame Abnahme der Atrazin- und Desethyl-Atrazin-Konzentrationen für Probenahmestellen, an denen in der Vergangenheit Überschreitungen des gesetzlichen Grenzwerts von 0.1 µg/l gemessen wurden. Dieser langsame Konzentrationsrückgang zeigt die geringe Erneuerungskapazität des Grundwassers auf und bekräftigt die Notwendigkeit, das Grundwasser proaktiv vor der Verschmutzung durch langlebige Stoffe zu schützen.

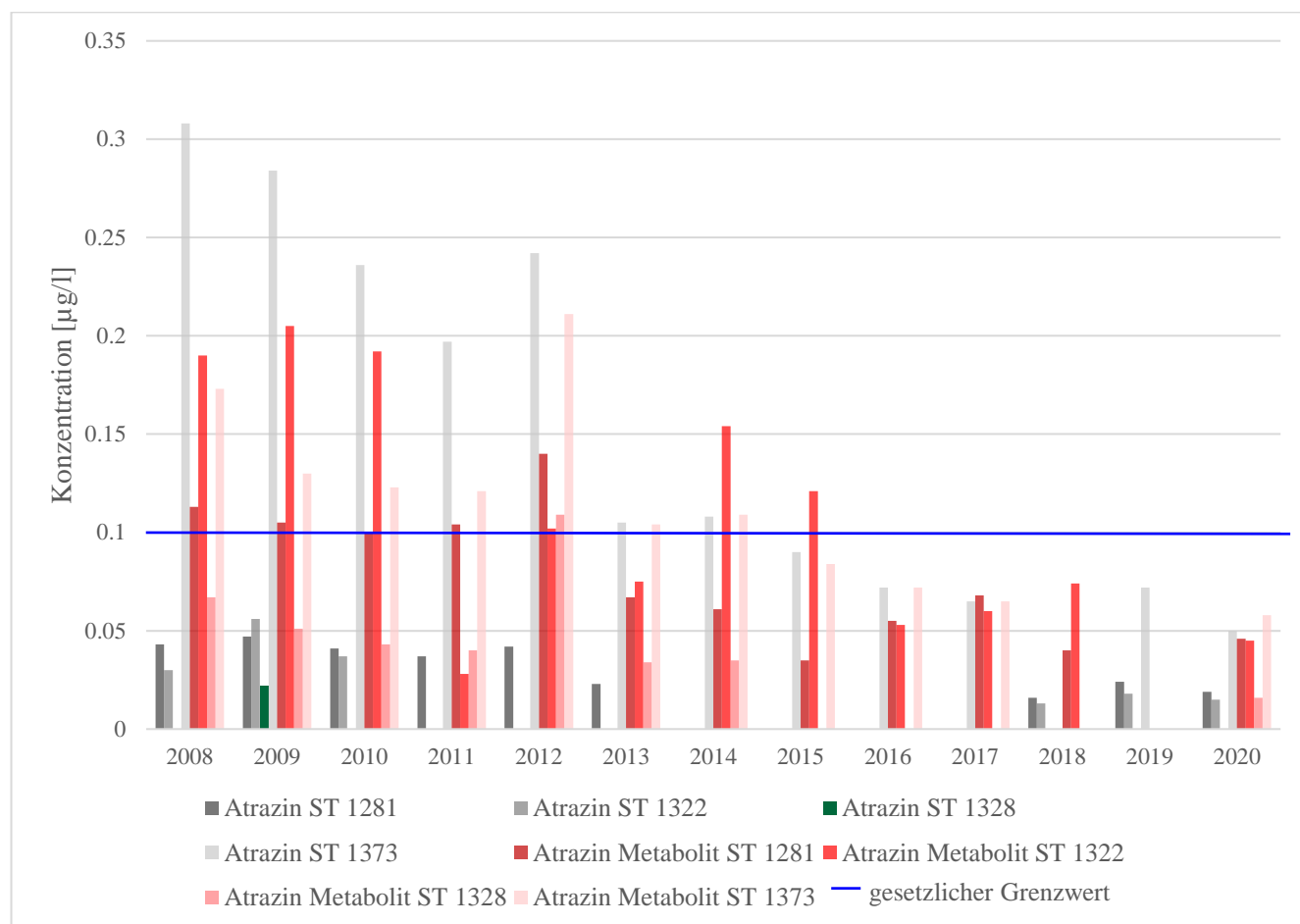


Abbildung 6. Entwicklung der Konzentrationen von Atrazin und Atrazin-Metaboliten für Probenahmestellen, an denen Überschreitungen des gesetzlichen Grenzwerts von 0.1 µg/l gemessen wurden.

7.2.2 Chloridazon

Seit seiner ersten Zulassung im Jahr 1964 ist *Chloridazon* ausschliesslich für den Anbau von Zuckerrüben zugelassen. Die jährlich verkauften Mengen liegen unter 10 t^2 . Wie die folgende Abbildung zeigt, wurde Chloridazon aufgrund seiner Kurzlebigkeit in den Analysen nur selten nachgewiesen. Seine Metaboliten Desphenyl-Chloridazon und Methyl-Desphenyl-Chloridazon hingegen sind die nicht relevanten Metaboliten, die am häufigsten in einer Konzentration von mehr als $0.1 \mu\text{g/l}$ nachgewiesen wurden (102 Mal von insgesamt 157 Analyseergebnissen mit einem Wert $> 0.1 \mu\text{g/l}$ für nicht relevante Metaboliten). Die Analysen zeigen keine signifikante Entwicklung der Konzentrationen oder der betroffenen Messstellen, was zeigt, dass ein Gleichgewicht zwischen den verwendeten Mengen und der biologischen Abbaubarkeit dieser Stoffe erreicht wurde.

