



Vorarlberg
unser Land

Umweltinstitut
Umwelt und Lebensmittelsicherheit

PERSPEKTIVEN FÜR
UMWELT & GESELLSCHAFT

umweltbundesamt^U



Schadstoffe in der Umwelt Pflanzenschutzmittel in kleinen Gewässern

Bericht UI-07/2015

Schadstoffe in der Umwelt

Pflanzenschutzmittel in kleinen Gewässern

Gesamtbearbeitung:

Manfred Clara und Christoph Scheffknecht

Email: manfred.clara@umweltbundesamt.at

Email: christoph.scheffknecht@vorarlberg.at

Autoren:

Manfred Clara (Umweltbundesamt GmbH)

Christoph Scheffknecht (Umweltinstitut Vorarlberg)

Gerhard Hutter (Umweltinstitut Vorarlberg)

Stefan Weiß (Umweltbundesamt GmbH)

Unter Mitarbeit von:

Lucia Walser (Umweltinstitut Vorarlberg)

Rainer Florineth (Umweltinstitut Vorarlberg)

Walter Hämmerle (Umweltinstitut Vorarlberg)

Norbert Lerchster (Umweltinstitut Vorarlberg)

Monika Schmieder (Umweltinstitut Vorarlberg)

Harald Urthaler (Umweltinstitut Vorarlberg)

Astrid Draxler (Umweltbundesamt)

Sandra Kulcsar (Umweltbundesamt)

Andrea Sitka (Umweltbundesamt)

Impressum

Herausgeber und Medieninhaber:

Amt der Vorarlberger Landesregierung

Römerstraße 15, 6901 Bregenz

Verleger:

Institut für Umwelt und Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg

Montfortstraße 4, 6901 Bregenz

T +43 5574 511 42099

Titelbild: Frickgraben

Quelle: Umweltinstitut

Bregenz, Oktober 2015

Inhalt

1	Zusammenfassung	3
2	Einleitung und Hintergrund	6
3	Methodik	12
3.1	Chemische Analytik	12
3.1.1	Pestizid-Screening	12
3.1.2	Einzelstoffanalytik	12
3.1.3	Indikatorentest für kommunale Verunreinigungen	12
3.2	Beschreibung der Probenahmestellen	13
3.2.1	Pumpwerke im Rheindelta	14
3.2.2	Birkengraben	15
3.2.3	Jannersee	15
3.2.4	Landgraben	15
3.2.5	Alter Rhein - Hohenems	15
3.2.6	Luttengraben	16
3.2.7	Frickgraben	16
3.2.8	Dornbirnerach	17
3.3	Probenahme	17
4	Ergebnisse	18
4.1	Bifenox, Cypermethrin und Dicofol	18
4.2	Pestizid Screening	18
4.3	Indikatorentest für kommunale Verunreinigungen	25
4.4	Zusammenschau	31
5	Literatur	36
6	Rechtsgrundlagen Pflanzenschutzmittel	40
6.1	Nationale Regelungen:	40
6.2	Europäische Regelungen:	41
7	Anhang	43
7.1	Pestizid Screening: erfasste Wirkstoffe und Transformationsprodukte	43
7.2	Ergebnisse der Referenzanalytik	46
7.3	Messergebnisse für Bifenox, Cypermethrin und Dicofol	48
7.4	Messergebnisse Indikatorrest kommunale Verunreinigungen	49

1 Zusammenfassung

Pflanzenschutzmittel werden in der Landwirtschaft und in Haushalten eingesetzt und gelangen nach ihrer Anwendung in die Umwelt. Vor allem für kleine Gewässer in landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebieten können Einträge von Pflanzenschutzmitteln bzw. deren Abbauprodukte wesentliche Belastungen darstellen. Unterschiedliche Untersuchungen aus Österreich, der Schweiz und Deutschland bestätigen das Vorkommen von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen und deren Metaboliten in Gewässern. Am häufigsten und in den höchsten Konzentrationen werden Wirkstoffe aus der Gruppe der Herbizide bzw. deren Abbauprodukte berichtet, wohingegen Vertreter anderer Wirkstoffgruppen wie z.B. Insektizide zumeist in geringen Konzentrationen beobachtet werden. Nichtsdestotrotz können aber z.B. Insektizide aufgrund ihrer Wirkmechanismen und ihrer Toxizität auch schon in sehr geringen Konzentrationen potentielle Risikofaktoren für das Ökosystem darstellen. Ein Beispiel für eine solche potentiell relevante und in jüngerer Vergangenheit stark diskutierte Stoffgruppe sind die Neonicotinoide.

Im Jahr 2014 wurden im Rahmen eines Kooperationsprojektes zwischen dem Umweltbundesamt und dem Land Vorarlberg 10 Gewässer in Vorarlberg ausgewählt und einem Pestizid-Screening unterzogen. Bei der Auswahl der Gewässer wurde darauf geachtet, hauptsächlich kleine Gewässer in landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten zu beproben. Die ausgewählten Gewässer wurden zwei Mal beprobt. Untersucht wurden drei Pumpwerke im Rheindelta (Pumpwerke Höchst, Fussach und Gaissau), der Luttengraben oberhalb Ehbach, der Alte Rhein (Waibel), der Birkengraben bei Hard, der Frickgraben oberhalb Spiersbach, der Jannersee, der Landgraben Dornbirn sowie die Dornbirnerach. Die Probenahmen wurden so gesetzt, dass während des Anwendungszeitraums von Mai bis Juli und nach oberflächenabflußwirksamen Niederschlagsereignissen Proben gezogen wurden. Somit sollte unter Bedingungen beprobt werden, bei denen mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden konnte, dass Nachweise auftreten. Für die Analysen wurden Stichproben gezogen.

Mittels des Pestizid-Screenings werden über 500 Einzelstoffe (Wirkstoffe und Abbauprodukte) erfasst und über einem Konzentrationsniveau von rund 0,1 µg/L quantifiziert. Einzelne Wirkstoffe wurden mit höherer Auflösung gezielt untersucht. Dies waren die drei Wirkstoffe Bifenox, Cypermethrin und Dicofol, weil für diese drei Stoffe Umweltqualitätsnormen auf europäischer Ebene vorliegen. Zudem wurde der Indikatorrest für kommunale Verunreinigungen auf die Proben angewandt. Dieser Indikatorrest berücksichtigt Stoffe, die üblicherweise im kommunalen Abwasser in hohen Konzentrationen vorkommen wie Korrosionsschutzmittel, synthetische Süßstoffe oder Arzneimittelwirkstoffe, gut wasserlöslich und schlecht abbaubar sind und erlaubt somit Aussagen über eine mögliche Belastung durch Abwässer aus Siedlungsgebieten.

Die untersuchten Proben wiesen unterschiedliche Belastungen auf. Die drei Wirkstoffe Bifenox, Cypermethrin und Dicofol waren in keiner der untersuchten Proben nachweisbar. Von den Parametern des Indikatorentests für kommunale Verunreinigungen war der synthetische Süßstoff Acesulfam in allen Proben nachweisbar wohingegen Sucralose in keiner Probe gefunden wurde. Mit Ausnahme der Proben aus dem Jannersee wurden auch die Korrosionsschutzmittel (Benzotriazol und Tolyltriazol) in allen untersuchten Oberflächengewässern in zumindest einer Probe gemessen. Nur vereinzelt wurde das Antiepileptikum Carbamazepin (Pumpwerke Höchst und Gaissau sowie Landgraben Dornbirn) in Konzentrationen zwischen 0,001 und 0,002 µg/L gefunden. Die meisten Proben deuten auf eine geringe Belastung durch Abwassereinleitungen aus Siedlungsgebieten hin. Deutlich ausgeprägt ist dieser Belastungsfaktor bei der Dornbirnerach. Dies spiegelt sich auch in den gemessenen Konzentrationen der Parameter des Indikatorentests wieder, die in der Dornbirnerach am höchsten waren. Keine bzw. nur eine marginale Belastung durch Abwässer aus Siedlungsgebieten weist der Jannersee auf.

Beim Pflanzenschutzmittel-Screening wurden die Herbizide bzw. Herbizid-Metaboliten Dimethachlorsulfonsäure, Dimethenamid, MCPA, Mecoprop, Metazachlor, Metolachlor, N,N-Dimethylsulfamid, Saccharin und Terbutylazin in Konzentrationen um oder über 0,1 µg/L gemessen. Zudem wurde in drei Oberflächengewässern (Luttengraben, Frickgraben und Jannersee) das Insektizid DEET und im Frickgraben das Insektizid (Neonicotinoid) Imidacloprid nachgewiesen. Ausschließlich in einer Probe aus der Dornbirnerach wurde 2-NOA (2-Naphthyloxyacetic acid) gemessen. Dieser Wirkstoff wurde als Wachstumsregulator vor allem im Tomatenanbau eingesetzt. Seit 2009 ist dieser Einsatz jedoch nicht mehr zugelassen, weshalb die Nachweise in der Dornbirnerach als auffällig zu bewerten sind.

Das Breitbandherbizid Glyphosat und dessen Hauptabbauprodukt AMPA sind nicht im Parameterumfang des Pestizid-Screenings enthalten. Diese beiden Substanzen wurden in den Jahren 2012 bis 2014 in anderen Projekten untersucht. AMPA wurde in acht Gewässern (Ehbach, PW Fußach, PW Höchst, PW Gaissau, Spiersbach, Rheintalinnenkanal, Alter Rhein, Koblacher Kanal) in Konzentrationen zwischen 0,017 und 0,30 µg/L gemessen. Glyphosat war in sechs Gewässern (Ehbach, PW Fußach, PW Höchst, PW Gaissau, Koblacher Kanal, Elsässergraben) in Konzentrationen von 0,036 bis 0,89 µg/L nachweisbar.

Der Vergleich mit verfügbaren Vorschlägen für Qualitätskriterien für Oberflächengewässer (bezogen auf den Jahresdurchschnitt und zulässige Höchstkonzentrationen) aus der Schweiz, den Niederlanden und Deutschland zeigt, dass die zulässigen Höchstkonzentrationen mit Ausnahme von Imidacloprid in allen Proben zumeist deutlich unterschritten werden. Imidacloprid wurde im Frickgraben nachgewiesen und die gemessene Konzentration liegt über dem Vorschlag für eine zulässige Höchstkonzentration aus der Schweiz und aus Deutschland. Zudem besteht das Risiko der Überschreitung der chronischen Qualitätskriterienvorschläge. Imidacloprid scheint somit im Einzugsgebiet des Frickgrabens ein potentieller Risikofaktor für das Ökosystem zu sein. Zu nennen sind zudem

Dimethenamid und Terbuthylazin im Luttengraben, weil jeweils einer der zwei Messwerte über den chronischen Qualitätskriteriumvorschlägen liegt. Die Messwerte legen eine weitere Betrachtung dieser zwei Gewässer nahe und deren Berücksichtigung bei weiteren Untersuchungen, eine Charakterisierung der Nutzungen in den Einzugsgebieten sowie die Prüfung der Anwendung emissionsmindernder Maßnahmen wird empfohlen.

2 Einleitung und Hintergrund

Pflanzenschutzmittel werden in der Landwirtschaft und in Haushalten eingesetzt und gelangen nach ihrer Anwendung auch in die Umwelt. Pflanzenschutzmittel ist ein weit gefasster Begriff und beschreibt alle Produkte, die verwendet werden, um Schadorganismen unter Kontrolle zu halten und Pflanzen zu schützen.

Als Pflanzenschutzmittel (PSM) werden chemische Substanzen bezeichnet, die Pflanzen oder Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen schützen (abtöten), vertreiben oder in Keimung, Wachstum und Vermehrung hemmen oder dazu eingesetzt werden, das Pflanzenwachstum zu regulieren. Je nach ihrer Wirkung werden Pflanzenschutzmittel in verschiedene Gruppen eingeteilt [1]:

- Herbizide: Mittel gegen Unkräuter
- Insektizide: Mittel gegen Insekten
- Fungizide: Mittel gegen Pilzkrankungen
- Molluskizide: Mittel gegen Schnecken
- Akarizide: Mittel gegen Milben
- Rodentizide: Mittel gegen schädliche Nagetiere
- Wachstumsregler: Mittel zur Steuerung biologischer Prozesse

PSM sind üblicherweise Mischungen (Formulierungen) aus einem oder mehreren Wirkstoffen und Zusatzstoffen, wobei der Wirkstoff als aktive Komponente den Schaderreger bekämpft. Die Zusatzstoffe bewirken u.a. eine verbesserte Handhabung, Lagerung oder Ausbringung. Aber auch gezielt ausgebrachte Nützlinge, biologische Antagonisten zu Schadorganismen, Schneckenkorn oder Unkrautvernichter für den Hausgarten fallen unter den Begriff Pflanzenschutzmittel. [2]

Zulassung und Handel von Pflanzenschutzmitteln werden durch die EU-Verordnung VO (EU) 1107/2009 und das Pflanzenschutzmittelgesetz 2011 (BGBl. I Nr. 10/2011 idgF) geregelt. Gemäß Artikel 2 der EU-Verordnung VO (EU) 1107/2009 sind Pflanzenschutzmittel Produkte, die für einen der nachstehenden Verwendungszwecke bestimmt sind [2]:

- 1 Pflanzen und Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen zu schützen oder ihrer Einwirkung vorzubeugen,
- 2 in einer anderen Weise als ein Nährstoff die Lebensvorgänge von Pflanzen zu beeinflussen (z.B. Wachstumsregler),
- 3 Pflanzenerzeugnisse zu konservieren,
- 4 unerwünschte Pflanzen oder Pflanzenteile zu vernichten,
- 5 ein unerwünschtes Wachstum von Pflanzen zu hemmen oder einem solchen Wachstum vorzubeugen.

Die EU Richtlinie definiert auch die Anforderungen für die Zulassung zum Inverkehrbringen für Pflanzenschutzmittel. Zuständige Behörde in Österreich ist das Bundesamt für
Bericht UI-07/2015

Ernährungssicherheit (BAES). Die Zulassung wird vom Bundesamt für Ernährungssicherheit per Bescheid ausgesprochen, basierend auf Bewertungsberichten und Gutachten der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) zu Toxikologie, Rückstandsverhalten, Umweltverhalten und Ökotoxikologie, Wirksamkeit und Pflanzenverträglichkeit sowie physikalisch-chemische Eigenschaften. Die Zulassung eines Pflanzenschutzmittels wird auf die Dauer von maximal 10 Jahren ausgesprochen. Eine Verlängerung der Zulassung ist nur nach einer neuerlichen umfassenden Bewertung nach dem aktuellen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse und der Technik möglich. [3]

Das BAES führt auch das Verzeichnis der in Österreich zugelassenen Pflanzenschutzmittel. Im Pflanzenschutzmittelregister sind alle durch das Bundesamt für Ernährungssicherheit geprüften und zugelassenen Pflanzenschutzmittel unter einer fortlaufenden Nummer eingetragen und Angaben zu Zulassung, Wirkstoffen und Wirkstoffgehalten sowie detaillierte Anwendungsbestimmungen, Auflagen und Hinweise angeführt.

Das Pflanzenschutzmittelregister enthält derzeit rund 300 Wirkstoffe [4]. Nach Anwendung können Pflanzenschutzmittelwirkstoffe bzw. deren Abbauprodukte, sogenannte Metaboliten, in das Grundwasser oder in Oberflächengewässer gelangen. Ungünstige Wirkstoffeigenschaften (z.B. hohe Wasserlöslichkeit, lange Halbwertszeit) erhöhen das Potential einer Verlagerung in Grund- und Oberflächengewässer und das Vorkommen von Pflanzenschutzmitteln in Grund- und Oberflächengewässer ist durch diverse Studien belegt [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

Im Rahmen des Messprogramms der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV, BGBl II 2006/479 idgF) werden viele Pestizide und deren Metaboliten laufend beobachtet. Neu eingesetzte Wirkstoffe werden im Rahmen von Sondermessprogrammen schwerpunktmäßig untersucht und bei Notwendigkeit in weiterer Folge in das reguläre Monitoring integriert. Bei Durchsicht der verfügbaren Daten ist aber festzustellen, dass deutlich mehr Informationen zu Pflanzenschutzmitteln im Grundwasser vorliegen als in Oberflächengewässern.

Zur Bewertung der gemessenen Konzentrationen von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen legt die Qualitätszielverordnung Oberflächengewässer (QZV Chemie OG, BGBl. II Nr. 96/2006 idgF) Immissionsgrenzwerte für ausgewählte Parameter fest. Für Grundwasser und Trinkwasser definieren die Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser (QZV Chemie GW, BGBl. II Nr. 98/2010 idgF) und die Trinkwasserverordnung (TWV; BGBl. II Nr. 304/2001 idgF) Grenzwerte für Pestizide und relevante Metaboliten. Dazu ist anzumerken, dass die QZV Chemie GW und die TWV ein deutlich umfangreiches Wirkungsspektrum abdecken als die QZV Chemie OG. Die QZV Chemie OG regelt rund 72 Stoffe und Stoffgruppen, darunter zahlreiche Pflanzenschutzmittelwirkstoffe, von denen aber nur Chlorpyrifos und Isoproturon derzeit in Österreich zugelassen sind. Einige der geregelten Wirkstoffe, die als

Pflanzenschutzmittel nicht zugelassen sind, kommen als Biozide zum Einsatz (wie z.B. Cybutryn/Irgarol).

