

# oekotoxzentrum news

**23. Ausgabe November 2021**

Schweizerisches Zentrum für angewandte Ökotoxikologie



Benôit Ferrari neuer Leiter,  
Etienne Vermeirssen Vizeleiter  
S. 3

Inge Werner: Abschied vom  
Oekotoxzentrum S. 3

Reifenabrieb als  
Schadstoffquelle S. 4

Wie Richtwerte für Böden  
bestimmen? S. 6

Oekotoxzentrum als Partner  
in EU-Gremien S. 9

# Unterwegs zu einem Kontinuum ...



Dr. Benoît Ferrari,  
Leiter des Oekotoxentrums

Nach fast zwei Jahren als Interimsdirektor freut es mich, dass mir die Leitung des Oekotoxentrums nun endgültig anvertraut wurde. Ich leite das Zentrum mit Hilfe meines Kollegen Etienne Vermeirssen, der zum stellvertretenden Direktor ernannt wurde. Wir freuen uns darauf, das Oekotoxzentrum zusammen in die Zukunft zu führen, die neue Herausforderungen und Chancen mit sich bringt. All dies ist nur möglich durch die enorme Leistung von Inge Werner beim Aufbau des Oekotoxentrums. Wir werden alles daran setzen, diese Erfolgsgeschichte fortzusetzen.

Seit der Gründung des Oekotoxentrums ist seine Struktur eng mit den drei Umweltkompartimenten verbunden, in denen wir arbeiten: nämlich Wasser, Sediment und Boden. Heute werden diese drei Kompartimente immer mehr als ein Kontinuum begriffen, da Schadstoffe zwischen den Kompartimenten hin und her wandern können und Fragestellungen und Probleme oft mehrere Kompartimente betreffen. Am Oekotoxzentrum finden sich die Kompetenzen, um die Gefahren und Risiken von Schadstoffen zu bewerten, neue Biomonitoring-Methoden zu erproben und zu validieren sowie integrierte Bewertungsmethoden für alle drei Kompartimente zu entwickeln. Dieses Fachwissen in sich ergänzenden Bereichen schafft uns – zusammen mit unserem externen Netzwerk – einen grossen Vorteil beim Betrachten von Fragestellungen, die sich

auf einzelne Kompartimente oder das Boden-Wasser-Sediment-Kontinuum beziehen.

Wir haben dies genutzt und intern bereichsübergreifende Arbeitsgruppen gebildet, um über die imaginären Grenzen zwischen den Kompartimenten hinweg von den Erfahrungen der anderen zu profitieren. So haben zum Beispiel die Ansätze, die zur Bestimmung von Qualitätskriterien für Gewässer verwendet werden, den Weg bereitet, um Qualitätskriterien für Sedimente zu bestimmen. Momentan hilft uns der Austausch zwischen unseren Expertinnen und Experten für Wasser, Sediment und Boden dabei, die besten Methoden zur Bestimmung von ökotoxikologischen Referenzwerten für Böden zu finden (S. 6). Diese Referenzwerte werden als Instrument zur Bewertung der Bodenqualität gebraucht und erleichtern so die Verringerung von Risiken durch Pflanzenschutzmitteln. Auch die Erstellung von Stoffdossiers wird durch die bereichsübergreifende Zusammenarbeit harmonisiert. Von der Bündelung der Erfahrungen profitieren alle!

Die bereichsübergreifenden Arbeitsgruppen ermöglichen es uns auch, auf immer komplexere Anfragen zu reagieren, die die verschiedenen Kompartimente integrieren. Ein Beispiel dafür ist ein neues Projekt, in dem wir die Ökotoxizität von Reifenabrieb untersuchen. Vor einigen Jahren wurde bekannt, dass Reifen eine der wichtigsten Quellen für Mikroplastik in der Umwelt darstellen. Der Abrieb der Reifen auf der Strasse führt zur Bildung von Partikeln, die in alle Umweltkom-

partimente gelangen können. Die Partikel enthalten auch Ablagerungen und Staub von der Strasse selbst und stellen daher eine Quelle für Schadstoffe unterschiedlicher Herkunft dar.