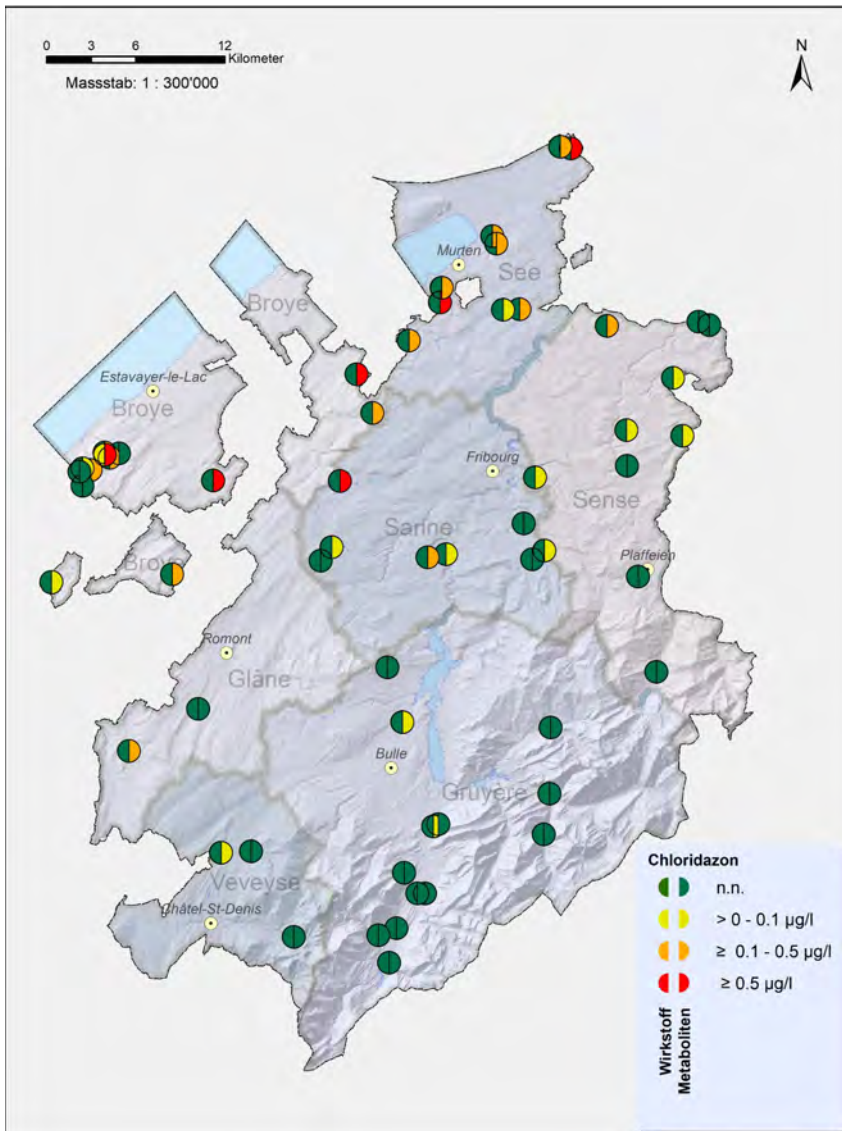


Abbildung 7. Über die gesamte Dauer der Kampagnen NAQUA und ESoutQual gemessene Maximalwerte der Chloridazon-Konzentration.

Die Chloridazon-Metaboliten werden als nicht relevant betrachtet. Demnach besteht kein gesetzlich festgelegter numerischer Grenzwert. Aufgrund der Nachweishäufigkeit und der gemessenen, hohen Konzentrationen dieser

Rückstände wurden jedoch Bedenken ausgedrückt.⁷ Trotz der fehlenden gesetzlichen Grenzwerte hat das Parlament in Bezug auf Chloridazon nicht länger gezögert. Die Zulassung des Stoffes wurde am 1. Januar 2020 widerrufen. Den Händlern wurde eine Frist bis zum 6. Januar 2021 gewährt, ihre Bestände zu veräußern, während seine Verwendung ab dem 6. Januar 2022 verboten sein wird. Dieses Verbot sollte zu einem relativ schnellen Rückgang der Konzentration von Chloridazon-Metaboliten im Grundwasser führen, da ihre Persistenz auf etwas mehr als 100 Tage geschätzt wird.

⁷ <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefft?AffairId=20194295>

7.2.3 Chlorothalonil

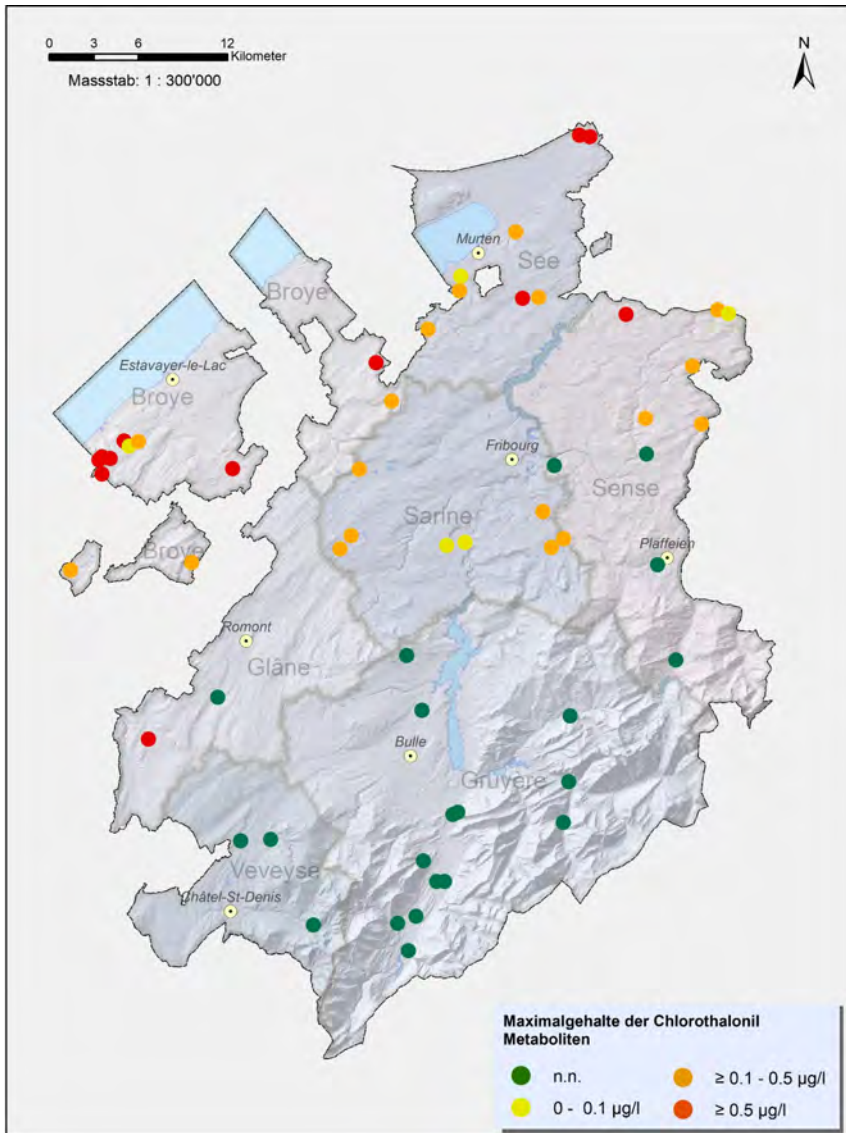


Abbildung 8. Zwischen 2019 und 2020 im Rahmen der Kampagnen NAQUA und ESoutQual gemessene Maximalwerte der Konzentration von Chlorothalonil-Metaboliten.