Im Zuge des GZÜV Sondermessprogrammes Pestizide und Metaboliten 2010 wurden 201 Grundwassermessstellen untersucht. *92 Messstellen (ca. 46 %) weisen zumindest für einen der 121 gemessenen Parameter eine Überschreitung des Schwellenwerts bzw. des Aktionswerts auf. An 33 Messstellen wurden Mehrfachüberschreitungen gemessen. Von den 121 gemessenen Parametern im GZÜV-Sondermessprogramm 2010 wurden 50 im Grundwasser nachgewiesen (21 Wirkstoffe, 29 Metaboliten). Die Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe wurden an weit weniger Messstellen nachgewiesen als deren Metaboliten [9].* Anzumerken ist dazu, dass diese Bewertungen auf dem damaligen Stand der nicht relevanten Metaboliten beruhen. Mittlerweile wurden einige der ausgewiesenen Parameter mit Überschreitung eines Schwellenwertes als nicht relevant eingestuft.

Für die Metaboliten Desethyl-Desisopropylatrazin (DEIA), N,N-Dimethylsulfamid (DMS), Metazachlor-Sulfonsäure und Metazachlor-Säure wurden jeweils mehr als zehn Überschreitungen des Schwellenwertes von 0,1 µg/L festgestellt. Für Bentazon liegen sieben Überschreitungen vor. 20 weitere Substanzen weisen ebenfalls Schwellenwertüberschreitungen auf. Für die für Trinkwasser nicht relevanten Metolachlor-Metaboliten gab es 5 Überschreitungen über dem Aktionswert von 3,0 µg/L für Metolachlor-Sulfonsäure und keine für Metolachlor-Säure. Die Chloridazon-Metaboliten Desphenyl-Chloridazon und Methyldesphenylchloridazon blieben ebenfalls meist unter dem Aktionswert von 3,0 µg/L, mit Ausnahme von zwei Überschreitungen für Desphenyl-Chloridazon. Insgesamt wurde bei 25 Substanzen der Schwellenwert von 0,1 bzw. der Aktionswert von 3,0 µg/L überschritten, davon sind 11 Wirkstoffe (1 neuer) und 14 Metaboliten (9 neue). Die in Österreich gemessenen Konzentrationen spiegeln sich im Wesentlichen auch in internationalen Funden wider. Die Messungen an Fließgewässermessstellen ergaben keine Überschreitungen bestehender Umweltqualitätsnormen, jedoch wurden für mehrere Substanzen erhöhte Konzentrationen gemessen, für die es derzeit noch keine Umweltqualitätsnormen gibt. Die häufigsten Konzentrationen größer 0,1 µg/L in den Fließgewässerproben wurden ähnlich wie bei Grundwasser für die Metaboliten von Metolachlor und Metazachlor gemessen. [9]

Zu den Metolachlor- und Metazachlormetaboliten ist anzumerken, dass diese mittlerweile als „nicht relevante Metaboliten“ bewertet und mit einem Aktionswert von 3,0 µg/L versehen wurden [31].

Im Jahr 2013 wurden im Rahmen des GZÜV-Fließgewässer Sondermessprogrammes in 30 Oberflächengewässermessstellen über 50 Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und Metaboliten untersucht. Am häufigsten nachweisbar waren AMPA (94 %), Metolachlor Sulfonsäure (81 %), Saccharin (44 %), Chloridazon-desphenyl (42 %), Glyphosat (42 %), Metazachlor Sulfonsäure (37 %), Metolachlor Säure (35 %), Bentazon (19 %), Metazachlor Säure (18 %), N,N-Dimethylsulfamid (14 %), Atrazin-2-hydroxy (14 %) und Terbutylazine-2-hydroxy (12 %). Die Werte in Klammer geben an, in wie vielen der untersuchten Proben die

jeweiligen Stoffe nachgewiesen wurden. Die Daten stammen aus dem Wasserinformationssystem Austria [10]. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden keine Gewässer in Vorarlberg beprobt.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse zeigt Abbildung 1. Die Abbildung zeigt den Mittelwert der mittleren Konzentrationen für die beprobten Messstellen sowie die jeweiligen Minimal- und Maximalwerte. Zudem sind die Daten nach zwei unterschiedlichen Kriterien ausgewertet worden. Für die Minimalbewertung wurden nicht nachweisbare Stoffe gleich null gesetzt und Messwerte kleiner Bestimmungsgrenze mit der Nachweisgrenze berücksichtigt. Für die Maximalbewertung wurden nicht nachweisbare Stoffe gleich der Nachweisgrenze gesetzt und Messwerte kleiner Bestimmungsgrenze mit der Bestimmungsgrenze berücksichtigt. Diese Vorgehensweise zielt darauf ab, den Schwankungsbereich aufgrund des Auswertemodus für nicht nachweisbare Stoffe und Ergebnisse kleiner Bestimmungsgrenze aufzuzeigen.

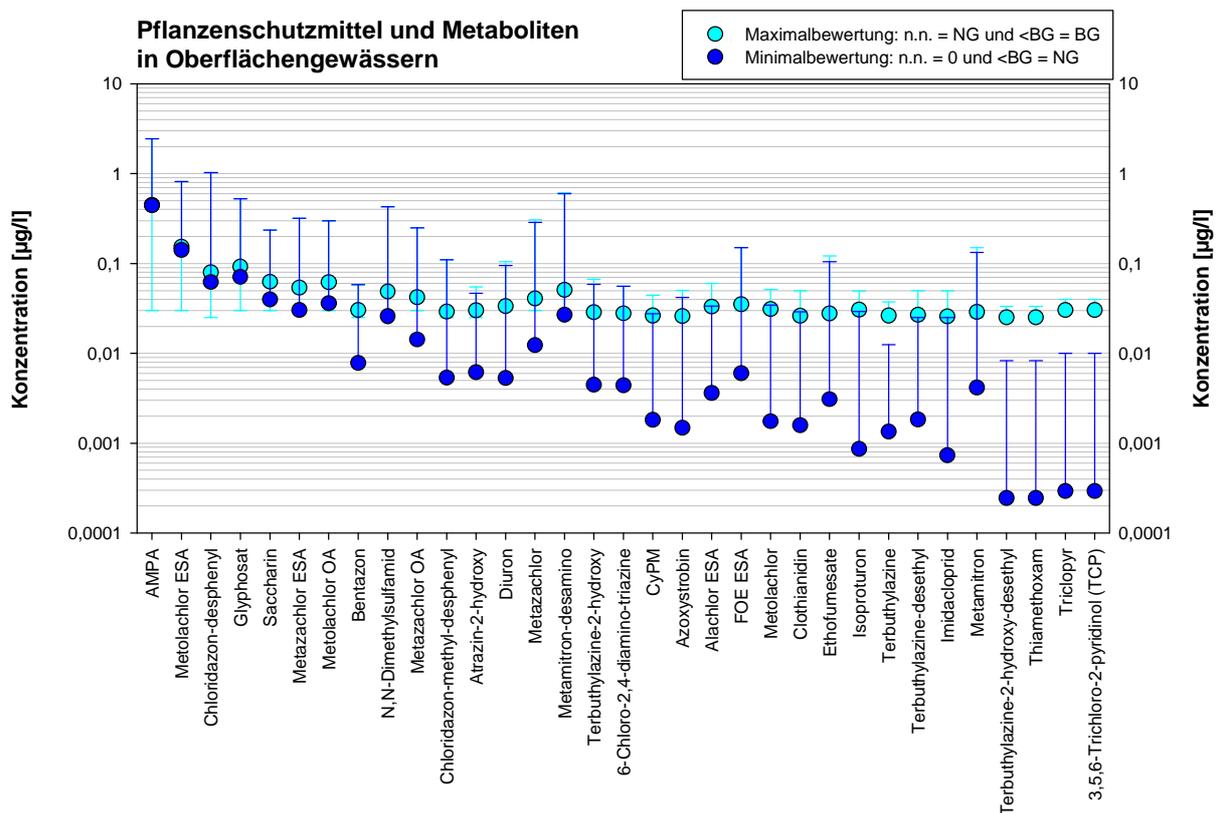


Abbildung 1: Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen und Metaboliten in Oberflächengewässern 2013 (Mittelwerte und Maximalkonzentrationen)

Im Frühjahr 2014 ließ die österreichische Umweltschutzorganisation GLOBAL 2000 im Rahmen des ORF-Schwerpunkts „Mutter Erde braucht dich“ insgesamt 75 Wasserproben aus 42 Fließgewässern, neun Hausbrunnen und drei öffentlichen Leitungsnetzen auf Pflanzenschutzmittelwirkstoffe untersuchen und in 22 der 42 stichprobenartig untersuchten österreichischen Flüsse wurden insgesamt 60 verschiedene Wirkstoffe oder Metaboliten nachgewiesen. Die vorgefundenen Belastungen waren regional sehr unterschiedlich.

Während die Mehrzahl der untersuchten Gewässer keine oder nur geringe Belastungen aufwiesen, wurden in landwirtschaftlich intensiv bewirtschafteten Regionen des Burgendlands (Wulkatal) und im niederösterreichischen Marchfeld in den Flüssen Rußbach und Mühlbach hohe Belastungen beobachtet. Die mengenmäßig stärksten Belastungen verursachten Glyphosat, Metamitron und MCPA. [11, 12]

In über 10 % der untersuchten Proben wurden die folgenden Wirkstoffe und Metaboliten nachgewiesen: Terbutylazin, Metolachlor, Metamitron, Bentazon, Diuron, Isoproturon, Chloridazon, Imidacloprid, Tebuconazol, MCPA, AMPA, Atrazin, Propiconazol, Boscalid, Thiacloprid, Carbendazim, Glyphosat, Pencycuron, Prosulfocarb, Terbutylazin, Desethyl-Desethylatrazin, Metribuzin und Terbutryn [12].

Die zwei Untersuchungen zeigen ein ähnliches Ergebnis und einige der nachweisbaren Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und Metaboliten (z.B. Glyphosat, AMPA, Bentazon) wurden in beiden Messkampagnen in vielen Proben bzw. hohen Konzentrationen beobachtet.

Für die Schweiz wurden die verfügbaren Daten zu Pflanzenschutzmittelwirkstoffen, bioziden Wirkstoffen und deren Metaboliten aus den Jahren 2005 bis 2012 ausgewertet [13]. Diese Auswertungen zeigen, dass Atrazin am häufigsten oberhalb der Bestimmungsgrenze nachweisbar war, aber auch andere Pflanzenschutzmittel wie DEET und Mecoprop wiesen eine große Anzahl von Messwerten größer Bestimmungsgrenze auf. Die höchsten Maximalkonzentrationen wurden für Herbizide gemessen, darunter Metamitron, Chlortoluron oder Linuron. Die Maximalkonzentrationen der zwanzig Pestizide mit den höchsten Maximalkonzentrationen lagen zwischen 7,4 und 301 µg/L wobei das Insektizid DEET mit 301 µg/L die mit Abstand höchste Konzentration aufwies, gefolgt von Chlortoluron mit 81 µg/L. *Die Betrachtung der 95 %-Perzentil-Konzentrationen liefert zusätzlich zur Betrachtung der Maximalkonzentrationen verlässlichere Informationen über jene Pestizide, die regelmäßig in hohen Konzentrationen auftreten. Die Hälfte der zwanzig Pestizide mit den höchsten 95 %-Perzentil-Konzentrationen sind wiederum Herbizide. Die höchsten 95 %-Perzentile wurden allerdings für die Fungizide Boscalid und Iprovalicarb und das Insektizid Methoxyfenozid beobachtet. Ebenfalls hohe 95 %-Perzentil-Konzentrationen wiesen das Repellent DEET und die Herbizide Glyphosat und Mecoprop auf [13].* Die Auswertungen ergaben zudem, *dass sowohl die Maximalkonzentrationen der einzelnen Pestizide als auch die 95 %-Perzentil-Konzentrationen in kleinen Gewässern deutlich höher sind als in großen Gewässern. In kleinen Gewässern wurden rund viermal so viele Pestizide über 0,10 µg/L nachgewiesen wie in großen, und der Anteil der Standorte mit Überschreitungen von 0,10 µg/L ist an kleinen und mittleren Gewässern deutlich höher als in großen Gewässern [13].* Die Auswertungen belegen somit die höhere Belastung kleiner Gewässer mit Pflanzenschutzmittelwirkstoffen.

Im Jahr 2012 wurden in der Schweiz fünf mittelgroße Gewässer auf eine Vielzahl von Wirkstoffen (ca. 300 Wirkstoffe) untersucht [14]. Im Schnitt wurden rund 40

unterschiedliche Wirkstoffe in jeder Probe nachgewiesen. Am häufigsten in Konzentrationen über 0,005 µg/L nachweisbar waren die Wirkstoffe Metolachlor und Mecoprop (je 98 %), DEET (87 %), Bentazon und Ethofumesat (je 80 %), Azoxystrobin, 2,4-D und MCPA (je 76 %), Chloridazon (73 %), Atrazin (71 %), Carbendazim (69 %), Isoproturon (67 %), Dimethomorph, Metamitron und Terbutylazin (je 62 %) sowie Diuron und Propyzamid (je 60 %). Zahlreiche dieser Wirkstoffe zählen auch zu 20 Wirkstoffen mit den höchsten beobachteten Konzentrationen. So lagen die Maximalkonzentrationen für Metamitron bei 1,5 µg/L, für Propyzamid bei 1,45 µg/L, für Metolachlor bei 0,96 µg/L, für Chloridazon bei 0,67 µg/L, für Terbutylazin bei 0,63 µg/L, für DEET bei 0,52 µg/L, für Bentazon bei 0,49 µg/L, für MCPA bei 0,47 µg/L, für Metalaxyl bei 0,38 µg/L oder für Isoproturon und Atrazin bei 0,35 µg/L. Bei einigen Stoffen, darunter Metolachlor, Terbutylazin, Isoproturon, Diuron, Linuron, Metazachlor, Diazinon, Thiachloprid, Carbofuran, Foramsulfuron oder Nicosulfuron wurde zudem das chronische Bewertungskriterium überschritten. Je nach Fokus der Auswertungen (Detektionshäufigkeit, Maximalkonzentrationen, Anzahl Überschreitungen des chronischen ökotoxikologischen Qualitätskriteriums) rücken unterschiedliche Wirkstoffe in den Vordergrund. Die drei Wirkstoffe Metolachlor, Terbutylazin und Isoproturon wurden jedoch nach allen drei Kriterien hoch gereiht. [14]

In Vorarlberg wurden in den Jahren 2012 bis 2014 Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und deren Transformationsprodukte (rund 98 Substanzen) in mehreren Messstellen untersucht. Mit Ausnahme von AMPA, Glyphosat, Glufosinat, Mecoprop (MCPA), MCPA und 2,4-D lagen aber alle Messungen unter den jeweiligen Bestimmungsgrenzen, die zwischen 0,010 und 0,050 µg/L lagen. AMPA wurde bei diesen Untersuchungen in acht Gewässern (Ehbach, PW Fußach, PW Höchst, PW Gaissau, Spiersbach, Rheintalinnenkanal, Alter Rhein, Koblacher Kanal) in Konzentrationen zwischen 0,017 und 0,30 µg/L gemessen. Glyphosat war in sechs Gewässern (Ehbach, PW Fußach, PW Höchst, PW Gaissau, Koblacher Kanal, Elsässergraben) in Konzentrationen von 0,036 bis 0,89 µg/L nachweisbar. Im Pumpwerk Fußach und im Koblacher Kanal wurden zudem MCPA in einer Konzentration von 0,13 bis 0,15 µg/L gemessen. Glufosinat wurde beim Pumpwerk Gaissau in Konzentrationen von 0,05 bis 0,10 µg/L nachgewiesen. Je einen positiven Befund gab es bei MCPA im Koblacher Kanal (0,14 µg/L) und 2,4-D im Pumpwerk Fußach (0,06 µg/L). [15]

Basierend auf diesen Ergebnissen wurden unterschiedliche kleine Gewässer in Vorarlberg auf Pflanzenschutzmittelwirkstoffe untersucht. Dabei wurden im Zuge eines Pestizid Screenings eine Vielzahl von Wirkstoffen berücksichtigt. Einzelne Wirkstoffe (Bifenox, Dicofol und Cypermethrin), für die Immissionsgrenzwerte in Form von Umweltqualitätsnormen (UQN) vorgegeben sind, wurden mit entsprechend sensitiven Methoden untersucht. Zusätzlich zu den Pflanzenschutzmittelwirkstoffen und ihren Transformationsprodukten wurden auch Indikatorstoffe untersucht, die Hinweise auf Einflüsse auf Belastungen durch kommunale Abwassereinleitungen hindeuten.

3 Methodik

3.1 Chemische Analytik

Über das Pflanzenschutzmittel-Screening (Pestizid Screening) werden über 550 Einzelstoffe (Wirkstoffe und Metaboliten) erfasst. Zudem wurden mittels Einzelstoffanalytik die drei Wirkstoffe Dicofol, Bifenox und Cypermethrin untersucht. Der Indikatorentest für kommunale Verunreinigungen erfasst 8 Stoffe.

3.1.1 Pestizid-Screening

Die Probe wird mittels Direktinjektion in ein Flüssigchromatographie-Tandemmassenspektrometer-System (LC-MS/MS) in mehreren chromatographischen Läufen im positiven und negativen Electrospray-Ionisierungsmodus (ESI) analysiert. Substanzen, die über 0,090 µg/L detektiert werden, werden im Anschluss quantifiziert. Eine Liste der im PSM-Screening enthaltenen Substanzen findet sich im Anhang in Abschnitt 7.1.

3.1.2 Einzelstoffanalytik

Für Dicofol, Bifenox und Cypermethrin liegen Umweltqualitätsnormen vor, die kleiner als 0,1 µg/L sind. Daher wurden diese drei Wirkstoffe mit einer spezifischen Methode analysiert. Es wurden 495 mL der Probe mit einem deuterierten beziehungsweise isotope markierten Surrogat versetzt und anschließend mit einem organischen Lösemittel mittels Flüssig-Flüssig-Extraktion extrahiert. Der Extrakt wurde nach Einengung und Zugabe eines Injektionsstandards mittels GC-MS/MS gemessen. Die Bestimmungsgrenzen für Bifenox und Cypermethrin betragen 0,05 µg/L und die Nachweisgrenzen lagen bei 0,025 µg/L. Für Dicofol lag die Bestimmungsgrenze bei 0,1 µg/L und die Nachweisgrenze bei 0,05 µg/L.