Die Problematik in Verbindung mit Chlorothalonil wurde bereits in Kapitel 5.3 dargelegt. Da der Wirkstoff im Grundwasser nicht festgestellt wird und die Metaboliten schwierig zu analysieren sind und bis 2018 als nicht relevant angesehen wurden, werden diese Stoffe im Rahmen der Kampagnen erst seit 2019 analysiert.

Bei den Kampagnen NAQUA und ESoutQual wurde der Wirkstoff im Grundwasser nicht nachgewiesen. Am häufigsten und in den grössten Mengen wurden die Metaboliten R417888 und R471811 festgestellt. Proportional zur Anzahl der Analysen sind dies die Stoffe, die derzeit am meisten im Grundwasser nachgewiesen werden. Die Ergebnisse für die Summe der Metaboliten (zwischen 2019 und 2020 gemessener Maximalwert) sind in Abbildung 8 dargestellt.

Die am meisten betroffenen Regionen sind die Bezirke Broye, See, Sense, Saane sowie der südliche Glânebezirk. Diese Erkenntnisse stimmen mit denen des LSVW überein, das während einer intensiven, auf Chlorothalonil-Metaboliten konzentrierten Analysekampagne im Jahr 2020 die gleichen Beobachtungen machte.⁸

Die Verwendung von Chlorothalonil ist seit Januar 2020 verboten. Nun gilt es die nächsten Analysen abzuwarten, um die ersten Auswirkungen dieses Verbots festzustellen und nähere Angaben darüber zu erlangen, wie schnell die Konzentrationen der Metaboliten sinken werden.

⁸ <https://www.fr.ch/de/energie-landwirtschaft-und-umwelt/wasser/news/wasserressourcen-und-chlorothalonil>

7.2.4 Metolachlor (S-Metolachlor)

Metolachlor, bzw. das Isomer S-Metolachlor, ist in der Schweiz seit 1997 für den Anbau von Mais, Zuckerrüben und verschiedenen Sonderkulturen (Sonnenblumen, Soja, Gemüse) zugelassen. In den Grundwasserschutzzonen S2 und Sh ist seine Verwendung jedoch nicht mehr zugelassen. Mit jährlich mehreren Dutzend verkauften Tonnen zählt der Wirkstoff seit 1999 zu den in der Schweiz meistverkauften Pflanzenschutzmitteln.²

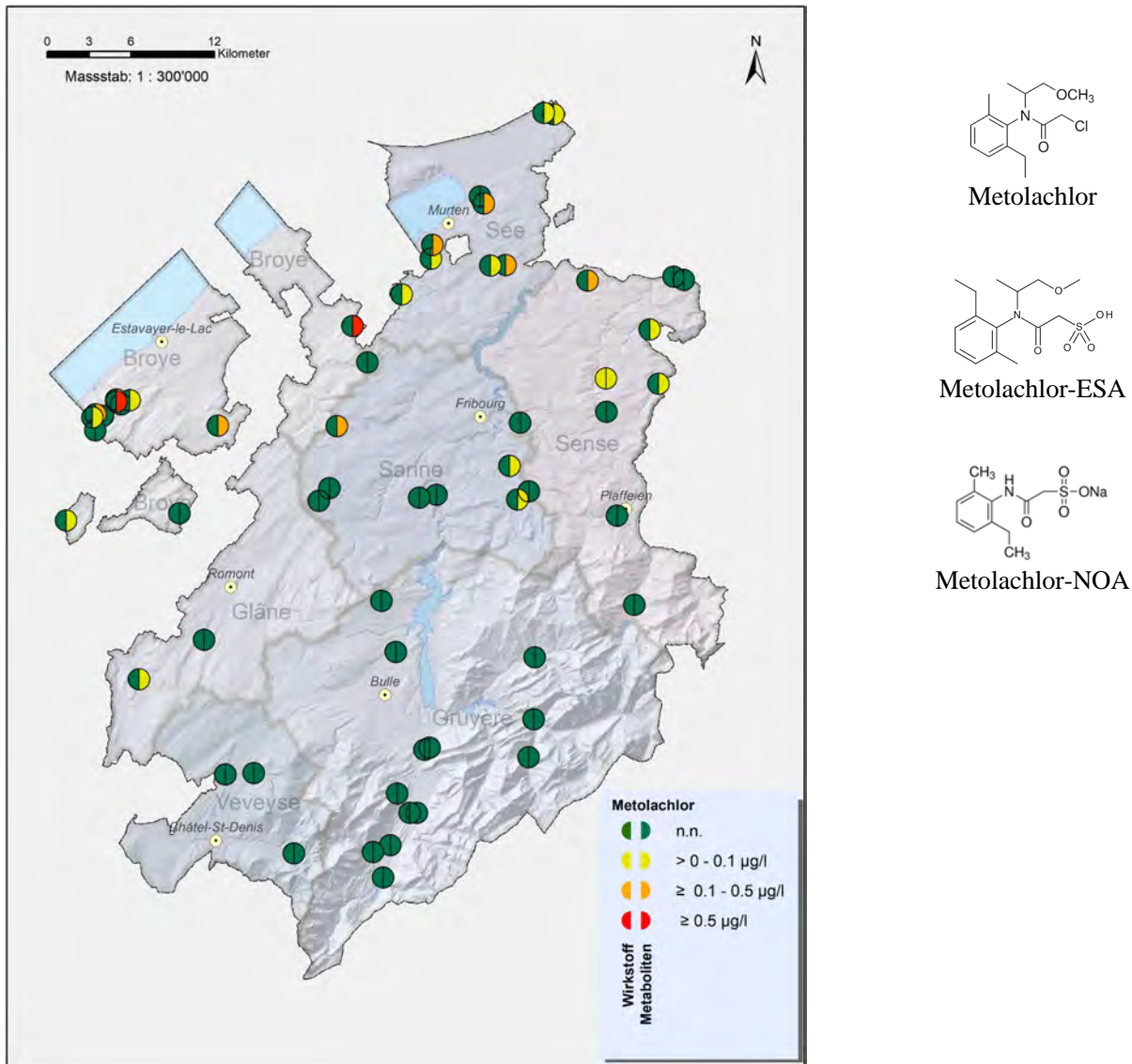


Abbildung 9. Während der Kampagnen NAQUA und ESoutQual gemessene Maximalwerte der Konzentration von Metolachlor und seinen Metaboliten.