3.1.3 Indikatorentest für kommunale Verunreinigungen

Der Indikatorentest für kommunale Verunreinigungen zielt darauf ab, Hinweise auf potentielle Einflüsse durch kommunales Abwasser aufzuzeigen. Daher berücksichtigt der Indikatorentest eine Anzahl von Stoffen, die üblicherweise im kommunalen Abwasser enthalten, die gut wasserlöslich und schlecht abbaubar sind. Dazu zählen zwei synthetische Süßstoffe (Sucralose und Acesulfam), Benzotriazole (Korrosionsschutzmittel) sowie Arzneimittelwirkstoffe (Carbamazepin, Metoprolol und Sotalol). Für die Analysen werden 50 mL der Probe mittels Eisessig auf einen pH-Wert von 5 eingestellt. Nach der Zugabe einer isotope markierten Surrogatstandardmischung erfolgte eine Anreicherung der Probe mittels Festphasenextraktion (SPE, solid phase extraction). Das Eluat wurde nach Einengung und Lösungsmitteltausch mittels LC-MS/MS mit zwei chromatographischen Methoden im positiven und negativen Ionisierungsmodus gemessen. Die Bestimmungs- (BG) und Nachweisgrenzen (NG) sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Bestimmungs- und Nachweisgrenzen der Stoffe, die mittels des Indikatortests für kommunale Verunreinigungen erfasst werden

Wirkstoff	BG [$\mu\text{g/L}$]	NG [$\mu\text{g/L}$]
1H-Benzotriazol	0,0050	0,010
Tolyltriazole	0,0050	0,010
Acesulfam	0,0025	0,0050
Sucralose	0,0050	0,010
Carbamazepin	0,00050	0,0010
Carbamazepine-10,11-dihydroxid	0,0020	0,0040
Metoprolol	0,0025	0,0050
Sotalol	0,0020	0,0040

3.2 Beschreibung der Probenahmestellen

Es wurden acht kleine Fließgewässer und ein stehendes Gewässer im Vorarlberger Rheintal sowie die Dornbirnerach beprobt. Einen Überblick über die Lage der Probenahmestellen gibt Abbildung 2.

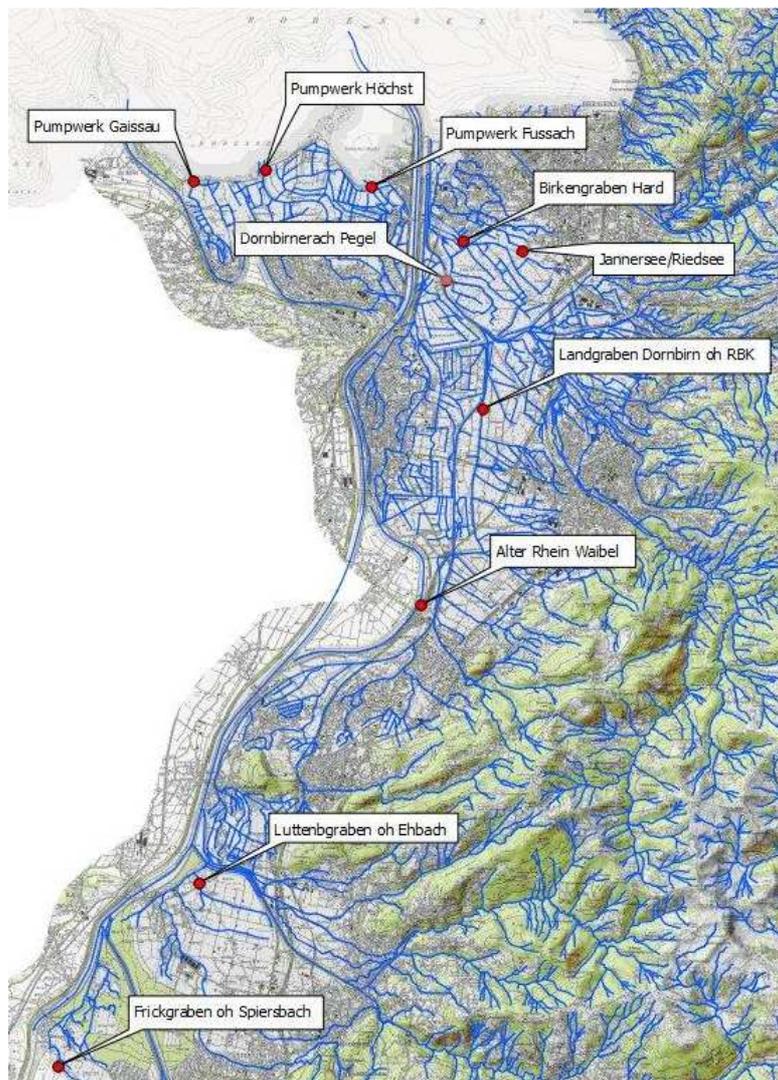


Abbildung 2: Verortung der Probenahmestellen

Bei der Auswahl der Probenahmestellen wurde das Hauptaugenmerk auf kleine Gewässer in landwirtschaftlich genutzten Gebieten gelegt. Häufig ist aber ein Einfluss von Abwässern aus der Siedlungswasserwirtschaft aufgrund von Einleitungen gereinigter Abwässer bzw. aufgrund von Misch- oder Niederschlagswassereinleitungen aus Trennkanalisationen sowie von Straßenabwässern nicht auszuschließen. In der folgenden Tabelle 2 werden die Haupteinflussfaktoren im Einzugsgebiet der beprobten Gewässer zusammengefasst.

Tabelle 2: Nutzungen / Einflussfaktoren im Einzugsgebiet der beprobten Gewässer

Messstelle	Nutzungen im Einzugsgebiet		
	Landwirtschaft	Siedlungsgebiete	Verkehrsflächen
Pumpwerk Fußach	X	X	-
Pumpwerk Gaißau			
Pumpwerk Höchst			
Birkengraben	X	-	-
Jannersee	X	-	-
Landgraben Dornbirn oh. RBK	X	X	X
Alter Rhein (Waibel)	X	-	X
Luttengraben oh. Ehbach	X	-	-
Frickgraben oh. Spiersbach	X	-	-
Dornbirnerach	X	X	X

3.2.1 Pumpwerke im Rheindelta

Das Rheindelta wird über drei Pumpwerke in Fußach, Höchst und Gaißau entwässert. Das Einzugsgebiet ist vorwiegend von der Landwirtschaft (Grünland, Obst, Gemüse, Mais) beeinflusst. Daneben werden auch gereinigte Abwässer aus kleineren Siedlungsgebieten eingeleitet. Die Pumpwerke befinden sich am Polderdamm, der die Vorfluter lokal einstaut. Über automatisierte Schöpfwerke wird das Wasser dem Bodensee zugeführt. Die Proben wurden aus dem Zulauf zu den Pumpwerken entnommen.



Abbildung 3: Pumpwerk Höchst

3.2.2 Birkengraben

Über den Birkengraben wird ein großer Teil der Drainage-Wässer des Lauteracher Rieds abgeleitet. Die Landwirtschaft prägt diesen Teil des Rieds (Grünland, Mais). Die Probenahme erfolgte vor der Einleitung von Niederschlagsabwässern aus dem Siedlungsgebiet „Erlach“ in Hard.

3.2.3 Jannersee

Der Jannersee, auch Riedsee genannt, liegt am Rande des Lauteracher Rieds und ist ca. 15 m tief. Der Jannersee hat keinen Oberflächenzufluss sondern ist grundwassergespeist, wodurch es in der Tiefe zu Sauerstoffdefiziten kommt. Der Jannersee wird als Badesee genutzt („EU-Badestelle“). An den See grenzen Landwirtschaftsflächen und untergeordnete Verkehrsflächen.

3.2.4 Landgraben

Der Landgraben, ursprünglich ein Riedgewässer im Bereich Gleggen-Köblern, stellt heute einen geradlinigen Entwässerungsgraben dar. In den Landgraben in Dornbirn gelangen über zwei Nebenzuflüsse Mischwässer aus zwei Entlastungsanlagen. Siedlungen am Stadtrand von Dornbirn entwässern in den Landgraben. Auch beim Landgraben hat die Landwirtschaft einen maßgeblichen Einfluss. Die Probe wurde vor der Einleitung in den Rheintal-Binnenkanal entnommen.



Abbildung 4: Landgraben

3.2.5 Alter Rhein - Hohenems

Aus dem Alten Rhein wurde eine Probe bei Hohenems in der Nähe des Zollamts gezogen. Dieses Gewässer ist auch als Waibelloch bekannt und kann als Übergangsstadium zwischen

Flussaltarm und See angesehen werden. Die mittlere Durchflussmenge liegt bei circa 250 L/s. Im Uferbereich befinden sich Schrebergärten. In dieses Gewässer werden auch Straßenabwässer eingeleitet.



Abbildung 5: Alter Rhein bei Zollamt Hohenems

3.2.6 Luttengraben

Der Luttengraben ist ein kleiner Entwässerungsgraben am Schwemmfächer der Frutz. Die Probenahmestelle des Luttengrabens liegt kurz vor der Einleitung in den Ehbach. Im Einzugsgebiet des Luttengrabens gibt es kaum Siedlungseinfluss aber eine Beeinflussung durch die Landwirtschaft (Grünland, Mais).



Abbildung 6: Luttengraben vor der Einleitung in den Ehbach

3.2.7 Frickgraben

Der Frickgraben ist ein kleiner Riedgraben im Grenzgebiet Liechtenstein und Vorarlberg und befindet sich am äußeren Ende des Bangser Rieds. Die Beprobung wurde vor der Einleitung

in den Spiersbach durchgeführt. Es sind keine Einleitungen von Abwasser oder Mischwasser bekannt. Die angrenzenden Flächen werden landwirtschaftlich genutzt.

3.2.8 Dornbirnerach

Für Vergleichszwecke wurde auch eine Probe der Dornbirnerach beim Pegel Lauterach entnommen. Die Dornbirnerach hat einen mittleren Abfluss von $6,9 \text{ m}^3/\text{s}$ und wird durch zwei große Kläranlagen (ARA Dornbirn und ARA Hohenems) mit insgesamt $320.000 \text{ EW}_{\text{BSB-60}}$ maßgeblich beeinflusst. Daneben gibt es auch bei der Dornbirnerach einen landwirtschaftlichen Einfluss.



Abbildung 7: Dornbirnerach beim Pegel Lauterach

3.3 Probenahme

Die Proben wurden als Stichproben genommen. Die Beschreibung der Bedingungen bei der Probenahme, eine Probencharakterisierung mittels vor Ort bestimmter Parameter (Tabelle 10) sowie eine Zusammenstellung der gemessenen Referenzparameter (chemisch-physikalische Parameter) (Tabelle 11) enthält der Anhang (siehe Abschnitt 7.2). Soweit möglich wurden auch Durchflussmengen abgeschätzt.

4 Ergebnisse

4.1 Bifenox, Cypermethrin und Dicofol

Die drei Wirkstoffe Bifenox, Cypermethrin und Dicofol wurden mit spezifischen Methoden analysiert, konnten aber in keiner der untersuchten Proben nachgewiesen werden. Die Nachweisgrenzen lagen für Bifenox und Cypermethrin bei 0,025 µg/L und für Dicofol bei 0,05 µg/L. Für diese drei Wirkstoffe sind in Richtlinie 2013/39/EU [16] Umweltqualitätsnormen (UQN) festgelegt. Diese UQN sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3: Umweltqualitätsnormen für Bifenox, Cypermethrin und Dicofol entsprechend RL 2013/39/EU (JD-UQN: Umweltqualitätsnorm bezogen auf den Jahresdurchschnitt, ZHK-UQN: zulässige Höchstkonzentration)

Wirkstoff		BG	NG	JD-UQN	ZHK-UQN
Bifenox	[µg/L]	0,050	0,025	0,012	0,04
Cypermethrin	[µg/L]	0,050	0,025	0,000080	0,00060
Dicofol	[µg/L]	0,10	0,050	0,0013	nicht anwendbar

Eine Bewertung ist nicht möglich, weil bei allen drei Wirkstoffen die Nachweisgrenzen z.T. deutlich über den UQN liegen, sowohl die UQN bezogen auf den Jahresdurchschnitt als auch die zulässige Höchstkonzentration betreffend. Eine Ausnahme bildet Bifenox. Bifenox war in keiner Probe nachweisbar und die Nachweisgrenze lag mit 0,025 µg/L unter der ZHK-UQN.

4.2 Pestizid Screening

Über das Pestizid Screening werden über 550 Wirkstoffe und Transformationsprodukte erfasst (siehe Abschnitt 7.1 im Anhang), wenn deren Konzentration über 0,09 µg/L beträgt. Es wurden 14 Wirkstoffe bzw. Metaboliten in den untersuchten Proben in Konzentrationen von 0,09 µg/L oder darüber nachgewiesen.

Die Ergebnisse für diese 14 Wirkstoffe oder Metaboliten sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4: Zusammenfassung der quantifizierten Konzentrationen [$\mu\text{g/L}$] der Pflanzenschutzmittelwirkstoff und Metaboliten, die über das Pestizid Screening erfasst werden (2-NOA...2-Naphthyloxyacetic acid, DMC-ESA...Dimethachlorsulfonsäure, DMA...Dimethenamid, ICP...Imidacloprid, MCPA...2-Methyl-4-chlorphenoxyessigsäure, MCPP...Mecoprop, MZC-ESA...Metazachlorsulfonsäure, MZC-OA...Metazachlorsäure, MLC-ESA...Metolachlorsulfonsäure, MLC-OA...Metolachlorsäure, N,N-DMS...N,N-Dimethylsulfamid, TBA...Terbuthylazin)

Messstelle	2-NOA	DEET	DMC-ESA	DMA	ICP	MCPA	MCPP	MZC-ESA	MZC-OA	MLC ESA	MLC OA	N,N-DMS	Saccharin	TBA
Einheit	$\mu\text{g/l}$													
Pumpwerk Höchst						0,41		0,15	0,31	0,095			0,098	
Luttengraben oh. Ehbach				0,21										0,24
		0,15					0,9			0,33	0,15			
Alter Rhein (Waibel)			0,14											
Birkengraben													0,096	
													0,29	
Pumpwerk Fussach							0,18							
										0,17	0,17		0,15	
Frickgraben oh. Spiersbach														
		0,17			0,2								0,19	
Jannersee													0,25	
		0,094											0,41	
Landgraben Dornbirn oh. RBK										0,1				
										0,098				
Pumpwerk Gaissau												0,12		
													0,097	
Pegel Lauterach / Dornbirnerach	0,094												0,17	
													0,21	

2-Naphthoxyacetic acid (2-NOA): 2-NOA wirkt wie ein Phytohormon und wurde als Wachstumsregulator hauptsächlich im Tomatenanbau verwendet. In der EU ist 2-NOA nicht zugelassen [17, 19]. Die Risikobewertung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) gibt an, dass 2-NOA sehr toxisch für Wasserorganismen (Fische, Daphnien und Algen) ist (EC_{50} 3,85 mg/l), weist aber nur ein geringes Risiko für Oberflächengewässer aus [18]. Aufgrund fehlender Daten ist aber ein potentielles Risiko nicht auszuschließen und daher ist der Wirkstoff in Europa seit 2009 nicht mehr zugelassen [19].

Es sind keine Umweltqualitätsnormen für Oberflächengewässer für 2-NOA verfügbar.

2-NOA wurde in einer Probe aus der Dornbirnerach in einer Konzentration von 0,094 µg/L nachgewiesen.

DEET: N,N-Diethyl-3-methylbenzamid (Diethyltoluamid, DEET) ist ein Insektizid, das in verschiedenen Insektensprays und unter unterschiedlichen Handelsbezeichnungen vermarktet wird (z.B. Autan, Nobite, u.a.). Im Rahmen der Biozid-Gesetzgebung ist DEET für die Verwendung in der Produktart 19 (Repellentien und Lockmittel) in der EU zugelassen. Der Bewertungsbericht geht davon aus, dass in der Umwelt (Wasser) die Konzentrationen 30 µg/L nicht überschreiten.

DEET wird als leicht abbaubar bewertet und die Risikocharakterisierung kommt zum Schluss, dass basierend auf den vorliegenden Daten und der Verwendung als Repellent kein Risiko für die aquatische Umwelt besteht. [20]

DEET wurde im Luttengraben, im Frickgraben und im Jannersee bei der zweiten Probenahme in Konzentrationen von 0,094 bis 0,17 µg/L nachgewiesen. Diese Konzentrationen liegen deutlich unter den Maximalwerten, die bei der Risikobewertung [20] verwendet wurden.

In der Schweiz wurden vom Ökotoxizentrum Umweltqualitätsnormen für Oberflächengewässer abgeleitet. Für DEET wird eine UQN bezogen auf den Jahresdurchschnitt von 41 µg/L und eine zulässige Höchstkonzentration von 410 µg/L angegeben [26]. Der gemessene Wert liegt deutlich unter diesen Qualitätskriterien. In den Niederlanden wurde für DEET das maximal tolerierbare Risikoniveau basierend rein auf ökotoxikologischen Daten mit 0,11 µg/L festgelegt (nicht verrechnet) [23]. Diese Konzentration wird sowohl in der Probe aus dem Luttengraben als auch in der Probe aus dem Frickgraben überschritten.