Metolachlor wurde in den Gewässern des Kantons Freiburg während der für diesen Bericht berücksichtigten Kampagnen nur einmal nachgewiesen. Seine Metaboliten hingegen wurden an mehreren Messstellen im Kanton nachgewiesen (siehe Abbildung 9). Der am häufigsten und in den höchsten Konzentrationen angetroffene Metabolit ist Metolachlor-ESA, das mehrfach in Konzentrationen von mehr als 0.1 µg/l nachgewiesen wurde, gefolgt von Metolachlor-NOA (zusammen machen sie 15 % der nicht relevanten Metaboliten aus, die in Konzentrationen von mehr als 0.1 µg/l nachgewiesen wurden). Metolachlor-ESA wird als nicht relevanter Metabolit betrachtet, sodass die höchsten Werte keine besonderen Massnahmen zur Folge haben. Der Wirkstoff S-Metolachlor ist relativ gut abbaubar, sein Metabolit Metolachlor-ESA aber ist sehr langlebig und auch sehr mobil, da er schlecht an Bodenpartikel adsorbiert.⁶ Gemäss den Ergebnissen der Grundwasserbeobachtung NAQUA hat sich die Anzahl der

Messstellen, an denen Metolachlor-ESA und ein weiterer Metabolit, Metolachlor-OXA, nachgewiesen wurden, zwischen 2009 und 2013 mehr als verdoppelt. Dieser Anstieg könnte durch den vermehrten Einsatz von Metolachlor beim Anbau von Mais erklärt werden, insbesondere nachdem die Zulassung von Atrazin widerrufen wurde.²

Im Fall des Kantons Freiburg ist diese Beobachtung schwieriger nachzuweisen, da diese Metaboliten im Rahmen des Programms ESoutQual erst seit 2018 (Metolachlor-OXA) bzw. 2020 (Metolachlor-ESA) analysiert werden. Für die 4 Messstellen des Programms NAQUA, an denen diese Metaboliten nachgewiesen werden, ist dennoch ein regelmässiger Anstieg ihrer Konzentration zu beobachten (Abbildung 10).



Abbildung 10. Entwicklung der Gesamtkonzentration von Metolachlor-Metaboliten für Messstellen des Programms NAQUA, an welchen diese Metaboliten nachgewiesen wurden.

Hier ist anzumerken, dass die Anses (die französische nationale Agentur für Lebensmittelsicherheit, Umwelt- und Arbeitsschutz) die Einstufung zweier Metaboliten von S-Metolachlor (Metolachlor ESA und Metolachlor NOA) als relevante Metaboliten empfohlen hat.⁹ Im Rahmen der parlamentarischen Initiative 19.475 ist zudem ein Verbot der Verwendung von S-Metolachlor in Zusammenhang mit Direktzahlungen in Anhang 1, Ziffer 6.1 der Direktzahlungsverordnung (DZV) vorgesehen.

Diesem Metaboliten sollte in Zukunft folglich besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, wenn vermieden werden soll, dass sich eine ähnliche Situation wie bei Chlorothalonil oder gar Chloridazon wiederholt.

⁹ <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2019SA0129.pdf>

7.2.5 2,6-Dichlorbenzamid

2,6-Dichlorbenzamid ist ein nicht relevanter Metabolit, der sowohl beim Abbau des Herbizids Dichlobenil als auch des Fungizids Fluopicolid entsteht. Dichlobenil war in der Schweiz von 1983 bis 2013 zugelassen. In diesem Zeitraum wurden jährlich 10 t im Weinbau, als Unkrautvernichter um Ziersträucher (auch im privaten Bereich) und zur Bekämpfung von Blacken auf Wiesen und Weiden eingesetzt. Fluopicolid ist derzeit zugelassen, wird aber in wesentlich geringeren Mengen und ausschliesslich im Wein- und Kartoffelanbau eingesetzt. Dichlobenil gilt als mässig persistent und mässig mobil, Fluopicolid als langlebig und mässig mobil. Der Metabolit 2,6-Dichlorbenzamid hingegen ist sehr mobil und sehr langlebig.²

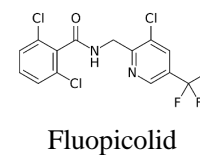
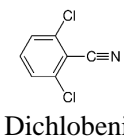
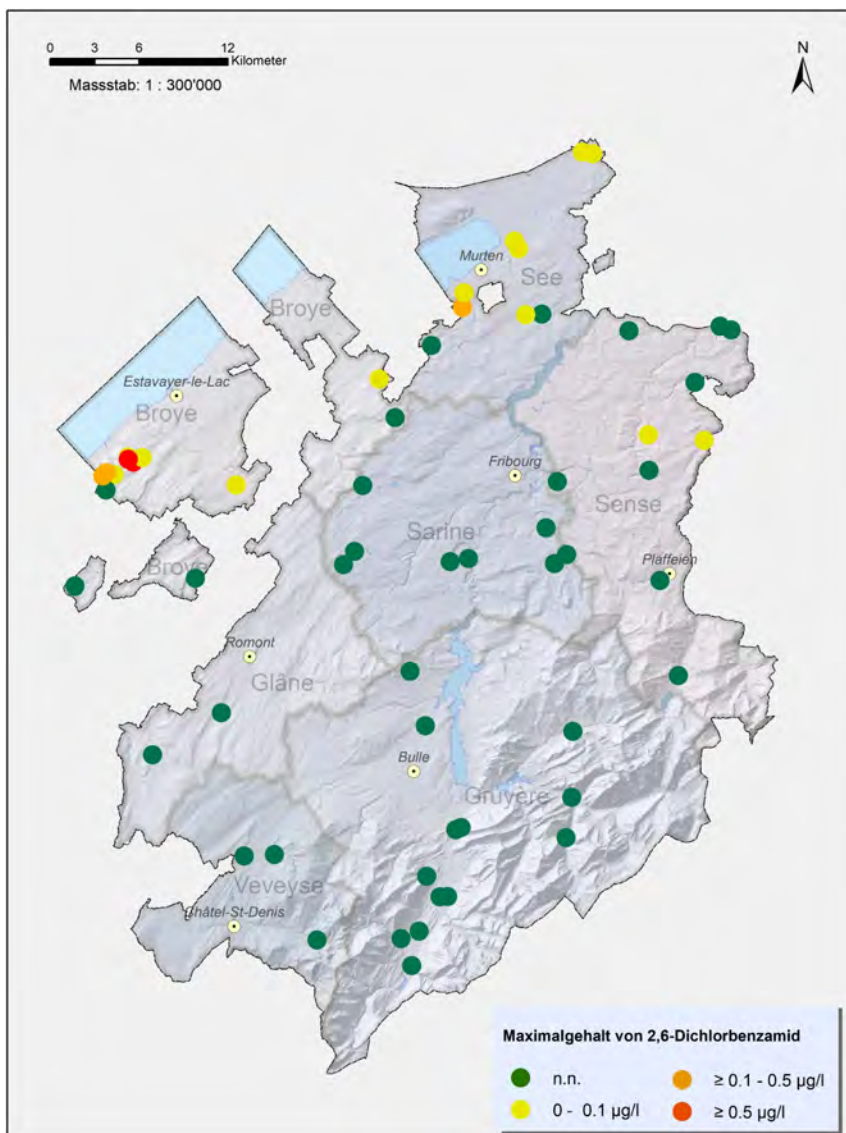


Abbildung 11. Während der Kampagnen NAQUA und ESoutQual gemessene Maximalwerte der Konzentration von 2,6-Dichlorbenzamid.