Dimethachlor ESA: Dimethachlor-Sulfonsäure ist ein Metabolit von Dimethachlor. Dimethachlor ist ein Herbizid aus der Stoffklasse der Chloracetamide und ist in Österreich zugelassen [4]. Angewandt wird Dimethachlor auf Winterraps und die Inverkehrbringungsmengen werden mit „mittel“ (5-25 Tonnen für 2012) angegeben [4, 21]. Während der Wirkstoff Dimethachlor als sehr giftig für Wasserorganismen eingestuft ist, wurde Dimethachlor-Sulfonsäure im Rahmen der EU-Wirkstoffbewertung als biologisch nicht relevant (keine herbizide Aktivität) und die Toxizität für aquatische Organismen als gering bewertet [21, 22]. Dimethachlor-Sulfonsäure wird aber als humantoxikologisch relevanter Metabolit bewertet, weil derzeit nicht ausgeschlossen werden kann, dass der Metabolit bei chronischer Exposition zur Entstehung von Tumoren führen kann [21].

Es liegen keine Umweltqualitätsnormen für Oberflächengewässer für Dimethachlor-Sulfonsäure vor.

Dimethachlor-Sulfonsäure wurde in einer Probe aus dem Alten Rhein (Waibel) in einer Konzentration von 0,14 µg/L nachgewiesen.

Dimethenamid ist ein Herbizid aus der Stoffklasse der Chloracetamide und ist in Österreich zugelassen [4]. Angewandt wird Dimethenamid auf Winterraps, Mais, Gemüse, Obst, Kürbis, Ackerbohnen, Sojabohne und Sonnenblume und die Inverkehrbringungsmengen werden mit „hoch“ (25-100 Tonnen für 2012) angegeben [4, 21]. Dimethenamid wird in der Umwelt photolytisch abgebaut und wurde als (schwer) biologisch abbaubar bewertet. Chronische Tests mit aquatischen Organismen ergaben für die Regenbogenforelle einen NOEC von 120 µg/L und für die Wasserlinse (*Lemna gibba*) wurde ein EC₅₀ von 12 µg/L berichtet [23].

Die Niederlande haben eine Umweltqualitätsnorm für Oberflächengewässer für Dimethenamid-P bezogen auf den Jahresdurchschnitt von 0,13 µg/L und eine zulässige Höchstkonzentration von 1,6 µg/L festgelegt [24, 27].

Bei den Untersuchungen wurde Dimethenamid in einer Probe im Luttengraben in einer Konzentration von 0,21 µg/L gemessen.

Imidacloprid: ist ein Insektizid aus der Gruppe der Neonicotinoide und ist in Österreich zugelassen. Angewandt wird Imidacloprid bei Apfel, Gurke, Hopfen, Kirschen, Melanzani, Paprika, Zwetschken, Quitten, Salat, Tabak, Tomaten, Weichsel, Weinreben, Zierpflanzenkulturen und Zucchini [4].

Imidacloprid ist schwer abbaubar und bei Freisetzung im Wasser wird eine geringe Bindung an Sediment und Schwebstoffe erwartet. Als Umweltqualitätsnorm bezogen auf den Jahresdurchschnitt (JD-UQN) wurde in Deutschland eine Konzentration von 0,0024 µg/L und eine zulässige Höchstkonzentration von 0,1 µg/L vorgeschlagen [25]. In der Schweiz schlägt das Ökotoxzentrum eine Qualitätsnorm bezogen auf den Jahresdurchschnitt für Imidacloprid von 0,013 µg/L und eine zulässige Höchstkonzentration von 0,1 µg/L vor [26]. Die Niederlande weisen für Imidacloprid eine Umweltqualitätsnorm bezogen auf den Jahresdurchschnitt von 0,0067 µg/L und eine zulässige Höchstkonzentration von 0,2 µg/L aus [27].

Bei den Untersuchungen wurde Imidacloprid in einer Probe aus dem Frickgraben in einer Konzentration von 0,20 µg/L gemessen. Dieser Wert liegt um ein Vielfaches über den JD-UQN Vorschlägen und im Bereich der ZHK-UQN für Oberflächengewässer aus Deutschland, der Schweiz und den Niederlanden.

MCPA: 2-Methyl-4-chlorphenoxyessigsäure (MCPA) ist ein in Österreich zugelassenes Herbizid und wird verbreitet eingesetzt. Anwendungsgebiete sind Ackerbau, Grünland, Hopfenbau, Obstbau, Weinbau und der Zierpflanzenbau [4].

In der Schweiz schlägt das Ökotoxzentrum eine Qualitätsnorm für MCPA für Oberflächengewässer im Jahresdurchschnitt von 1,34 µg/L und eine zulässige Höchstkonzentration von 15 µg/L vor [26]. Die Niederlande haben eine

Umweltqualitätsnorm für MCPA bezogen auf den Jahresdurchschnitt von 1,4 µg/L und eine zulässige Höchstkonzentration von 15 µg/L festgelegt [27] und in Deutschland beträgt der Grenzwert laut geltender Oberflächengewässerverordnung (OGewV) vom 20. Juli 2011 0,1 µg/L [28].

MCPA wurde bei den Untersuchungen in einer Probe aus dem Pumpwerk Höchst in einer Konzentration von 0,41 µg/L nachgewiesen. Diese Konzentration liegt deutlich unter den Qualitätskriterien für Oberflächengewässer aus der Schweiz und den Niederlanden aber über dem in Deutschland geltenden Grenzwert.

Mecoprop (MCP) ist ein Herbizid und Mecoprop-p ist ein in Österreich zugelassener Wirkstoff. Anwendungsgebiete sind der Ackerbau und der Zierpflanzenbau. Mecoprop-p wird vorwiegend auf Rasen, Dinkel, Gerste, Hafer, Weizen, Roggen und Wintertriticale angewandt [4].

In der Schweiz schlägt das Ökotoxzentrum eine Qualitätsnorm für Mecoprop-p für Oberflächengewässer von 3,6 µg/L im Jahresdurchschnitt und eine zulässige Höchstkonzentration von 187 µg/L vor [26]. Die Niederlande haben eine Umweltqualitätsnorm für MCPA bezogen auf den Jahresdurchschnitt von 18 µg/L und eine zulässige Höchstkonzentration von 160 µg/L festgelegt [27] und in Deutschland beträgt der Grenzwert laut geltender Oberflächengewässerverordnung (OGewV) vom 20. Juli 2011 0,1 µg/L [28].

Mecoprop wurde in jeweils einer Probe aus dem Pumpwerk Fußach und dem Luttengraben nachgewiesen. Die gemessenen Konzentrationen betragen 0,18 µg/L im Pumpwerk Fußach und 0,90 µg/L im Luttengraben. Diese Konzentrationen liegen deutlich unter den Qualitätskriterien aus der Schweiz und den Niederlanden aber über dem in Deutschland geltenden Grenzwert.

Metazachlor ESA und Metazachlor OA: Metazachlorsulfonsäure (Metazachlor ESA, BH479-8) und Metazachlorsäure (Metazachlor OA, BH479-4) sind zwei Metaboliten des Metazachlor. Metazachlor ist ein Herbizid aus der Stoffklasse der Chloracetamide und ist in Österreich in mehreren Produkten zugelassen. Angewandt wird Metazachlor auf Raps und Kohlgemüse und die Inverkehrbringungsmengen werden mit „hoch“ (25-100 Tonnen für 2012) angegeben [4, 21].

Während der Wirkstoff Metazachlor als sehr giftig für Wasserorganismen eingestuft ist, wurden die zwei Metaboliten Metazachlorsulfonsäure und Metazachlorsäure im Rahmen der EU-Wirkstoffbewertung als biologisch nicht relevant (keine herbizide Aktivität) und die Toxizität für aquatische Organismen als gering bewertet [21, 29]. Die humantoxikologisch maximal tolerierbare Konzentration im Grund- und Trinkwasser wurde für die Summe von Metazachlorsulfonsäure und Metazachlorsäure mit 106 µg/L berechnet [21].

Es liegen keine Umweltqualitätsnormen für Oberflächengewässer für Metazachlor ESA oder Metazachlor OA, sehr wohl aber für den Wirkstoff Metazachlor vor. In der Schweiz schlägt das Ökotoxzentrum eine Qualitätsnorm für Metazachlor von 0,02 µg/L im Jahresdurchschnitt und eine zulässige Höchstkonzentration von 0,28 µg/L vor [26]. In den Niederlanden wurde

für Metazachlor das maximal tolerierbare Risikoniveau basierend rein auf ökotoxikologischen Daten mit 34 µg/L festgelegt [27].

Bei den Untersuchungen wurden die zwei Metaboliten in einer Probe aus dem Pumpwerk Höchst in Konzentrationen von 0,15 µg/L (Metazachlor ESA) und von 0,31 µg/L (Metazachlor OA) nachgewiesen. Diese Konzentrationen liegen im Bereich der vom Ökotoxzentrum vorgeschlagenen zulässigen Höchstkonzentration für Metazachlor und über dem auf den Jahresdurchschnitt bezogenen Qualitätskriterium. Ein direkter Vergleich ist aber nicht zulässig, weil die Metaboliten eine erheblich geringere Toxizität aufweisen als die Ausgangssubstanz [29].

Metolachlor ESA und Metolachlor OA: Metolachlorsulfonsäure (Metolachlor ESA, CGA 354743) und Metolachlorsäure (Metolachlor OA, CGA 51202) sind zwei Metaboliten des Metolachlor. Metolachlor kommt als R- und S-Enantiomer vor. S-Metolachlor ist ein Herbizid aus der Stoffklasse der Chloracetamide und ist in Österreich in mehreren Produkten zugelassen. Angewandt wird Metolachlor auf Mais, Hirse, Sojabohne, Ölkürbis, Zuckerrübe, rote Rübe und Chinakohl und die Inverkehrbringungsmengen werden mit „hoch“ (25-100 Tonnen für 2012) angegeben [4, 21].

Für den Wirkstoff S-Metolachlor liegt keine EFSA-Schlussfolgerung vor. Im Rahmen der EU-Wirkstoffbewertung kam der Rapporteur jedoch zum Schluss, dass die Metaboliten S-Metolachlorsäure und S-Metolachlorsulfonsäure biologisch nicht relevant sind. Die humantoxikologisch maximal tolerierbare Konzentration im Grund- und Trinkwasser wurde ausgehend vom ADI (acceptable daily intake) Wert der Ausgangssubstanz S-Metolachlor für die Summe von S-Metolachlor-Sulfonsäure und S-Metolachlor-Säure mit 133 µg/L berechnet. [21]

Es liegen keine Umweltqualitätsnormen für Oberflächengewässer für Metolachlor ESA oder Metolachlor OA, sehr wohl aber für den Wirkstoff S-Metolachlor vor. In der Schweiz schlägt das Ökotoxzentrum eine Qualitätsnorm für S-Metolachlor für Oberflächengewässer von 0,69 µg/L im Jahresdurchschnitt und eine zulässige Höchstkonzentration von 2,3 µg/L vor [26]. In den Niederlanden wurde für Metolachlor das maximal tolerierbare Risikoniveau basierend rein auf ökotoxikologischen Daten mit 0,2 µg/L festgelegt [27].

Bei den Untersuchungen wurde Metolachlorsulfonsäure in fünf Proben, in jeweils einer Probe aus den Pumpwerken Höchst (0,095 µg/L) und Fußach (0,17 µg/L) und dem Luttengraben (0,33 µg/L) sowie in den zwei Proben aus dem Landgraben Dornbirn (0,098 und 0,10 µg/L) nachgewiesen. Metolachlorsäure wurde in jeweils einer Probe aus dem Luttengraben und dem Pumpwerk Fußach in Konzentrationen von 0,15 µg/L und 0,17 µg/L nachgewiesen. Diese Konzentrationen sind deutlich niedriger als die Schweizer Qualitätskriterien und mit einer Ausnahme (Luttengraben) liegen alle Konzentrationen auch unter dem Niederländischen Qualitätskriterium. Wie bei Metazachlor ist aber ein direkter Vergleich nicht zulässig, weil auch bei Metolachlor davon auszugehen ist, dass die Metaboliten eine geringere Toxizität aufweisen als die Ausgangssubstanz [21].

Die Metazachlor- und Metolachlor-Metaboliten (Metazachlorsulfonsäure, Metazachlorsäure, Metolachlorsulfonsäure und Metolachlorsäure) sind in Österreich als „nicht relevante Metaboliten“ bewertet und mit einem Aktionswert von 3,0 µg/L versehen. Als „nicht relevante“ Metaboliten für das Grundwasser werden jene Abbau- und Reaktionsprodukte eines Wirkstoffes bewertet, deren biologische bzw. pestizide Aktivität im Vergleich mit dem Ausgangswirkstoff vernachlässigbar ist oder von denen keine Gefährdung des Grundwassers, grundwasserabhängiger Ökosysteme oder der Gesundheit (Menschen und Tiere) ausgeht. Derartige „nicht relevante“ Metaboliten gelten nicht mehr als Pestizide im Sinne der Trinkwasserverordnung, sondern als unerwünschte Stoffe. Für diese „nicht relevanten Metaboliten“ wird vorsorglich jeweils eine Konzentration im Trinkwasser (Aktionswert) vorgeschlagen, bei deren Überschreitung die Ursache zu prüfen und festzustellen ist, ob bzw. welche Maßnahmen zur Wiederherstellung einer einwandfreien Wasserqualität erforderlich sind. [32]

Die gemessenen Konzentrationen der Metazachlor- und Metolachlor-Metaboliten liegen in den untersuchten Gewässern immer deutlich unter diesem Aktionswert von 3,0 µg/L.

N,N-Dimethylsulfamid ist ein Metabolit der Wirkstoffe Diclofluanid und Tolyfluanid (Fungizide). Keiner dieser zwei Wirkstoffe ist zurzeit in Österreich zugelassen. *Die biologische Aktivität von N,N-Dimethylsulfamid wurde bislang weder im Zuge der EU-Wirkstoffbewertung noch bei einer nationalen Zulassung berücksichtigt. Für die Beurteilung der biologischen Aktivität von N,N-Dimethylsulfamid liegen zurzeit keine Daten vor. Dem Vorsorgeprinzip entsprechend ist N,N-Dimethylsulfamid zurzeit als biologisch relevanter Metabolit zu bewerten.* [21]

Es sind keine Umweltqualitätsnormen für Oberflächengewässer für N,N-Dimethylsulfamid verfügbar.

Der Metabolit wurde bei den Untersuchungen in einer Probe aus dem Pumpwerk Gaißau in einer Konzentration von 0,12 µg/L nachgewiesen.

Saccharin ist ein synthetischer Süßstoff, der als Lebensmittelzusatzstoff verwendet wird und als E954 gekennzeichnet ist. Saccharin ist aber auch ein Metabolit des Pflanzenschutzmittel Wirkstoffs Triflursulfuron. Triflursulfuron ist ein Herbizid aus der Stoffklasse der Triazinylsulfonylharnstoffe und ist in Österreich in mehreren Produkten zugelassen. Angewandt wird Triflursulfuron auf Rüben (Zuckerrübe, rote Rübe, Futterrübe) und Chicoree und die Inverkehrbringungsmengen werden mit „sehr gering“ (< 1 Tonne für 2012) angegeben [4, 21].

Der Metabolit Methylsaccharin wurde im Rahmen der EU-Wirkstoffbewertung als biologisch nicht relevant bewertet (keine herbizide Aktivität). Die humantoxikologisch maximal tolerierbare Konzentration im Grund- und Trinkwasser liegt bei 53 µg/L. [21]

Es sind keine Umweltqualitätsnormen für Oberflächengewässer für Saccharin verfügbar.

Bei den Untersuchungen in Vorarlberg wurde Saccharin in mehreren Gewässern nachgewiesen. Die gemessenen Konzentrationen schwanken zwischen 0,096 und 0,41 µg/L und sind Tabelle 5 zusammengefasst.

Tabelle 5: Saccharin-Konzentrationen [$\mu\text{g/L}$] in den untersuchten Oberflächengewässern

Messtelle	Probe 1 [$\mu\text{g/L}$]	Probe 2 [$\mu\text{g/L}$]
Pumpwerk Höchst	-	0,098
Luttengraben oh. Ehbach	-	-
Alter Rhein (Waibel)	-	-
Birkengraben	0,096	0,29
Pumpwerk Fußbach	-	0,15
Frickgraben oh. Spiersbach	-	0,19
Jannersee	0,25	0,41
Landgraben Dornbirn oh. RBK	-	-
Pumpwerk Gaißau	-	0,097
Pegel Lauterach / Dornbirnerach	0,17	0,21

Terbuthylazin ist ein Herbizid aus der Stoffklasse der Chlortriazine und ist in Österreich in mehreren Produkten zugelassen. Angewandt wird Terbuthylazin auf Mais, Sorgumhirse und Lupinie und die Inverkehrbringungsmengen werden mit „sehr hoch“ (>100 Tonnen für 2012) angegeben [4, 21].

In der Schweiz schlägt das Ökotoxzentrum eine Qualitätsnorm für Terbuthylazin für Oberflächengewässer von $0,22 \mu\text{g/L}$ im Jahresdurchschnitt und eine zulässige Höchstkonzentration von $1,28 \mu\text{g/L}$ vor [26]. Die Niederlande haben eine Umweltqualitätsnorm für Terbuthylazin bezogen auf den Jahresdurchschnitt von $0,19 \mu\text{g/L}$ und eine zulässige Höchstkonzentration von $160 \mu\text{g/L}$ festgelegt [27] und in Deutschland beträgt der Grenzwert laut geltender Oberflächengewässerverordnung (OGewV) vom 20. Juli 2011 $0,5 \mu\text{g/L}$ [28].

Bei den Untersuchungen wurde Terbuthylazin in einer Probe aus dem Luttengraben in einer Konzentration von $0,24 \mu\text{g/L}$ nachgewiesen. Diese gemessene Konzentration liegt im Bereich der Qualitätskriterien für den Jahresdurchschnitt aus der Schweiz und den Niederlanden und deutlich unter den jeweiligen zulässigen Höchstkonzentrationen.

4.3 Indikatorentest für kommunale Verunreinigungen

Von den acht Parametern des Indikatorentests für kommunale Verunreinigungen wurden Acesulfam in allen Proben, die Benzotriazole in vielen Proben, Carbamazepin vereinzelt und Sucralose, Metoprolol und Sotalol in keiner Probe nachgewiesen. Die Ergebnisse der gemessenen Konzentrationen für die Parameter des Indikatortests für kommunale Verunreinigungen in den untersuchten Gewässern sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 6: Zusammenfassung der gemessenen Konzentrationen [$\mu\text{g/L}$] für die Parameter des Indikatortests für kommunale Verunreinigungen in den untersuchten Messstellen

Messstelle	1H-Benzotriazol	Tolyltriazole	Acesulfam	Sucralose	Carbamazepin	CBZ-DiOH	Metoprolol	Sotalol
Einheit	$\mu\text{g/L}$							
Nachweisgrenze	0,005	0,005	0,0025	0,005	0,0005	0,002	0,0025	0,002
Bestimmungsgrenze	0,01	0,01	0,005	0,01	0,001	0,004	0,005	0,004
Pumpwerk Höchst	n.n.	n.n.	0,073	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	0,017	0,022	0,039	n.n.	<0,0010	n.n.	n.n.	n.n.
Luttengraben oh. Ehbach	n.n.	<0,010	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<0,010	0,021	0,012	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Alter Rhein (Waibel)	n.n.	n.n.	0,045	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	0,025	0,044	0,042	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Birkengraben	n.n.	<0,010	0,032	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	n.n.	n.n.	0,023	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pumpwerk Fussach	0,38	0,20	0,047	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	0,033	0,047	0,027	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Frickgraben oh. Spiersbach	0,044	0,12	0,046	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	0,025	0,016	0,067	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Jannersee	n.n.	n.n.	0,028	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	n.n.	n.n.	0,030	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Landgraben Dornbirn oh. RBK	0,028	0,035	0,075	n.n.	0,0023	0,040	n.n.	n.n.
	0,027	0,050	0,033	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pumpwerk Gaissau	n.n.	n.n.	0,057	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	<0,010	n.n.	0,035	n.n.	0,0015	n.n.	n.n.	n.n.
Pegel Lauterach / Dornbirnerach	1,1	1,2	1,7	0,60	0,12	0,17	0,076	0,013
	0,15	0,12	0,33	0,062	0,025	0,027	0,013	<0,0040

Der synthetische Süßstoff **Acesulfam** wurde in allen Proben nachgewiesen. Die höchsten Konzentrationen wurden mit 1,7 und 0,33 µg/L in den zwei Proben aus der Dornbirnerach gemessen. Da von einer annähernd gleichbleibenden Belastung auszugehen ist, ist der große Unterschied in den gemessenen Konzentrationen während der zwei Probenahmen vorwiegend auf den Abfluss zurückzuführen. Während bei der ersten Probenahme im Mai 2014 der Abfluss mit 6,4 m³/s im Bereich des MQ lag, betrug der Abfluss bei der Probenahme im Juli 2014 mit annähernd 90 m³/s ein Vielfaches davon (siehe Tabelle 10 in Abschnitt 7.2 im Anhang). In allen anderen beprobten Gewässern wurden deutlich geringere Konzentrationen zwischen 0,012 und 0,075 µg/L bestimmt.

Eine graphische Darstellung der gemessenen Acesulfam Konzentrationen zeigt Abbildung 8.

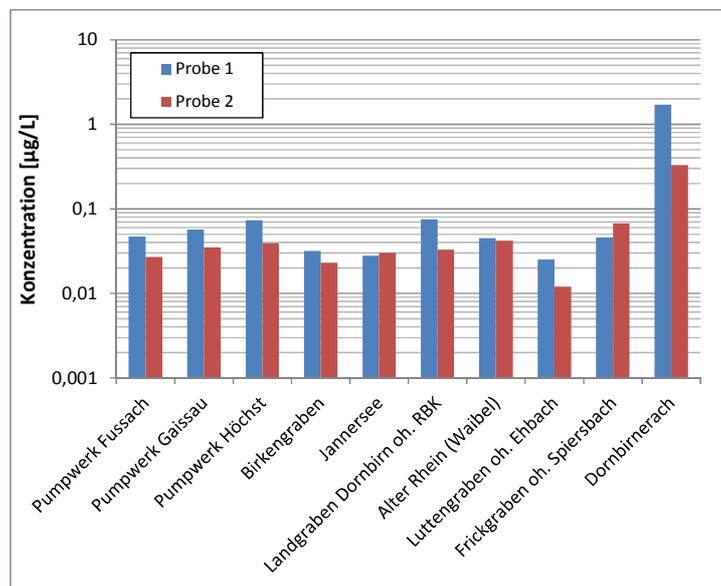


Abbildung 8: gemessene Konzentrationen [µg/L] von Acesulfam in den beprobten Oberflächengewässern.

Für Dornbirnerach, Luttengraben, Landgraben und Frickgraben liegen Abflußdaten vor (siehe Tabelle 10 in Abschnitt 7.2 im Anhang). Für Acesulfam wird der durchschnittliche Jahresverbrauch in Deutschland und Österreich mit rund 1.800 mg pro Einwohner angegeben. Davon werden 100 % wieder ausgeschieden und in Kläranlagen ist nur von einem geringfügigen Rückhalt von rund 13 % auszugehen [29]. Mit dieser spezifischen Fracht wird die Abwasseranteil im Landgraben auf rund 120-bis 320 Einwohner, im Luttengraben auf rund 21-53 Einwohner, im Frickgraben auf rund 16 bis 59 Einwohner und in der Dornbirnerach auf über 200.000 Einwohner geschätzt. Ein ähnliches Ergebnis wird bestimmt, wenn für Benzotriazole und Methylbenzotriazole mit spezifischen Frachten von 790 mg/E/Jahr bzw. 1000 mg/E/Jahr [29] gerechnet wird. Trotz der Unsicherheiten (Abfluss, spezifische Frachten, usw.) belegen diese Ergebnisse, dass die Dornbirnerach von den untersuchten Oberflächengewässern am stärksten von kommunalen Abwassereinleitungen beeinflusst ist und dieser Einfluß bei den anderen untersuchten Gewässer deutlich geringer ist.

Die Korrosionsschutzmittel **Benzotriazol** und **Methylbenzotriazol** (Tolyltriazol) wurden nicht in allen Proben nachgewiesen. Die Ergebnisse der zwei Untersuchungen an den beprobten Oberflächengewässern sind in Abbildung 9 für Benzotriazol und in Abbildung 10 für Methylbenzotriazol dargestellt.

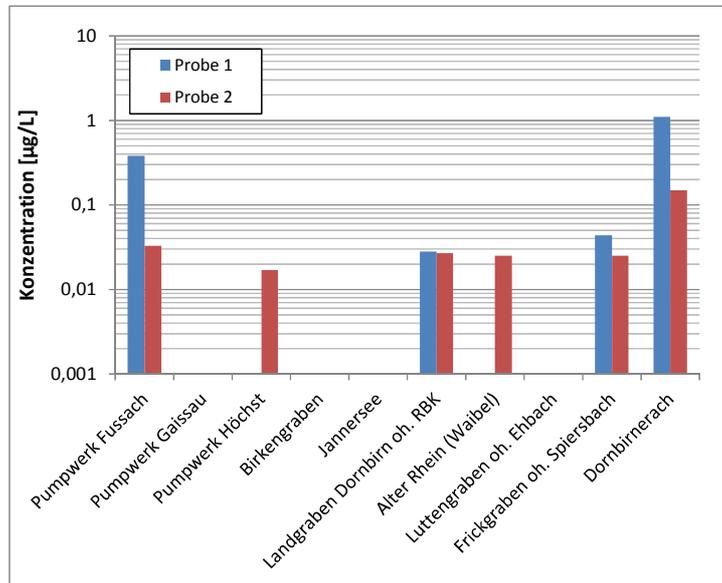


Abbildung 9: gemessene Konzentrationen [µg/L] von Benzotriazol in den beprobten Oberflächengewässern.

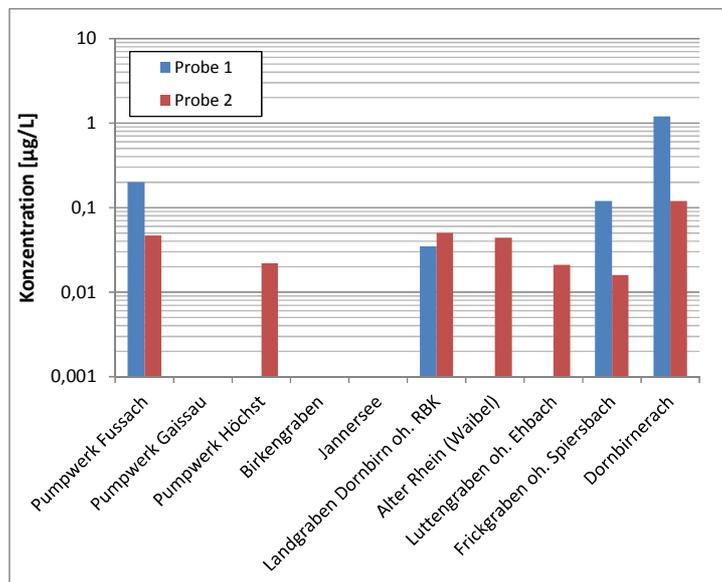


Abbildung 10: gemessene Konzentrationen [µg/L] von Methylbenzotriazol in den beprobten Oberflächengewässern.

Wie bei Acesulfam wurden die höchsten Konzentrationen wiederum in der Dornbirnerach gemessen, wobei bei der zweiten Probenahme deutlich geringere Konzentrationen als bei der ersten Untersuchung nachweisbar waren. Dies ist vor allem auf den Abfluss zurückzuführen. Auffällig ist die vergleichsweise hohe Benzotriazol Konzentration von 0,38 µg/L im Pumpwerk Fußsach bei der ersten Probenahme im Mai 2014. Eine Erklärung für diese Beobachtung wurde nicht gefunden. Ansonsten liegen die gemessenen Benzotriazol-

Konzentrationen in den vorwiegend landwirtschaftlich beeinflussten Gewässern zwischen $<0,010$ und $0,044 \mu\text{g/L}$ und im Landgraben Dornbirn, im Luttengraben sowie im Frickgraben war Benzotriazol bei beiden Beprobungen nachweisbar. Nicht nachgewiesen wurde Benzotriazol im Birkengraben und im Jannersee.

Ähnlich sind die Ergebnisse für Methylbenzotriazol. Dieses Korrosionsschutzmittel war im Pumpwerk Gaißau und im Jannersee nicht nachweisbar und wurde in den anderen beprobten Oberflächengewässern zumindest in einer Probe gemessen. Die höchsten Konzentrationen wurden mit $1,2$ und $0,12 \mu\text{g/L}$ wiederum in der Dornbirnerach beobachtet. Auch im Pumpwerk Fußach lag die Konzentration der Probe vom Mai 2014 mit $0,20 \mu\text{g/L}$ vergleichsweise hoch. Bei der zweiten Probenahme betrug die Konzentration $0,047 \mu\text{g/L}$ und lag somit im Bereich der Konzentrationen ($<0,01$ bis $0,12 \mu\text{g/L}$), die in den anderen beprobten Gewässern gemessen wurden.

Die anderen Parameter, die über den Indikatorentest für kommunale Verunreinigungen erfasst werden, sind außer in der Dornbirnerach nur vereinzelt und in sehr geringen Konzentrationen nachweisbar. So wurde **Carbamazepin** in einer Probe aus dem Pumpwerk Höchst unter der Bestimmungsgrenze von $0,001 \mu\text{g/L}$, in einer Probe aus dem Landgraben Dornbirn mit $0,0023 \mu\text{g/L}$ und in einer Probe aus dem Pumpwerk Gaißau mit $0,0015 \mu\text{g/L}$ nachgewiesen. In einer Probe aus dem Landgraben Dornbirn erfolgte auch der einzige Nachweis des **Carbamazepin Metaboliten** CBZ-DiOH mit $0,040 \mu\text{g/L}$.

Sucralose, Metoprolol und **Sotalol** waren nur in der Dornbirnerach nachweisbar.

Alle Parameter des Indikatorentests für kommunale Verunreinigungen konnten in der Dornbirnerach nachgewiesen werden. Die Ergebnisse der zwei Beprobungen sind in Abbildung 11 dargestellt.

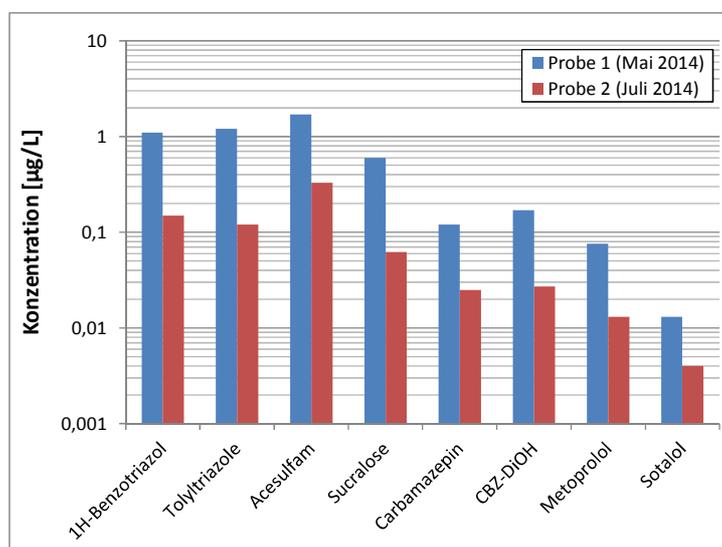


Abbildung 11: Konzentrationen [µg/L] der Parameter des Indikatorentests für kommunale Verunreinigungen in den zwei Proben aus der Dornbirnerach.

Einige dieser Stoffe (Benzotriazol, Tolyltriazol, Carbamazepin und Acesulfam) wurden bereits 2004 in der Dornbirnerach untersucht. Ausgenommen Acesulfam sind die Ergebnisse ähnlich. So lagen die Konzentrationen im Jahr 2004 bei $0,096 \pm 0,060 \mu\text{g/L}$ für Carbamazepin, bei $0,68 \pm 0,46 \mu\text{g/L}$ für Benzotriazol, bei $0,64 \pm 0,43 \mu\text{g/L}$ für Tolyltriazol und bei $4,4 \pm 2,6 \mu\text{g/L}$ für Acesulfam. [30]

Im Rahmen von Untersuchungen zur Emissionsmodellierung des Einzugsgebietes der Dornbirnerach wurden über ein Jahr monatlich Proben gezogen und u.a. auch auf Arzneimittelwirkstoffe und Korrosionsschutzmittel untersucht. Bei diesen Untersuchungen schwankten die Konzentrationen für Carbamazepin zwischen $0,016$ und $0,067 \mu\text{g/L}$, für Benzotriazol zwischen $0,24$ und $1,1 \mu\text{g/L}$ und für Tolyltriazole zwischen $0,29$ und $1,3 \mu\text{g/L}$. [31] Auch diese Ergebnisse zeigen eine gute Übereinstimmung mit den dargestellten Ergebnissen des Indikatorentests für kommunale Verunreinigungen.

Für einige der Parameter des Indikatorentests für kommunale Verunreinigungen liegen Vorschläge für Qualitätsnormen (sowohl bezogen auf den Jahresdurchschnitt als auch als zulässige Höchstkonzentration) für Oberflächengewässer aus Deutschland [26] oder der Schweiz [25] vor. Die gemessenen Konzentrationen liegen in allen Proben deutlich unter diesen Vorschlägen (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Vergleich der verfügbaren Qualitätsnormenvorschläge für Oberflächengewässer (JD, bezogen auf den Jahresdurchschnitt und ZHK zulässige Höchstkonzentration) aus der Schweiz und Deutschland für die Parameter des Indikatorentests für kommunale Verunreinigungen.

Parameter	Qualitätskriterium [$\mu\text{g/L}$]				Dornbirner Ach [$\mu\text{g/L}$]	Andere Gewässer [$\mu\text{g/L}$] (Maximum)
	Schweiz ¹		Deutschland ²			
	JD	ZHK	JD	ZHK		
1H-Benzotriazol	30	120	-	-	1,1 / 0,15	0,38
Tolyltriazole	75	200	-	-	1,2 / 0,12	0,20
Acesulfam	-	-	-	-	1,7 / 0,33	0,075
Sucralose	-	-	-	-	0,6 / 0,062	-
Carbamazepin	0,5	2.550	0,5	1.990	0,12 / 0,025	0,0023
CBZ-DiOH	-	-	-	-	0,17 / 0,027	0,0040
Metoprolol	64	76	43	180	0,076 / 0,013	-
Sotalol	-	-	-	-	0,013 / 0,004	-

¹ [26] <http://www.oekotoxzentrum.ch/expertenservice/qualitaetskriterien/vorschlaege/index>

² [25] <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/revision-der-umweltqualitaetsnormen-der-bundes>

4.4 Zusammenschau

Tabelle 8 enthält eine zusammenfassende Gegenüberstellung der Ergebnisse des Indikatortests für kommunales Abwasser und des Pestizid-Screening Tests für die untersuchten Oberflächengewässer.