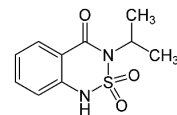
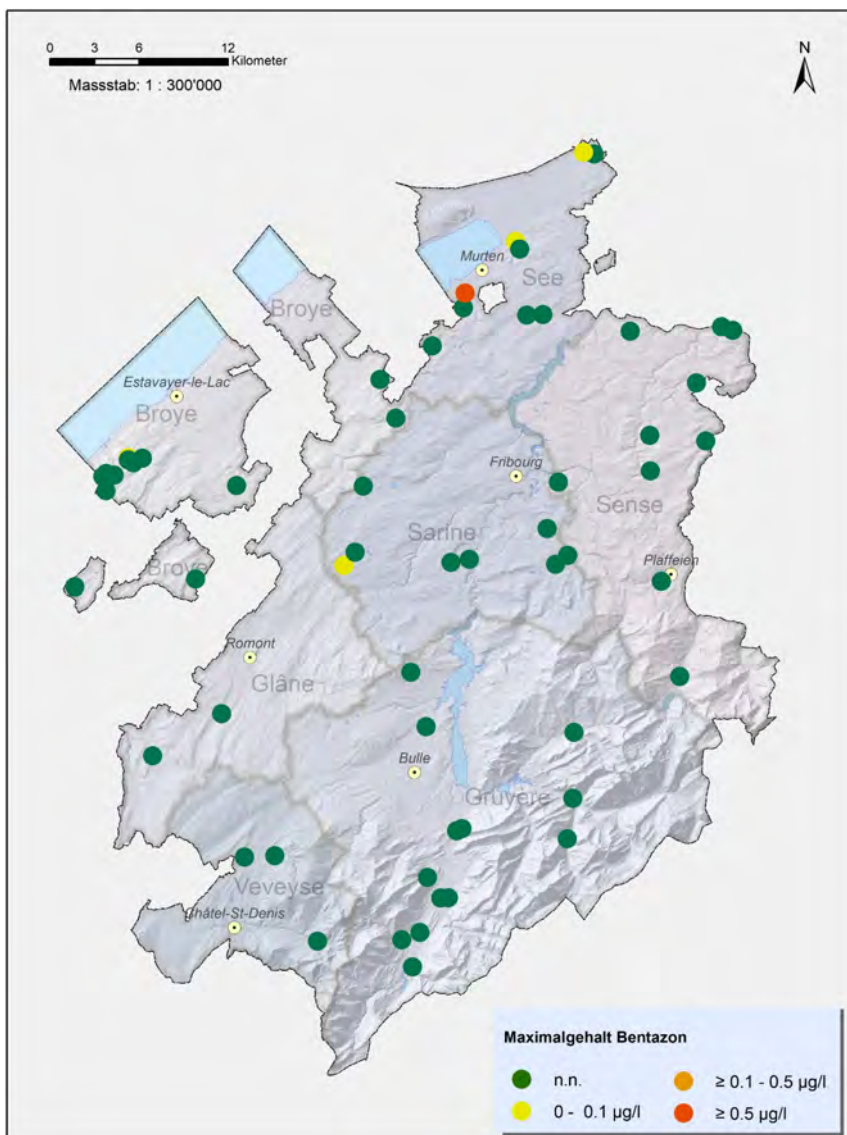
Abbildung 11 zeigt die Messstellen, an welchen im Rahmen der Programme NAQUA und ESoutQual im Kanton Freiburg dieser Metabolit nachgewiesen wurde. 22 Analysen wiesen Werte über 0.1 µg/l auf, was 14 % aller gemessenen Werte für diese nicht relevanten Metaboliten entspricht.

Bisher wurde in der Schweiz kein signifikanter Rückgang der Konzentrationen von 2,6-Dichlorbenzamid festgestellt.⁶ Gleiches gilt auch für die Messstellen im Kanton Fribourg.

7.2.6 Bentazon

Bentazon wird seit seiner Erstzulassung 1978 beim Anbau von Getreide, Kartoffeln, Mais und verschiedenen Hülsenfrüchten (Bohnen, Erbsen, Klee, Soja) verwendet. Dieser sehr mobile Wirkstoff ist in Grundwasserschutzzonen S2 nicht mehr zugelassen. In der Schweiz beträgt die jährlich verkaufte Menge an Bentazon weniger als 10 t.²

Im Kanton Freiburg wurde Bentazon an einigen Messstellen im Seebezirk und an einer Messstelle im Saanebezirk nachgewiesen (siehe Abbildung 12). An einer Messstelle liegt der gemessene Wert regelmässig über dem gesetzlichen Grenzwert von 0.1 µg/l. Für letztere müssen die festgestellten regelmässigen Überschreitungen mittels punktueller Massnahmen auf der Ebene des Einzugsgebiets der Ressource bekämpft werden.