Tabelle 8: Zusammenfassung des Vorkommens der Parameter des Indikatortests für kommunale Verunreinigungen und des Pestizid-Screenings in den beprobten Oberflächengewässern

Messstelle	Indikatortest	Pestizid-Screening
Pumpwerk Höchst	1H-Benzotriazol, Tolyltriazole, Acesulfam, Carbamazepin	MCPA, Metazachlor-Sulfonsäure, Metazachlor-Säure, Metolachlor-Sulfonsäure, Saccharin
Luttengraben oh. Ehbach	1H-Benzotriazol, Tolyltriazole, Acesulfam	Dimethenamid, Terbutylazin, DEET, Mecoprop, Metolachlor-Sulfonsäure, Metolachlor-Säure
Alter Rhein (Waibel)	1H-Benzotriazol, Tolyltriazole, Acesulfam	Dimethachlor-Sulfonsäure
Birkengraben	Tolyltriazole, Acesulfam	Saccharin
Pumpwerk Fussach	1H-Benzotriazol, Tolyltriazole, Acesulfam	Mecoprop, Metolachlor-Sulfonsäure, Metolachlor-Säure, Saccharin
Frickgraben oh. Spiersbach	1H-Benzotriazol, Tolyltriazole, Acesulfam	DEET, Imidacloprid, Saccharin
Jannersee	Acesulfam	DEET, Saccharin
Landgraben Dornbirn oh. RBK	1H-Benzotriazol, Tolyltriazole, Acesulfam, Carbamazepin, CBZ-DiOH	Metolachlor-Sulfonsäure
Pumpwerk Gaissau	1H-Benzotriazol, Acesulfam, Carbamazepin	N,N-Dimethylsulfamid, Saccharin
Pegel Lauterach / Dornbirnerach	1H-Benzotriazol, Tolyltriazole, Acesulfam, Sucralose, Carbamazepin, CBZ-DiOH, Metoprolol, Sotalol	2-Naphthoxyacetic acid, Saccharin

In den **Pumpwerken Höchst, Fußach und Gaißau** wurden Vertreter der Korrosionsschutzmittel und Acesulfam nachgewiesen und belegen, dass zumindest ein geringfügiger Einfluss durch Abwässer aus Siedlungsgebieten gegeben ist. Am geringsten scheint dieser Einfluss beim Pumpwerk Gaißau zu sein. Von den Pflanzenschutzmittelwirkstoffen wurden vorwiegend Herbizide und deren Metaboliten in Konzentrationen größer als 0,1 µg/L nachgewiesen. Die Metazachlormetaboliten waren nur im Pumpwerk Höchst nachweisbar. Die Anwendungsbereiche der Stoffe stimmen mit den angegebenen Hauptnutzungen überein. Die drei Pumpwerke sind somit auch deutlich durch die Landwirtschaft beeinflusst, wobei auch dieser Belastungsfaktor beim Pumpwerk Gaißau am geringsten ausgeprägt zu sein scheint.

Der **Luttengraben** ist nur gering durch Siedlungsgebiete beeinflusst, weist aber deutliche Belastungen aus der Landwirtschaft auf. Im Luttengraben wird die höchste Anzahl von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen und deren Metaboliten nachgewiesen. Dazu zählen

vorwiegend Herbizide und deren Metaboliten aber auch das Insektizid DEET. Für einige Parameter wie Dimethenamid, Mecoprop, Metholachlorsulfonsäure oder Terbutylazin wurden die höchsten gemessenen Konzentrationen in den Proben aus dem Luttengraben bestimmt. Der Luttengraben scheint somit erheblich durch landwirtschaftliche Einträge belastet zu sein.

Der **Alte Rhein** (Waibel) ist geringfügig durch Siedlungsabwässer beeinflusst und es wird dort ausschließlich der Metabolit Dimethachlorsulfonsäure nachgewiesen. Somit erscheint auch die Belastung durch die Landwirtschaft eher gering zu sein.

Ähnliches gilt auch für den **Birkengraben**. Die Konzentrationen von Tolyltriazol und Acesulfam deuten auf sehr geringe Abwassereinleitungen hin und bestätigen somit die Erwartung, weil die Proben oberhalb der Einleitung von Niederschlagsentwässerungen gezogen wurden. Im Birkengraben wird ausschließlich Saccharin nachgewiesen, einem Metaboliten eines im Gemüsebau eingesetzten Herbizids, der aber auch auf Abwassereinleitungen zurückgeführt werden könnte.

Der **Frickgraben** scheint zumindest in geringem Umfang durch kommunales Abwasser beeinflusst zu sein, auch wenn keine Einleitungen bekannt sind. Im Vergleich zu den anderen untersuchten Oberflächengewässern, ausgenommen der Dornbirnerach, werden vergleichsweise hohe Konzentrationen der Korrosionsschutzmittel, vor allem der Tolyltriazole gemessen. Im Frickgraben wurde auch das Insektizid DEET sowie das Neonicotinoid Imidacloprid nachgewiesen. Die Konzentration von Imidacloprid lag deutlich über den Vorschlägen für eine zulässige Höchstkonzentration aus der Schweiz [26] oder aus Deutschland liegt [25]. Die gemessene Konzentration von 0,2 µg/L würde auch dazu führen, dass die Vorschläge für ein chronisches Qualitätskriterium (bezogen auf den Jahresdurchschnitt) deutlich überschritten werden würden.

Der **Jannersee** ist nicht von Abwassereinleitungen aus Siedlungsgebieten beeinflusst. Von den untersuchten Pflanzenschutzmittelwirkstoffen und Metaboliten wurden DEET und Saccharin nachgewiesen. Das Vorkommen von DEET im Jannersee ist nicht notwendigerweise auf den Einsatz in der Landwirtschaft zurückzuführen, sondern könnte durch die Verwendung als Insektenschutzmittel und die Nutzung des Sees als Badestelle bedingt sein. Auch das Vorkommen von Saccharin muss nicht auf den Einsatz des Herbizids Triflursulfuron, sondern könnte auf seine Verwendung als Süßstoff zurückzuführen sein.

Der **Landgraben Dornbirn** ist vorwiegend durch Abwassereinleitungen aus Siedlungsgebieten geprägt und landwirtschaftliche Belastungen sind eher untergeordnet. Im Landgraben Dornbirn werden sowohl die Korrosionsschutzmittel, Acesulfam als auch der Arzneimittelwirkstoff Carbamazepin und dessen Metabolit nachgewiesen. In den Landgraben Dornbirn gelangen über zwei Nebenzuflüsse Mischwässer aus zwei Entlastungsanlagen und auch Siedlungen am Stadtrand von Dornbirn entwässern in den

Landgraben. Die Ergebnisse spiegeln diese Belastungsfaktoren wieder. Auffällig ist zudem die Abwesenheit von Saccharin. Da Saccharin nicht nur ein Herbizid Metabolit ist, sondern auch als Süßstoff eingesetzt wird, wären auch im Landgraben aufgrund der Belastung mit Abwässern aus Siedlungsgebieten Nachweise zu erwarten.

Die **Dornbirnerach** ist durch Abwassereinleitungen aus Siedlungsgebieten beeinflusst und die Messergebnisse zeigen diese Belastung deutlich auf. So werden für alle Parameter des Indikatortests für kommunale Verunreinigungen die höchsten Konzentrationen in der Dornbirnerach gemessen. Beim Pestizid Screening werden ausschließlich 2-NOA und Saccharin in Konzentrationen über 0,1 µg/L erfasst. Die Saccharin Konzentrationen in der Dornbirnerach könnten aufgrund des Einsatzes von Saccharin als synthetischer Süßstoff auch auf Abwassereinleitungen zurückzuführen sein. Das Phytohormon 2-NOA (2-Naphthoxyacetic acid) wurde als Wachstumsregulator hauptsächlich im Tomatenanbau verwendet, ist aber bereits seit einigen Jahren nicht mehr in Europa zugelassen. Nichtsdestotrotz wurde 2-NOA in der Dornbirnerach nachgewiesen (in einer Konzentration um 0,1 µg/L oder höher). Bei diesem Stoff könnte eine Kombination diverser Anwendungen (Gemüsebau, Kleingartenbereich bzw. auch die Belastung über Abwassereinleitungen aus Siedlungsgebieten) zum Vorkommen in der Dornbirnerach beitragen, auch wenn dazu anzumerken ist, dass diese Verwendungen nicht zulässig sind. Eine ähnliche Wirkung wie 2-NOA weisen auch 1-Naphthylessigsäure (1-NAA) und 1-Naphthylessigsäureamid (1-NAD). Beide Wirkstoffe werden vorwiegend im Obstbau eingesetzt. Die Nachweise von 2-NOA könnten auch mit dem Einsatz dieser zwei Wirkstoffe in Zusammenhang stehen.

In Tabelle 9 sind dieser Vergleich und die identifizierten Belastungen nochmals zusammenfassend dargestellt. Für die Bewertung der Beeinflussung durch kommunales Abwasser wurden die Kriterien der Bewertung von Grundwasserproben herangezogen und somit eine strenge Bewertung durchgeführt. Eine Probe wird als nicht beeinflusst bewertet, wenn die Konzentrationen für Acesulfam <0,0020 µg/L und die anderen Indikatorstoffe nicht nachweisbar waren. Eine geringe Beeinflussung durch kommunales Abwasser ist gegeben, wenn die Konzentrationen für Acesulfam zwischen 0,020 und 0,20 µg/L, für Benzotriazol zwischen <0,010 und 0,050 µg/L, für Tolyltriazol zwischen <0,010 und 0,020 µg/L und für Carbamazepin zwischen 0,0010 und 0,010 µg/L lagen. Höhere Konzentrationen weisen auf eine starke Abwasserbeeinflussung hin. Die anderen Parameter des Indikatortests für kommunale Verunreinigungen sind nicht angegeben, weil diese nur in den Proben aus der Dornbirnerach nachweisbar waren. Bei der Dornbirnerach ist die Beeinflussung durch die Einleitung kommunaler Abwässer bekannt. Anzumerken ist zu dieser Bewertung aber, dass diese für Grundwasser gilt. In Oberflächengewässern ist aufgrund diverser Einleitung tendenziell mit höheren Konzentrationen zu rechnen. Dies ist bei der Interpretation der dargestellten Bewertung zu beachten.

Zusätzlich sind auch die derzeit verfügbaren Vorschläge für Qualitätskriterien für Oberflächengewässer für die nachgewiesenen Stoffe angegeben.

Tabelle 9: Gegenüberstellung der gemessenen Maximalkonzentrationen [$\mu\text{g/L}$] der Parameter des Indikatorentests für kommunale Verunreinigungen und des Pestizid-Screenings in den beprobten Oberflächengewässern und Angabe der verfügbaren Vorschläge für Qualitätskriterien (ZHK...zulässige Höchstkonzentration, JD...bezogen auf den Jahresdurchschnitt)

Parameter	Qualitätskriterium		PW Höchst	Lutten- graben	Alter Rhein	Birken- graben	PW Fussach	Frick- graben	Janner- see	Land- graben	PW Gaissau	Dornbirner ach
	JD	ZHK										
1H-Benzotriazol	30 ¹	120 ¹	0,017	<0,010	0,025	-	0,38	0,044	-	0,028	<0,010	1,1
Tolyltriazole	75 ¹	200 ¹	0,022	0,021	0,044	<0,010	0,20	0,12	-	0,050	-	1,2
Acesulfam	-	-	0,073	0,025	0,045	0,032	0,047	0,046	0,030	0,075	0,057	1,7
Sucralose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6
Carbamazepin	0,5 ²	1.990 ²	<0,001	-	-	-	-	-	-	0,0023	0,0015	0,12
CBZ-DiOH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,040	-	0,17
Metoprolol	43 ²	180 ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,076
Sotalol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,013
2-NOA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,094
DEET	41 ¹	410 ¹	-	0,15	-	-	-	0,17	0,094	-	-	-
Dimethachlor Sulfonsäure	-	-	-	-	0,14	-	-	-	-	-	-	-
Dimethenamid	0,13 ³	1,6 ³	-	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-
Imidacloprid	0,0024 ²	0,1 ²	-	-	-	-	-	0,20	-	-	-	-
MCPA	1,3 ¹	15 ¹	0,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mecoprop	3,6 ¹	187 ¹	-	0,90	-	-	0,18	-	-	-	-	-
Metazachlor Sulfonsäure	0,02 ^{1,4}	0,28 ^{1,4}	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metazachlor Säure			0,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metolachlor Sulfonsäure	0,69 ^{1,4}	2,3 ^{1,4}	0,095	0,33	-	-	0,17	-	-	0,10	-	-
Metolachlor Säure			-	0,15	-	-	0,17	-	-	-	-	-
N,N-Dimethylsulfamid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12	-
Saccharin	-	-	0,098	-	-	0,29	0,15	0,19	0,41	-	0,097	0,21
Terbutylazine	0,22 ¹	1,28 ¹	-	0,24	-	-	-	-	-	-	-	-

	Nicht beeinflusst
	Gering beeinflusst
	Stark beeinflusst, PSM Konzentration > 0,1 $\mu\text{g/L}$

¹...[25] <http://www.oekotoxzentrum.ch/expertenservice/qualitaetskriterien/vorschlaege/index>

²...[24] <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/revision-der-umweltqualitaetsnormen-der-bundes>

³...[26] http://wetten.overheid.nl/BWBR0027502/geldigheidsdatum_31-07-2015

⁴...gilt für die Ausgangssubstanz, nicht für den Metaboliten

Die verfügbaren Vorschläge für die zulässige Höchstkonzentration werden mit Ausnahme von Imidacloprid in allen Proben zumeist deutlich unterschritten. Imidacloprid wurde im Frickgraben nachgewiesen und die gemessene Konzentration von 0,2 µg/L liegt über dem ZHK Vorschlag aus der Schweiz und aus Deutschland von 0,1 µg/L. Damit besteht das Risiko einer Schädigung des Ökosystems im Frickgraben aufgrund einer akuten Belastung. Diese hohe Konzentration reicht zudem aus, die chronischen Qualitätskriterienvorschläge (bezogen auf den Jahresdurchschnitt) zu überschreiten. Imidacloprid scheint somit im Einzugsgebiet des Frickgrabens eine potentielle Risikosubstanz zu sein.

Zu nennen sind zudem Dimethenamid und Terbutylazin im Luttengraben. Bei beiden Stoffen liegt einer der zwei Messwerte über den chronischen Qualitätskriteriumvorschlägen. Eine weitere Aussage ist aber nicht möglich, weil für die Bewertung der chronischen Belastung Gewässerdaten über einen längeren Zeitraum verfügbar sein sollten. Die Messwerte legen aber eine weitere Betrachtung des Gewässers nahe. Vor allem der Luttengraben scheint erheblich durch die Landwirtschaft beeinflusst zu sein. Die Berücksichtigung des Luttengrabens bei spezifischen Untersuchungen in Vorarlberg sowie eine Charakterisierung der Nutzungen im Einzugsgebiet sowie die Prüfung emissionsmindernder Maßnahmen erscheint daher empfehlenswert.

5 Literatur

- [1] BfR (2015): Pflanzenschutzmittel. Bundesinstitut für Risikobewertung. (02.10.2015). <http://www.bfr.bund.de/de/pflanzenschutzmittel-240.html>.
- [2] AGES (2015): Pflanzenschutzmittel. AGES Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH. (15.04.2015) <http://www.ages.at/service/service-landwirtschaft/pflanzenschutzmittel/>.
- [3] BAES [2015]: Zulassung – Verfahrensablauf. Bundesamt für Ernährungssicherheit. (05.08.2015). <http://www.baes.gv.at/pflanzenschutzmittel/zulassung/verfahrensablauf/>.
- [4] Verzeichnis der in Österreich zugelassenen/genehmigten Pflanzenschutzmittel. Bundesamt für Ernährungssicherheit. (15.04.2015, 31.07.2015, 03.08.2015). [http://pmg.ages.at/pls/psmlfrz/pmgweb2\\$.Startup](http://pmg.ages.at/pls/psmlfrz/pmgweb2$.Startup).
- [5] Wick, A., Fink, G., Ternes, T. (2010). Comparison of electrospray ionisation and atmospheric pressure chemical ionization for multi-residue analysis of biocides, UV-filters and benzothiazoles in aqueous matrices and activated sludge by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A* 1217, 2088-2103.
- [6] Wittmer, I., Moschet, C., Simovic, J., Singer, H., Stamm, C., Hollender, J., Junghans, M., Leu, C. (2014). Über 100 Pestizide in Fließgewässern: Programm NAWA SPEZ zeigt die hohe Pestizidbelastung der Schweizer Fließgewässer auf. *Aqua&Gas* 3, 32-43.
- [7] Malaj, E., von der Ohe, P.C., Grote, M., Kühne, R., Mondy, C.P., Usseglio-Polatera, P., Brack, W., Schäfer, R.B. (2014). Organic chemicals jeopardize the health of freshwater ecosystems on the continental scale. *PNAS* 111, Nr. 26, 9549–9554.
- [8] Nyman, A.M., Hintermeister, A., Schirmer, K., Ashauer, R. (2013). The Insecticide Imidacloprid Causes Mortality of the Freshwater Amphipod *Gammarus pulex* by Interfering with Feeding Behavior. *PLOS ONE* 8(5), e62472, 1-13.
- [9] Loishandl-Weisz, H., Uhl, M., Weiß, S., Offenthaler, I., Hochedlinger, G., Zieritz, I., Gattringer, I., Schartner, C., Gans, O., Lindinger, H., Fassold, E., Haider, M. (2011). GZÜV-Sondermessprogramm Pestizide und Metaboliten 2010. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. <http://www.bmlfuw.gv.at/wasser/wasserqualitaet/SMP2010Pestizide.html>.
- [10] BMLFUW (2015). WISA-Wasserinformationssystem Austria. H2O Fachdatenbank. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, Österreich. 16.04.2015. <http://wisa.bmlfuw.gv.at/daten.html>.