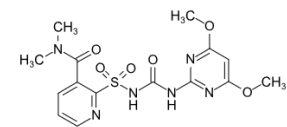
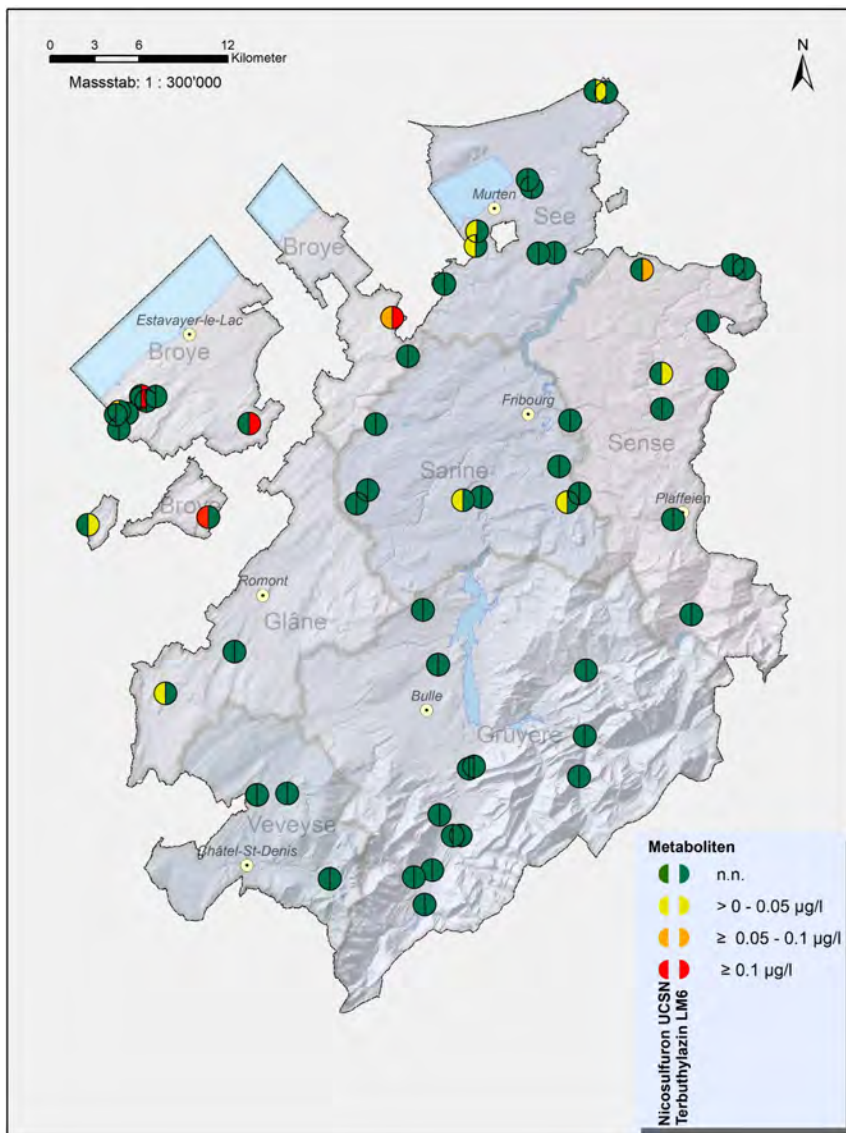
Bentazon

Abbildung 12. Während der Kampagnen NAQUA und ESoutQual gemessene Maximalwerte der Konzentration von Bentazon.

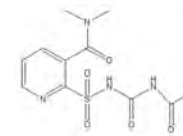
7.2.7 Weitere Pestizidrückstände

Terbuthylazin ist ein Herbizid, das zur Unkrautbekämpfung beim Anbau von Mais eingesetzt wird. Seit 1993 unterliegt es verschiedenen Anwendungsbeschränkungen. Seine Verwendung ist heute in Karstgebieten und in Grundwasserschutzzonen S2 verboten. Nicosulfuron ist ein weit verbreitetes Herbizid zur Unkrautbekämpfung im Maisanbau. Aufgrund seiner Toxizität für Wasserorganismen und weil es regelmässig in Fließgewässern nachgewiesen wurde, ist es seit dem 1. Januar 2021 in der gesamten Region Ajoie im Kanton Jura verboten.

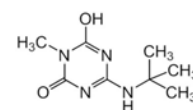
Im Laufe der Kampagnen wurde Terbuthylazin an einigen Messstellen nachgewiesen, jedoch in sehr geringen Konzentrationen, während Nicosulfuron nie nachgewiesen wurde. Ihre jeweiligen Abbauprodukte, Terbuthylazin SYN545666 (LM6) und Nicosulfuron UCSN sind beide nicht relevant und werden seit 2019 analysiert. Sie wurden wie in Abbildung 13 dargestellt an mehreren Messstellen gefunden.



Nicosulfuron



Nicosulfuron UCSN



Terbuthylazin SYN545666
(LM6)

Abbildung 13. 2019 und 2020 an den Messstellen der Programme NAQUA und ESoutQual gemessene Maximalwerte der Konzentrationen von Nicosulfuron UCSN und Terbuthylazin LM6.

Die beiden in Abbildung 13 dargestellten Metaboliten zählen zu den neuen Rückständen, die seit 2019 in Konzentrationen von mehr als 0.1 µg/l nachgewiesen werden (siehe auch Tabelle 3), ebenso wie die Metaboliten von

Chlorothalonil, die in Kapitel 7.2.3 ausführlich behandelt wurden. Da diese vor 2019 nicht systematisch analysiert wurden, ist es nicht möglich zu bestimmen, ob ein langfristiger Trend vorliegt.

Ferner zeigt sich, dass 2019 zwei Wirkstoffe in Konzentrationen über der gesetzlichen Norm vorgefunden wurden, namentlich Triclopyr, ein Herbizid, das hauptsächlich auf Wiesen und Weiden verwendet wird, und Metribuzin, ein Herbizid, das beim Getreide- und Gemüseanbau verwendet wird, während sie in den Vorjahren nicht nachgewiesen worden waren. Diese Fälle sind jedoch isoliert und müssen in Zusammenarbeit mit Grangeneuve und dem LSVW auf der Ebene des Einzugsgebiets der betroffenen Ressourcen untersucht werden. Es ist auch schwierig zu bestimmen, ob es sich dabei um eine reale Tendenz handelt, die zum Beispiel auf die Substitution kürzlich verbotener Substanzen (Atrazin, Chlorothalonil) durch neue Produkte oder auf Änderungen im Anbau zurückzuführen ist. Der Nachweis dieser teilweise in hohen Konzentrationen neu auftretenden Rückstände zeigt jedoch auf, dass es wichtig ist, die Überwachung der Grundwasserqualität im Kanton zu verstärken, um allfällige Rückstände frühzeitig ausfindig zu machen und zukünftigen Problemen vorzubeugen.

8 Schlussfolgerung

Im Grundwasser des Kantons Freiburg sind, wie auch in weiten Teilen der übrigen Schweiz², zahlreiche Pestizidrückstände vorhanden. Mit den Fortschritten bei den Analysemethoden, die es ermöglichen, eine grössere Anzahl von Stoffen zu bestimmen und diese in immer geringeren Konzentrationen zu quantifizieren, nimmt auch der Anteil der Proben zu, in denen Rückstände nachgewiesen werden (siehe Kapitel 7.1). So wie andere Umweltkompartimente wie Boden und Luft sind auch die Gewässer den menschlichen Aktivitäten ausgesetzt. Im Rahmen des Risikomanagements muss diese Realität bei der Kommunikation mit der Öffentlichkeit berücksichtigt werden, damit jeder die geeigneten Massnahmen zur Verbesserung der Situation beurteilen kann; die Gefahrenanalyse betreffend die Ressource Wasser ist zudem eine gesetzliche Verpflichtung für die Trinkwasserversorger. Die im vorliegenden Bericht vorgestellten Ergebnisse vermitteln ein sachgerechtes Bild der Situation und stellen eine wertvolle Hilfe für Entscheidungsträger dar.