- [11] Global2000 (2014a). GLOBAL 2000-Test: 60 Pestizide in Österreichs Fließgewässern. (16.04.2015). <https://www.global2000.at/presse/global-2000-test-60-pestizide-%C3%B6sterreichs-flie%C3%9Fgew%C3%A4ssern>.
- [12] Global2000 (2014b). Ergebnisse Wassertests 2014. (16.04.2015). <https://www.global2000.at/sites/global/files/Ergebnisse%20Wassertest%202014.pdf>.
- [13] Munz, N., Leu, C., Wittmer, I. (2012). Pestizidmessungen in Fließgewässern – Schweizweite Auswertungen. Aqua und Gas 11, 32-41.
- [14] Wittmer, I., Moschet, C., Simovic, J., Singer, H., Stamm, C., Hollender, J., Junghans, M., Leu, C. (2014). Über 100 Pestizide in Fließgewässern – Programm NAWA Spez zeigt die hohe Pestizidbelastung der Schweizer Fließgewässer auf. Aqua und Gas 3, 32-43.
- [15] Hutter, G. (2014). Landesmonitoring Vorarlberg - Schwerpunktuntersuchungen Pestizide/Herbizide. Stand 15.7.2014. E-Mail von Christoph Scheffknecht vom 22.7.2015.
- [16] 2013/39/EU. Richtlinie 2013/39/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik. ABl. L226 vom 24.08.2013. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:226:0001:0017:DE:PDF>.
- [17] EU Pesticides database (2015). 2-Naphthoxyacetic acid. 22.5.2015. http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm?event=activesubstance.detail&language=EN&selectedID=890.
- [18] EFSA (2011). Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance 2-naphthoxyacetic acid. European Food Safety Agency, Parma, Italien. EFSA Journal 2011, 9(5):2152. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/2152.pdf>.
- [19] Europäische Kommission (2011). Review report for the active substance 2-naphthoxyacetic acid (2-NOA). SANCO/11870/2011. http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm?event=activesubstance.ViewReview&id=497.
- [20] N,N-diethyl-meta-toluamide (DEET) (2010). Assessment Report. Directive 98/8/EC concerning the placing biocidal products on the market - Inclusion of active substances in Annex I or IA to Directive 98/8/EC. http://dissemination.echa.europa.eu/Biocides/ActiveSubstances/0023-19/0023-19_Assessment_Report.pdf.

- [21] Bergmann, A., Böhm, K., Coja, T., Langer, I., Ledolter, P. (2014). Metaboliten im Grund- und Trinkwasser: Biologische und humantoxikologische Relevanz von Pflanzenschutzmittelwirkstoff-Metaboliten. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien, Dezember 2014. http://www.wasserwirtschaft.steiermark.at/cms/dokumente/11910977_102332494/ac7b996/Metaboliten%20im%20Grund-%20und%20Trinkwasser%20AGES%202014.pdf.
- [22] EFSA (2008). Conclusion on pesticide peer review: conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance dimethachlor. European Food Safety Agency, Parma, Italien. EFSA Scientific Report Nr. 169, 1-111. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/169r.pdf>.
- [23] EFSA (2005). Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance dimethenamid. European Food Safety Agency, Parma, Italien. EFSA Scientific Report Nr. 53, 1-73. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/53r.pdf>.
- [24] Smit E. (2014). Indicatieve MTRs voor bestrijdingsmiddelen in zoet oppervlaktewater - Beoordeling noodzaak humane route (Indikative maximal tolerierbare Risikoniveaus für Oberflächengewässer). RIVM, Bilthoven, Niederlande. <http://www.rivm.nl/rvs/dsresource?type=pdf&objectid=rivmp:267457&type=org&disposition=inline>.
- [25] Wenzel, A., Schlich, K., Shemotyuk, L., Nendza, M. (2015). Revision der Umweltqualitätsnormen der Bundes-Oberflächengewässerverordnung nach Ende der Übergangsfrist für Richtlinie 2006/11/EG und Fortschreibung der europäischen Umweltqualitätsziele für prioritäre Stoffe. Umweltbundesamt (Hrsg), Dessau-Roßlau, Deutschland. <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/revision-der-umweltqualitaetsnormen-der-bundes>.
- [26] Oekotoxzentrum (2015). Vorschläge für akute und chronische Qualitätskriterien für ausgewählte schweizrelevante Substanzen. (31.07.2015). <http://www.oekotoxzentrum.ch/expertenservice/qualitaetskriterien/vorschlaege/index>.
- [27] Regeling monitoring kaderrichtlijn water (2010). Staatscourant 2010, Nr. 5615 vom 14. April 2010. http://wetten.overheid.nl/BWBR0027502/geldigheidsdatum_31-07-2015.
- [28] Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OGewV). Ausfertigungsdatum 20. Juli 2011. Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz. <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/ogewv/gesamt.pdf>.

- [29] EFSA (2008). Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance metazachlor. European Food Safety Agency, Parma, Italien. EFSA Scientific Report Nr. 145, 1-132.
<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/145r.pdf>.
- [30] Longrée Philipp (2011). Organische Mikroverunreinigungen im Bodensee: Analyse und Bewertung der Situation in See und Einzugsgebiet. GWA 7, 495-506.
http://www.oekotoxzentrum.ch/projekte/stofffluss/doc/bodensee_d.pdf.
- [31] Clara, M., Scheffknecht, C., Hanefeld, W., Hochedlinger, G., Weiß, S., Windhofer, G., Zessner, M. (2014). Emissionsmodellierung ausgewählter organischer und anorganischer Parameter im Einzugsgebiet der Dornbirnerach. Projektbericht. Wien und Bregenz, Juni 2014.
<http://www.vorarlberg.at/pdf/modellierungezgdornbirner.pdf>.
- [32] BMG (2010 idgF). Aktionswerte bezüglich nicht relevanter Metaboliten von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen in Wasser für den menschlichen Gebrauch. Erlass des Bundesministeriums für Gesundheit, veröffentlicht mit Geschäftszahl BMG-75210/0010-II/13/2010 idgF.
https://www.verbrauchergesundheits.at/lebensmittel/buch/codex/beschluesse/Trinkwasser_Aktionswerte_Metaboliten_konsolidierte_Fassung.pdf?4ggg4e.

6 Rechtsgrundlagen Pflanzenschutzmittel

6.1 Nationale Regelungen:

BGBI. I Nr. 10/2011. Bundesgesetz über den Verkehr mit Pflanzenschutzmitteln und über Grundsätze für die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln (Pflanzenschutzmittelgesetz 2011).

<http://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/20007152/Pflanzenschutzmittelgesetz%20a02011%2c%20Fassung%20vom%2015.04.2015.pdf>.

BGBI. II Nr. 233/2011. Verordnung des Bundesministers für Land und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft zur Durchführung des Pflanzenschutzmittelgesetzes 2011 (Pflanzenschutzmittelverordnung 2011).

<http://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/20007374/Pflanzenschutzmittelverordnung%20a02011%2c%20Fassung%20vom%2015.04.2015.pdf>.

BGBI. I Nr. 105/2013. Bundesgesetz zur Durchführung der Biozidprodukteverordnung (Biozidproduktegesetz – BiozidprodukteG).

http://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2013_I_105/BGBLA_2013_I_105.pdf.

BGBI. II Nr. 353/2008. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Fristen betreffend die Zulassung- oder Registrierung von Biozid-Produkten, die Wirkstoffe enthalten, die nach Artikel 16 Absatz 2 der Biozid-Produkte-Richtlinie in Anhang I oder IA dieser Richtlinie aufgenommen worden sind, und darüber, welche alten Wirkstoffe nicht mehr in Biozid-Produkten in Verkehr gebracht werden dürfen (BiozidG-Altwirkstoffverordnung).

http://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2008_II_353/BGBLA_2008_II_353.pdf.

BGBI. II Nr. 96/2006. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des Zielzustandes für Oberflächengewässer (Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer – QZV Chemie OG).

http://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2006_II_96/BGBLA_2006_II_96.pdf.

BGBI. II Nr. 98/2010. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über den guten chemischen Zustand des Grundwassers (Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser – QZV Chemie GW).

http://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2010_II_98/BGBLA_2010_II_98.pdf.

BGBI. II Nr. 479/2006. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Überwachung des Zustandes von Gewässern (Gewässerzustandsüberwachungsverordnung – GZÜV).

http://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2006_II_479/BGBLA_2006_II_479.pdf.

6.2 Europäische Regelungen:

Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 vom 21. Oktober 2009. EU-Verordnung über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln und zur Aufhebung der Richtlinien 79/117/EWG und 91/414/EWG. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1107&from=DE>.

Durchführungsverordnung (EU) Nr. 485/2013 der Kommission vom 24. Mai 2013 zur Änderung der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 hinsichtlich der Bedingungen für die Genehmigung der Wirkstoffe Clothianidin, Thiamethoxam und Imidacloprid sowie des Verbots der Anwendung und des Verkaufs von Saatgut, das mit diese Wirkstoffe enthaltenden Pflanzenschutzmitteln behandelt wurde. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R0485&from=DE>.

Verordnung (EU) Nr. 528/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Mai 2012 über die Bereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von Biozidprodukten. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2012:167:FULL&from=DE>.

Verordnung (EU) Nr. 544/2013 der Kommission vom 10. Juni 2011 zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Datenanforderungen für Wirkstoffe. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0544&from=DE>.

Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2013 der Kommission vom 25. Mai 2011 zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Liste zugelassener Wirkstoffe. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0540&from=DE>.

Durchführungsverordnung (EU) Nr. 541/2013 der Kommission vom 1. Juni 2011 zur Änderung der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Liste zugelassener Wirkstoffe. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0541&from=DE>.

Verordnung (EU) Nr. 545/2013 der Kommission vom 10. Juni 2011 zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Datenanforderungen für Pflanzenschutzmittel. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0545&from=DE>.

Verordnung (EU) Nr. 546/2013 der Kommission vom 10. Juni 2011 zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich

einheitlicher Grundsätze für die Bewertung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln.
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0546&from=DE>.

Verordnung (EU) Nr. 547/2013 der Kommission vom 8. Juni 2011 zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Kennzeichnungsanforderungen für Pflanzenschutzmittel. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0547&from=DE>.

7 Anhang

7.1 Pestizid Screening: erfasste Wirkstoffe und Transformationsprodukte

1-Methyl-3-Nitroguanidin	Benomyl	Clodinafop-propargyl
1-Naphthylacetamid	Benoxacor	Clofentezin
2-(1-Naphthoxy)propionsäure	Bensulfuron-methyl	Clomazon
2,4,5-T	Bentazon-8-hydroxy	Clopyralid
2,6-Dichlorbenzamid	Bentazone	Cloquintocet-mexyl
2,4-D	Bentazon-methyl	Clothianidin
2,4-DB	Benthiavalicarb-isopropyl	Coumaphos
2-Amidobenzimidazol	Benzoaximat	Crimidin
2-Amino-4-methoxy-6-methyl-1,3,5-triazin	Bifenazate	Crotoxyphos
2-Amino-N-isopropyl-benzamid	Bifenthrin	Cyanazin
2-Naphthylxyacetic acid	Biteranol	Cyanofenphos
3,4,5-Trimethacarb	Boscalid	Cyazofamid
3,5,6-Trichloro-2-pyridinol	Bromacil	Cyclanilide
3,5-Dibromo-4-hydroxybenzoesäure	Bromophos-ethyl	Cycloat
3-Hydroxycarbofuran	Bromoxnyl	Cycloxydim
3-Phenoxybenzoesäure	Bromuconazol	Cyflufenamid
4-CPA	Bupirimat	Cyhalofop-butyl
5-Hydroxy-thiabendazol	Buprofezin	Cymoxanil
Acephat	Butafenacil	CyPM
Acetamiprid	Butocarboxim	Cyproconazol
Acibenzolar-S-methyl	Butocarboxim-sulfoxid	Cyprodinil
Aclonifen	Butoxy-carboxim	Cyromazin
Alachlor	Butralin	DEET
Alachlor ESA	Buturon	Demeton-S-methyl
Alachlor mercapturate	Butylat	Demeton-S-methyl-sulfon
Alachlor OA	Cadusafos	Desmedipham
Alachlor-2-hydroxy	Carbaryl	Desmetryn
Aldicarb	Carbendazim	Dialifos
Aldicarb-sulfon	Carbetamid	Di-allat
Aldicarb-sulfoxid	Carbofuran	Diazinon
Alloxydim	Carboxin	Dicamba
Ametryn	Carfentrazon-ethyl	Dichlofenthion
Amidosulfuron	CGA 355190	Dichlofluanid
Aminocarb	Chloranthraniliprol	Dichlorprop-P
Anilazin	Chlorbromuron	Dichlorvos
Anilofos	Chlorbufam	Diclobutrazol
Aramite	Chlorfenvinphos	Diclofop-methyl
Atraton	Chlorfluazuron	Dicrotophos
Atrazin	Chloridazon	Diethofencarb
Atrazin-2-hydroxy	Chloridazon-desphenyl	Difenoconazol
Atrazin-desethyl	Chloridazon-methyl-desphenyl	Difenoaxuron
Atrazin-desethyl-2-hydroxy	Chlorimuron-ethyl	Diflubenzuron
Atrazin-desethyl-desisopropyl	Chlorothalonil-4-hydroxy	Diflufenican
Atrazin-desisopropyl	Chlorotoluron	Dimefuron
Azaconazol	Chloroxuron	Dimethachlor
Azamethiphos	Chlorpyrifos	Dimethachlor ESA
Azimsulfuron	Chlorpyrifos-methyl	Dimethachlor OA
Azinphos-ethyl	Chlorsulfuron	Dimethenamid
Azinphos-methyl	Chlorthiamid	Dimethoat
Aziprotryn	Chlorthiophos	Dimethomorph
Azoxystrobin	Chromafenozid	Dimetilan
Beflubutamid	Cinidon-ethyl	Dimoxystrobin
Benalaxyl	Cinosulfuron	Diniconazol
Bendiocarb	Clethodim	Dinoseb
	Climbazol	Dinotefuran

Dinoterb
Dioxathion
Diphenamid
Disulfoton
Disulfoton-sulfon
Disulfoton-sulfoxid
Diuron
Diuron-desmethyl
DNOC
Dodemorph
Endosulfansulfate
EPN
Epoxiconazol
EPTC
Ethametsulfuron-methyl
Ethidimuron
Ethiofencarb
Ethiofencarb-sulfon
Ethiofencarb-sulfoxid
Ethion
Ethirimol
Ethofumesat
Ethofumesat-keto
Ethoprophos
Etoxazol
Etrimfos
Famphur
Fenamidon
Fenamiphos
Fenamiphos-sulfon
Fenamiphos-sulfoxid
Fenarimol
Fenazaquin
Fenbuconazol
Fenbutatin oxid
Fenchlorphos-oxon
Fenfuram
Fenhexamid
Fenobucarb
Fenothiocarb
Fenoxaprop
Fenoxaprop-ethyl
Fenoxycarb
Fenpiclonil
Fenpropidin
Fenpropimorph
Fenpyroximat
Fenthion
Fenthion-sulfone
Fenthion-sulfoxide
Fenuron
Fipronil
Fipronil-desulfinyl
Fipronil-sulfid
Fipronil-sulfon
Flamprop-M-isopropyl
Flamprop-M-methyl
Flazasulfuron
Flonicamid
Florasulam

Fluazifop
Fluazifop-butyl
Fluazinam
Fluazuron
Fludioxonil
Flufenacet
Flufenoxuron
Flufenpyr-ethyl
Flumetsulam
Fluometuron
Fluopicolide
Fluoroglycofen-ethyl
Fluoxastrobin
Flupyr-sulfuron-methyl
Fluquinconazol
Fluridon
Flurochloridon
Fluroxypyr
Fluroxypyr-meptyl
Flurprimidol
Flurtamon
Flusilazol
Fluthiacet-methyl
Flutolanil
Flutriafol
FOE ESA
FOE-Oxalat
Fomesafen
Fonofos
Foramsulfuron
Forchlorfenuron
Fosthiazat
Fuberidazol
Furalaxyl
Furathiocarb
Halfenprox
Halofenozid
Halosulfuron-methyl
Haloxypop
Haloxypop-etotyl
Haloxypop-methyl
Heptenophos
Hexaconazol
Hexaflumuron
Hexazinone
Hexythiazox
Imazalil
Imazamethabenz-methyl
Imazamox
Imazapyr
Imazaquin
Imazethapyr
Imibenconazol
Imidacloprid
Indoxacarb
Iodosulfuron-methyl
Ioxynil
Iprobenfos
Iprodione
Iprovalicarb

Irgarol
Isazofos
Iso-Chloridazon
Isofenphos
Isofenphos-methyl
Isofenphos-oxon
Isoprocarb
Isoprothiolan
Isoproturon
Isoproturon-desmethyl
Isoxaben
Isoxadifen-ethyl
Isoxaflutol
Isoxathion
Kresoxim-methyl
Lactofen
Lenacil
Linuron
Lufenuron
Malaoxon
Malathion
Mandipropamid
MCPA
MCPA-butotyl
MCPB
Mecarbam
Mecoprop
Mefenacet
Mefenpyr-diethyl
Mepanipyrim
Mepronil
Mesosulfuron-methyl
Metalaxyl
Metamitron
Metamitron-desamino
Metazachlor
Metazachlor ESA
Metazachlor OA
Metconazol
Methabenzthiazuron
Methamidophos
Methfuroxam
Methidathion
Methiocarb
Methiocarb-sulfon
Methiocarb-sulfoxid
Methomyl
Methoprotetryn
Methoxyfenozyd
Metobromuron
Metolachlor
Metolachlor ESA
Metolachlor OA
Metolcarb
Metosulam
Metosulam-5-hydroxy
Metoxuron
Metrafenon
Metribuzin
Metribuzin-desamino