Während der von 2014 bis 2020 durchgeführten Kampagnen wurden im Grundwasser nur selten Wirkstoffe nachgewiesen, insbesondere seit dem vollständigen Verbot der Verwendung von Atrazin im Jahr 2012. Wirkstoffe werden nicht mehr grossflächig, sondern punktuell vorgefunden. Diese Fälle erfordern lokale Untersuchungen auf der Ebene des Einzugsgebiets der betroffenen Ressourcen. Die Zusammenarbeit zwischen den staatlichen Ämtern (AfU, LSVW, Amt für Landwirtschaft und Grangeneuve) sowie mit den lokalen Akteuren muss verstärkt werden, um diese Situationen zu lösen.

Im Gegensatz zu den Wirkstoffen werden deren Abbauprodukte im Grundwasser zunehmend nachgewiesen. Diese Metaboliten sind oft weniger gut charakterisiert, sowohl in Bezug auf ihre Toxizität als auch auf ihre Kapazität, sich in der Umwelt zu verteilen, und werden erst seit kürzerer Zeit analysiert. Sie sind oft auch langlebiger und es kann auch nach dem Verbot des Wirkstoffs noch viele Jahre dauern, bis ihre Konzentration in den Gewässern abnimmt. Diese Situation zeigt die Notwendigkeit auf, die Qualität und Kontrolle der Zulassungsdossiers zu verbessern, um Stoffe, die in das Grundwasser gelangen könnten, gezielter zu identifizieren und möglichen zukünftigen Konfliktsituationen besser vorbeugen zu können.

Laut der Nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA *ist die intensive landwirtschaftliche Bewirtschaftung die Hauptquelle für die erhebliche Belastung des Grundwassers mit Rückständen von Pflanzenschutzmitteln. Grossflächig werden Pflanzenschutzmittel einzig in der Landwirtschaft angewendet. Auch in Siedlungen und Privatgärten werden Pflanzenschutzmittel eingesetzt, allerdings insgesamt in geringeren Mengen.*² Es gilt jedoch zu beachten, dass die Landwirtschaft Produkte einsetzt, die vom BLW zugelassen werden, und sie oft nicht in der Lage ist vorauszusehen, wie sich die Stoffe im Boden und im Grundwasser abbauen werden.

Die Karten in den Kapiteln 6 und 7 zeigen die Verteilung der wichtigsten nachgewiesenen Pestizidrückstände im Kanton Freiburg. Sie verdeutlichen die Disparitäten im Kanton. Die am stärksten betroffenen Regionen sind die Bezirke Broye, See, Sense, Saane sowie der südliche Glanebezirk. Im Greyerzbezirk und im Bezirk Vivisbach hingegen ist die Qualität der Gewässer oft einwandfrei und sehr oft werden gar keine Pestizidrückstände nachgewiesen.

Laut der vorliegenden Bestandsaufnahme sind die am häufigsten nachgewiesenen Stoffe Rückstände von Atrazin, Chloridazon und Chlorothalonil. Der Einsatz von Atrazin und Chlorothalonil ist seit 2012 bzw. 2020 verboten. Die Verwendung von Chloridazon wird es ab 2022 sein. Diese Entscheidungen sind wichtig und zeugen davon, dass auf nationaler Ebene Massnahmen zur Bewahrung der Qualität des Grundwassers ergriffen werden. Die Intensivierung der Analysen, sowohl in qualitativer als auch in quantitativer Hinsicht, ist wesentlich für die schnelle Identifizierung und Vorbeugung zukünftiger Konflikte.

Schliesslich ist daran zu erinnern, dass im Gegensatz zu den Wirkstoffen und relevanten Metaboliten für nicht relevante Metaboliten keine quantitativen Normen gelten. Obwohl die GSchV in Anhang 1 vorschreibt, dass *die Grundwasserqualität so beschaffen sein soll, dass im Wasser keine künstlichen, langlebigen Stoffe enthalten sind,*

kann das Fehlen eines quantitativen Grenzwertes die Entscheidungsfindung und das Ergreifen geeigneter Massnahmen verlangsamen, wie es die signifikanten Konzentrationen von Chloridazon-Metaboliten im Freiburger Grundwasser verdeutlichen. Abschliessend ist darauf hinzuweisen, dass der gesetzliche Grenzwert von 0.1 µg/l auf dem Vorsorgeprinzip beruht und, wie es das BLV betont, dessen Überschreitung nicht zwingend ein Gesundheitsrisiko darstellt.

A1 Liste der in den Programmen NAQUA und ESoutQual analysierten Stoffe

Tabelle 4. Liste der im Rahmen der Programme NAQUA (zwischen 2014 und 2020) und ESoutQual (zwischen 2008 und 2020) analysierten Pestizide. Für jedes Pestizid ist das Jahr der ersten und letzten Analyse angegeben, die für diese Bestandsaufnahme berücksichtigt wurden.

Stoff	Art ¹	Ausgangsstoff ²	Relevant ²	Zugelassen ³	ESoutQual ⁴			NAQUA ⁴		
					Anfang	Ende	Analysen	Anfang	Ende	Analysen
2,4,5-T	Herbizid			nein				2014	2020	188
2,4-D	Herbizid			ja	2018	2020	176	2014	2020	190
2,4-DB	Herbizid			nein				2014	2020	188
2,6-Dichlorbenzamid		Fluopicolid, Dichlobenil	nein	ja ⁵	2008	2020	562	2014	2020	190
Alachlor-OXA	Herbizid	Alachlor	n. eval. ⁶	nein ⁷				2015	2020	162
Ametryn	Herbizid			nein				2014	2020	188
Atrazin	Herbizid			nein	2008	2020	652	2014	2020	190
2-Hydroxy-Atrazin		Atrazin	nein					2014	2020	190
Desethylatrazin		Atrazin	ja		2008	2020	562	2014	2020	190
Desisopropylatrazin		Atrazin, Simazin	ja	nein ⁷	2008	2020	562	2014	2020	190
Bentazon	Herbizid			ja	2018	2020	176	2014	2020	190
Bromacil	Herbizid			nein				2014	2020	190
Carbendazim	Fungizid			nein	2019	2019	90			
Chloridazon	Herbizid			ja	2018	2020	176	2014	2020	190
Desphenyl-Chloridazon		Chloridazon	nein		2018	2020	176	2014	2020	190
Methyl-Desphenyl-Chloridazon		Chloridazon	nein		2018	2020	86	2014	2020	190
Iso-Chloridazon ⁸								2014	2020	188
Chlorothalonil R417888		Chlorothalonil	ja	nein ⁶	2020	2020	45	2019	2020	40
Chlorothalonil R471811		Chlorothalonil	ja		2020	2020	45	2019	2020	40
Chlorothalonil SYN 507900		Chlorothalonil	ja					2019	2020	40
Chlorothalonil-4-Hydroxy		Chlorothalonil	ja					2019	2020	38
Chlortoluron	Herbizid			ja	2012	2020	437	2014	2020	190

Stoff	Art ¹	Ausgangsstoff ²	Relevant ²	Zugelassen ³	ESoutQual ⁴			NAQUA ⁴		
					Anfang	Ende	Analysen	Anfang	Ende	Analysen
Cyanazin	Herbizid			nein	2008	2017	426	2014	2020	188
Cyproconazol	Fungizid			ja	2019	2019	90			
DEET	Repellent			ja	2019	2019	90	2014	2020	189
Diazinon	Insektizid			nein	2020	2020	45	2014	2020	190
Dicamba	Herbizid			ja				2014	2020	190
Dichlorprop	Herbizid			nein	2018	2020	86	2014	2020	190
Dimethachlor	Herbizid			ja				2014	2020	190
Dimethachlor-CGA 369873		Dimetachlor	nein					2019	2020	40
Dimethachlor-ESA		Dimetachlor	nein		2018	2020	86	2019	2020	40
Dimethachlor-OXA		Dimetachlor	nein		2018	2020	86			
Dimethenamid	Herbizid			ja				2014	2020	190
Dimethenamid-ESA		Dimethenamid	nein		2018	2020	86	2014	2020	190
Dimethenamid-OXA (M23)		Dimethenamid	nein					2014	2020	190
Dimethoat	Insektizid			ja	2019	2019	90	2014	2020	190
Diuron	Herbizid			ja	2008	2020	652	2014	2020	190
Monodesmethyl-Diuron		Diuron	n. eval.					2014	2020	190
N,N-Dimethylsulfamid		Tolyfluanid, Dichlofluanid	nein					2014	2020	190
Ethofumesat	Herbizid			ja				2014	2020	190
Epoxiconazol	Fungizid			ja	2019	2019	90			
Fenoprop	Herbizid			nein				2014	2020	188
Fluazifop	Herbizid			ja				2014	2020	190
Haloxyfop	Herbizid			ja				2014	2020	188
Hexazinon	Herbizid			nein				2014	2020	190
Imidacloprid	Insektizid			ja	2019	2019	90			
Iprovalicarb	Fungizid			ja	2019	2019	90			
Irgarol	Algizid			ja				2014	2020	190
Isoproturon	Herbizid			nein	2008	2020	652	2014	2020	190
Monodesmethyl-Isoproturon		Isoproturon	ja					2014	2020	190

Stoff	Art ¹	Ausgangsstoff ²	Relevant ²	Zugelassen ³	ESoutQual ⁴			NAQUA ⁴		
					Anfang	Ende	Analysen	Anfang	Ende	Analysen
(M1)										
Linuron	Herbizid			nein	2008	2019	566	2014	2020	190
MCPA	Herbizid			ja	2018	2020	176	2014	2020	190
MCPB	Herbizid			ja				2014	2020	190
Mecoprop	Herbizid			ja	2018	2020	176	2014	2020	190
Mesotrion	Herbizid			ja	2018	2020	86			
Metalaxyl	Fungizid			ja	2019	2019	90	2014	2020	190
Metamitron	Herbizid			ja	2008	2020	652	2014	2020	190
Metamitron-Desamino		Metamitron	nein					2020	2020	28
Metazachlor	Herbizid			ja	2012	2020	396	2014	2020	190
Metazachlor-ESA		Metazachlor	nein		2018	2020	66	2014	2020	190
Metazachlor-OXA		Metazachlor	nein		2020	2020	45	2014	2020	190
Methabenzthiazuron	Herbizid			nein				2014	2020	188
Methoxyfenozid	Insektizid			ja	2019	2019	90			
Metobromuron	Herbizid			ja				2014	2020	188
Metolachlor	Herbizid			ja	2008	2020	652	2014	2020	190
Metolachlor-CGA 368208		Metolachlor	?					2019	2020	40
Metolachlor NOA413173		Metolachlor	?		2020	2020	45	2019	2020	39
Metolachlor-ESA		Metolachlor	nein		2020	2020	45	2014	2020	188
Metolachlor-OXA		Metolachlor	nein		2018	2020	86	2014	2020	189
Metoxuron	Herbizid			nein				2014	2020	190
Metribuzin	Herbizid			ja	2019	2019	90	2014	2020	190
Metribuzin-Desamino-Diketo		Metribuzin	nein					2020	2020	28
Monolinuron	Herbizid			nein				2014	2020	190
Nicosulfuron	Herbizid			ja	2019	2019	90			
Nicosulfuron UCSN		Nicosulfuron	nein		2020	2020	45	2019	2020	40
Napropamid	Herbizid			ja	2019	2019	90			
Oxadixyl	Fungizid			nein				2014	2020	190

Stoff	Art ¹	Ausgangsstoff ²	Relevant ²	Zugelassen ³	ESoutQual ⁴			NAQUA ⁴		
					Anfang	Ende	Analysen	Anfang	Ende	Analysen
Pirimicarb	Insektizid			ja	2019	2019	90	2014	2020	190
Prometon	Herbizid			nein				2014	2020	188
Prometryn	Herbizid			nein				2014	2020	188
Propachlor	Herbizid			nein				2014	2020	190
Propachlor-ESA		Propachlor	ja					2014	2020	189
Propamocarb	Fungizid			ja	2019	2019	90			
Propazin	Herbizid			nein	2008	2020	562	2014	2020	188
Propiconazol	Fungizid			ja				2014	2020	190
Sebuthylazin	Herbizid			nein				2014	2020	188
Simazin	Herbizid			nein	2008	2020	562	2014	2020	190
Sulcotrion	Herbizid			nein	2018	2020	86			
Terbuthylazin	Herbizid			ja	2008	2020	652	2014	2020	189
Desethyl-Terbuthylazin		Terbuthylazin	ja		2020	2020	45			
Terbuthylazin LM5 (MT23)		Terbuthylazin	?					2019	2020	40
Terbuthylazin SYN545666 (LM6)		Terbuthylazin	nein		2020	2020	45	2019	2020	40
Terbutryn	Herbizid			nein	2008	2020	652	2014	2020	188
Thiacloprid	Insektizid			ja	2019	2019	90			
Thiamethoxam	Insektizid			ja	2019	2019	90			
Tolyfluanid	Fungizid			nein				2014	2020	178
Triclopyr	Herbizid			ja				2014	2020	188

¹ Nur für Wirkstoffe

² Nur für Metaboliten

³ 2020 weiterhin zugelassen (nur für Wirkstoffe)

⁴ Datum der ersten und letzten berücksichtigten Analyse und gesamte Anzahl der Analysen für diesen Stoff im Rahmen des jeweiligen Programms

⁵ Fluopicolid

⁶ Nicht evaluiert

⁷ Ausgangsstoff

⁸ Verunreinigung