Metribuzin-desamino-diketo
Metribuzin-diketo
Metsulfuron-methyl
Mevinphos
Molinat
Monocrotophos
Monolinuron
Monuron
MPPA
Myclobutanil
N,N-Dimethylsulfamid
Naled
Napropamid
Neburon
Nicosulfuron
Nitenpyram
Nitroguanidin
Norflurazon
Nuarimol
Ofurace
Omethoat
Oxadiazon
Oxadixyl
Oxamyl
Oxamyl-oxim
Oxasulfuron
Oxycarboxin
Oxydemeton-methyl
Paclobutrazol
Paraoxon
Paraoxon-methyl
Parathion
Penconazol
Pencycuron
Pendimethalin
Permethrin
Pethoxamid
Phenmedipham
Phenthoat
Phorat-sulfon
Phorat-sulfoxid
Phosalon
Phosmet
Phosphamidon
Phoxim
Picloram
Picloram-decarboxy
Picolinafen
Picoxystrobin
Piperonyl-butoxid
Piperophos
Pirimicarb
Pirimicarb-desamido-desmethyl
Pirimicarb-desmethyl
Pirimicarb-desmethyl-formamido
Pirimiphos-ethyl
Pirimiphos-methyl
Primisulfuron-methyl
Prochloraz
Profenofos

Prohexadione
Promecarb
Prometon
Prometryn
Propachlor
Propamocarb
Propanil
Propaquizafop
Propargit
Propazin
Propazin-2-hydroxy
Propetamphos
Propham
Propiconazol
Propoxur
Propoxycarbazon
Propyzamid
Proquinazid
Prosulfocarb
Prosulfuron
Prothioconazol
Prothiofos
Pymetrozin
Pyraclifos
Pyraclostrobin
Pyraflufen-ethyl
Pyrazophos
Pyridaben
Pyridafol
Pyridaphenthion
Pyridate
Pyrifenox
Pyrimethanil
Pyriproxyfen
Pyroquilon
Pyroxsulam
Quinalphos
Quinmerac
Quinoclamid
Quinoxyfen
Quizalofop
Quizalofop-ethyl
Rimsulfuron
Rotenone
Saccharin
Sebuthylazin
Sebuthylazin-desethyl
Sethoxydim
Siduron
Silthiofam
Simazin
Simazin-2-hydroxy
Simetryn
Spinosyn A
Spinosyn D
Spirodiclofen
Spiroxamin
Sulfentrazone
Sulfometuron-methyl
Sulfosulfuron

Sulfotep
Sulprofos
tau-Fluvalinat
Tebuconazol
Tebufenozid
Tebufenpyrad
Tebutam
Tebuthiuron
Teflubenzuron
Temephos
TEPP
Tepraloxymid
Terbufos
Terbumeton
Terbuthylazin
Terbuthylazin-2-hydroxy
Terbuthylazin-desethyl
Terbuthylazin-desethyl-2-hydroxy
Terbutryn
Tetrachlorvinphos
Tetraconazol
Thiabendazol
Thiacloprid
Thiacloprid-amid
Thiamethoxam
Thifensulfuron-methyl
Thiobencarb
Thiodicarb
Thiofanox
Thiofanox-sulfon
Thiofanox-sulfoxid
Thiometon
Thiophanat (-ethyl)
Thiophanat-methyl
Tolclofos-methyl
Tolyfluanid
Triadimefon
Triadimenol
Tri-allat
Triasulfuron
Triazophos
Trichlorfon
Triclopyr
Tricyclazol
Tridemorph
Trietazin
Trifloxystrobin
Triflumizol
Triflumuron
Triflusulfuron-methyl
Triticonazol
Tritosulfuron
Uniconazol
Vamidothion
Zoxamid

7.2 Ergebnisse der Referenzanalytik

Tabelle 10: Charakterisierung der Proben und der Bedingungen bei der Probenahme

Probenstelle	Datum	Zeit	Färbung	Geruch	Schwebstoffe	Durchfluss	pH	Lf	O2	Temp-Luft	Temp-Wasser	Wetter	Wetter Vortag	Wetter vorher
						[m³/s]		[µS/cm]	[mg/l]	[°C]	[°C]			
Alter Rhein Waibel	23.05.14	10:45	klar	unauffällig	keine		7,7	629	7,2	12	17,1	bewölkt	wechselhaft	sonnig
Alter Rhein Waibel	22.07.14	07:45	klar	unauffällig	keine		7,5	550	7,2	16	20,2	starker Regen	leichter Regen	Schönwetter
Birkengraben, Hard	23.05.14	12:40					7,6	574	5,6		14	sonnig nach Regen	wechselhaft	sonnig
Birkengraben, Hard	22.07.14	09:40		modrig	mittel		7,2	312	5,1	15	16,2	starker Regen		
Dornbirnerach, Lauterach	23.05.14	13:00				6,39	8	578	8,3	16	15,8	sonnig nach Regen	wechselhaft	sonnig
Dornbirnerach, Lauterach	22.07.14	10:00		modrig	mittel	87,4	7,8	240	8,8	15	15,2	starker Regen		
Frickgraben	23.05.14	12:15	leicht getrübt	modrig	mittel	0,02	7,7	403	7,5	16	17,4	heiter	wechselhaft	sonnig
Frickgraben	22.07.14	09:00	leicht getrübt	unauffällig	gering	0,05	7,4	270	6,6	15	16,4	starker Regen	leichter Regen	Schönwetter
Landgraben	23.05.14	10:10	leicht getrübt	unauffällig	gering	0,24	7,8	742	8	12	13,3	leichter Regen	wechselhaft	sonnig
Landgraben	22.07.14	07:00	stark getrübt	erdig	mittel	0,2	7,3	360	9,4	16	16,4	starker Regen	leichter Regen	Schönwetter
Luttengraben	23.05.14	11:20	klar	unauffällig	gering	0,12	8,1	345	10,2	15	10,3	heiter	wechselhaft	sonnig
Luttengraben	22.07.14	08:15	stark getrübt	erdig	mittel	> 0,100	7,2	427	6,2	15	15,2	starker Regen	leichter Regen	Schönwetter
Pumpwerk Fußach	23.05.14	13:15	Huminstoffe	modrig	gering		7,8	738	8,1	16	19,2	sonnig nach Regen	wechselhaft	sonnig
Pumpwerk Fußach	22.07.14	10:15		modrig	mittel		7,2	285	5,6	15	17,2	starker Regen		
Pumpwerk Gaißau	23.05.14	14:20	Huminstoffe	erdig	gering		7,4	869	13,2	17	18	sonnig nach Regen	wechselhaft	sonnig
Pumpwerk Gaißau	22.07.14	10:50		modrig	mittel		6,9	490	3,7	15	17,2	starker Regen		
Pumpwerk Höchst	23.05.14	13:45	Huminstoffe	modrig	gering		7,5	799	2,3	16	18,1	sonnig nach Regen	wechselhaft	sonnig
Pumpwerk Höchst	22.07.14	10:30		modrig	mittel		7,1	308	4,9	15	16,8	starker Regen		
Jannersee	23.05.14	12:15	leicht getrübt	unauffällig	keine		8,1	581	9,2		18,4	sonnig nach Regen	wechselhaft	sonnig
Jannersee	22.07.14	09:20					8	542	8,1	15	20,9	starker Regen		

Tabelle 11: Referenzparameter (allgemein chemisch-physikalische Parameter) in den untersuchten Fließgewässerproben

Probenstelle	Datum	pH	Lf	Karbonathärte	Gesamthärte	Alkalität	DOC	NH4-N	NO2-N	NO3-N	Pfilt	PO4-P	Cl	SO4	Na	K	Mg	Ca	Fe	Mn
			[µS/cm]	[°dH]	[°dH]	[mmol/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[µg/l]	[µg/l]
Alter Rhein Waibel	23.05.14	7,8	630	15,3	17,8	5,5	1,6	0,058	0,004	0,28	< 5	< 5	23	38	14	2,6	19	97	6,4	8,7
Alter Rhein Waibel	22.07.14	7,8	537	12,5	14,9	4,5	2,3	0,059	0,007	< 0,22	5	< 5	21	34	12	2,4	16	80	25	15
Birkengraben, Hard	23.05.14	7,9	576	15,9	16,8	5,7	4,8	0,69	0,012	0,25	< 5	< 5	12	8	7,3	2,1	13	100	14	110
Birkengraben, Hard	22.07.14	7,3	309	8	8,4	2,8	14	0,38	0,02	0,71	61	46	5,6	7	3,4	3,4	5,3	51	260	52
Dornbirnerach, Lauterach	23.05.14	8,1	576	12,3	12	4,4	5	0,23	0,05	1,8	52	33	31	27	35	6,5	8,4	72	35	19
Dornbirnerach, Lauterach	22.07.14	7,9	242	7,8	6,4	2,8	6,4	0,075	0,015	0,72	21	14	4,5	8	5,6	1,8	3,6	39	68	< 5,0
Frickgraben	23.05.14	7,8	395	10,2	11,3	3,7	8,9	0,019	0,027	0,51	21	9	10	16	7,3	3,4	9,2	66	250	31
Frickgraben	22.07.14	7,4	270	7,5	7,6	2,7	7,6	0,019	0,005	< 0,22	12	7	2,6	5	2,1	2,1	5,1	46	130	24
Landgraben	23.05.14	8,1	743	20,2	21,5	7,3	5,8	0,20	0,036	0,66	5	< 5	20	15	13	2,9	8,7	140	11	18
Landgraben	22.07.14	7,5	372	9,4	10,1	3,4	9	0,15	0,033	1,5	17	7	7,8	12	5,7	3	4	66	160	35
Luttengraben	23.05.14	8,1	347	8,9	9,9	3,2	2,3	0,024	0,031	1,1	144	130	3,3	13	3	2,8	6,3	61	28	< 1,5
Luttengraben	22.07.14	7,1	413	9,6	11,5	3,4	6,5	0,070	0,036	4,6	60	42	5,5	18	2,9	4	4,6	74	71	120
Pumpwerk Fußach	23.05.14	8	733	21	21,7	7,6	8,1	1,8	0,058	0,4	12	6	13	8	9,4	2,4	13	130	14	88
Pumpwerk Fußach	22.07.14	7,3	283	6,6	7,6	2,4	11	0,44	0,038	2,7	59	45	4,2	10	3,5	3,2	4,4	47	360	53
Pumpwerk Gaißau	23.05.14	7,5	854	26,2	27	9,4	5,8	1,8	0,006	< 0,22	8	< 5	8,3	12	5,4	1,4	17	160	8,2	400
Pumpwerk Gaißau	22.07.14	7,1	485	11,6	13,8	4,1	11	0,72	0,053	5,4	48	33	6,9	16	3,8	4,4	6,7	87	250	100
Pumpwerk Höchst	23.05.14	7,8	801	24	25	8,6	9	1,4	0,004	< 0,22	8	< 5	7,7	7	4,3	1,2	16	150	19	350
Pumpwerk Höchst	22.07.14	7,2	305	7,8	8,6	2,8	7,3	0,48	0,033	1,9	18	8	4	7	2,7	2,3	5	53	440	88
Jannersee	23.05.14	8,2	576	15,5	17,4	5,6	1,8	0,018	< 0,003	< 0,22	< 5	< 5	13	17	7,4	2	15	100	12	< 1,5
Jannersee	22.07.14	8	540	14,4	16	5,1	2,8	0,035	< 0,003	< 0,22	< 5	< 5	13	15	7,1	2,3	14	92	< 5,0	< 1,5

7.3 Messergebnisse für BifenoX, Cypermethrin und Dicofol

Tabelle 12: Messergebnisse für BifenoX, Cypermethrin und Dicofol

Labornummer	Probenbeschreibung	Probenbezeichnung	BifenoX	Cypermethrin	Dicofol
		Einheit	µg/l	µg/l	µg/l
		Nachweisgrenze	0,025	0,025	0,05
		Bestimmungsgrenze	0,050	0,050	0,1
1405 04553	brauner Bodensatz	PW Höchst	n.n.	n.n.	n.n.
1407 06077	wenig schwarzer Bodensatz	PW Höchst	n.n.	n.n.	n.n.
1405 04554	feiner Bodensatz	Luttengraben oh. Ehbach	n.n.	n.n.	n.n.
1407 06070	schwarzer Bodensatz	Luttengraben oh. Ehbach	n.n.	n.n.	n.n.
1405 04555	feiner Bodensatz	Alter Rhein (Waibel)	n.n.	n.n.	n.n.
1407 06068	klar, farblos	Alter Rhein (Waibel)	n.n.	n.n.	n.n.
1405 04556	schwarzer Bodensatz	Birkengraben	n.n.	n.n.	n.n.
1407 06076	wenig schwarzer Bodensatz	Birkengraben	n.n.	n.n.	n.n.
1405 04557	feiner Bodensatz	PW Fussach	n.n.	n.n.	n.n.
1407 06073	schwarzer Bodensatz	PW Fussach	n.n.	n.n.	n.n.
1405 04558	schwarzer Bodensatz	Frickgraben oh. Spiersbach	n.n.	n.n.	n.n.
1407 06075	wenig schwarzer Bodensatz	Frickgraben oh. Spiersbach	n.n.	n.n.	n.n.
1405 04560	klar, farblos	Jannersee	n.n.	n.n.	n.n.
1407 06071	klar, farblos	Jannersee	n.n.	n.n.	n.n.
1405 04561	feiner Bodensatz	Landgraben Dornbirn oh. RBK	n.n.	n.n.	n.n.
1407 06072	schwarzer Bodensatz	Landgraben Dornbirn oh. RBK	n.a.*	n.a.*	n.a.*
1405 04562	brauner Bodensatz	PW Gaissau	n.n.	n.n.	n.n.
1407 06074	wenig schwarzer Bodensatz	PW Gaissau	n.n.	n.n.	n.n.
1405 04559	schwarzer Bodensatz	Pegel Lauterach/Dornbirnerach	n.n.	n.n.	n.n.
1407 06069	schwarzer Bodensatz	Pegel Lauterach/Dornbirnerach	n.n.	n.n.	n.n.

*aufgrund beschädigten Gebindes nicht genügend Probenmaterial vorhanden.

7.4 Messergebnisse Indikatortest kommunale Verunreinigungen

Tabelle 13: Messergebnisse Indikatortest für kommunale Verunreinigungen

Labornummer	Probenbeschreibung	Probenbezeichnung	1H-Benzotriazol	Tolyltriazole	Acesulfam	Sucralose	Carbamazepin	CBZ-DiOH	Metoprolol	Sotalol
		Einheit	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
		Nachweisgrenze	0,005	0,005	0,0025	0,005	0,0005	0,0020	0,0025	0,002
		Bestimmungsgrenze	0,01	0,01	0,0	0,01	0,001	0,0040	0,005	0,004
1405 04553	brauner Bodensatz	PW Höchst	n.n.	n.n.	0,073	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1407 06077	wenig schwarzer Bodensatz	PW Höchst	0,017	0,022	0,039	n.n.	<0,001	n.n.	n.n.	n.n.
1405 04554	feiner Bodensatz	Luttengraben oh. Ehbach	n.n.	<0,01	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1407 06070	schwarzer Bodensatz	Luttengraben oh. Ehbach	<0,01	0,021	0,012	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1405 04555	feiner Bodensatz	Alter Rhein (Waibel)	n.n.	n.n.	0,045	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1407 06068	klar, farblos	Alter Rhein (Waibel)	0,025	0,044	0,042	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1405 04556	schwarzer Bodensatz	Birkengraben	n.n.	<0,01	0,032	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1407 06076	wenig schwarzer Bodensatz	Birkengraben	n.n.	n.n.	0,023	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1405 04557	feiner Bodensatz	PW Fussach	0,38	0,2	0,047	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1407 06073	schwarzer Bodensatz	PW Fussach	0,033	0,047	0,027	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1405 04558	schwarzer Bodensatz	Frickgraben oh. Spiersbach	0,044	0,12	0,046	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1407 06075	wenig schwarzer Bodensatz	Frickgraben oh. Spiersbach	0,025	0,016	0,067	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1405 04560	klar, farblos	Jannersee	n.n.	n.n.	0,028	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1407 06071	klar, farblos	Jannersee	n.n.	n.n.	0,03	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1405 04561	feiner Bodensatz	Landgraben Dornbirn oh. RBK	0,028	0,035	0,075	n.n.	0,0023	0,04	n.n.	n.n.
1407 06072	schwarzer Bodensatz	Landgraben Dornbirn oh. RBK	0,027	0,05	0,033	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1405 04562	brauner Bodensatz	PW Gaissau	n.n.	n.n.	0,057	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1407 06074	wenig schwarzer Bodensatz	PW Gaissau	<0,01	n.n.	0,035	n.n.	0,0015	n.n.	n.n.	n.n.
1405 04559	schwarzer Bodensatz	Pegel Dornbirnerach/Lauterach	1,1	1,2	1,7	0,6	0,12	0,17	0,076	0,013
1407 06069	schwarzer Bodensatz	Pegel Dornbirnerach/Lauterach	0,15	0,12	0,33	0,062	0,025	0,027	0,013	<,004



Umweltinstitut

Institut für Umwelt und Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg

Abteilungen Umweltanalytik und Gewässergüte

Montfortstraße 4, 6901 Bregenz

T +43 5574 511 42099

E umweltinstitut@vorarlberg.at

www.vorarlberg.at/umweltinstitut