Bei Niederschlägen werden die Partikel in den Boden entlang der Strasse geschwemmt und weiter in Gewässer transportiert. Gleichzeitig werden die Partikel ausgelaugt, was zur Freisetzung von Schadstoffen in die verschiedenen Umweltkompartimente führt. Momentan sind wir dabei, die Auswirkungen dieser Partikel auf das Boden-Wasser-Sediment-Kontinuum zu untersuchen, indem wir verschiedene Testsysteme (*in vitro*, *in vivo*) und innovative Ansätze in mehreren Kompartimenten anwenden. Mit diesen multiplen Beweissträngen sollten wir bald ein besseres Bild von der Toxizität von Reifenabrieb haben. Die ersten Ergebnisse können Sie in dieser Ausgabe lesen (S. 4).

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre!

**Titelbild:** Das Oekotoxzentrum untersucht die Gewässerqualität an zahlreichen Standorten, um deren Bewertung mit Hilfe von Biotests zu verbessern. Im Bild misst Cornelia Kienle die elektrische Leitfähigkeit im Eschelisbach in Güttingen (TG).

# Benoît Ferrari neuer Leiter, Etienne Vermeirssen Vizeleiter

**Am 1. Juli 2021 hat Benoît Ferrari permanent die Leitung des Oekotoxenzentrums übernommen, welches er in den vergangenen zwei Jahren bereits *ad interim* geleitet hatte. Er wird von Etienne Vermeirssen als Stellvertreter unterstützt, dem Gruppenleiter für Aquatische Ökotoxikologie.**

Benoît Ferrari begann 2013 am Oekotoxenzentrum als Gruppenleiter für Sediment- und Bodenökotoxikologie. Frühere Stationen seiner Forschungskarriere waren die Universität



Genf und das Irstea (jetzt: INRAE) in Lyon in Frankreich. In seiner Zeit am Oekotoxenzentrum hat sich der Biologe vor allem mit der Entwicklung von innovativen Methoden zur Bewertung der Sedimentqualität beschäftigt. Benoît Ferrari übernahm 2019 die Leitung des Oekotoxenzentrums *ad interim* von der früheren Leiterin Inge Werner, die per August 2021 in den Ruhestand trat. Etienne Vermeirssen unterstützt Benoît Ferrari weiterhin als Vizeleiter des Oekotoxenzentrums. Er ist Gruppenleiter für Aquatische Ökotoxikologie und interessiert sich speziell für Biotests zum Nachweis von toxischen Sub-



stanzen, Bewertungssysteme für die Wasserqualität und die innovative Probenahme mit Passivsammlern. Während Benoît meist am Standort Lausanne arbeitet, ist Etienne in Dübendorf tätig.

Wo sehen die beiden Wissenschaftler die grössten Herausforderungen für die Arbeit des Oekotoxenzentrums und die angewandte Ökotoxikologie in der Schweiz? «Besonders wichtig ist die weitere Arbeit an Biotests, die verschiedene biologische Organisationsebenen abdecken. Dringend gebraucht werden auch praxistaugliche und technisch solide Bewertungsstrategien für die Umweltqualität», so Benoît Ferrari. Etienne Vermeirssen ergänzt: «Die Implementierung der Effekte von Stoffmischungen in regulatorische Rahmenwerke bleibt eine weitere zukünftige Herausforderung für uns». Das Gleiche gelte für die Standardisierung zusätzlicher *in vitro* Biotests und deren standardisierte Datenauswertung gekoppelt mit effekt-basierten Triggerwerten.

## Inge Werner: Abschied vom Oekotoxenzentrum

**Neun Jahre lang hat Inge Werner das Oekotoxenzentrum geleitet und es in dieser Zeit erfolgreich etabliert. Per Ende August 2021 trat sie in Ruhestand und kehrte in ihre Wahlheimat Kalifornien zurück.**

**Was ist dir aus deiner Zeit am Oekotoxenzentrum besonders in Erinnerung geblieben?**

Das Engagement und der Teamgeist der Mitarbeitenden, die sich mit fundiertem wissenschaftlichem Wissen, viel Überzeugung und Herzblut für den Schutz der Umwelt vor Schadstoffen einsetzen. Es hat viel Spass gemacht, mit ihnen zusammen an einem Strang zu ziehen, und wir haben sehr viel geleistet.

**Wie bist du überhaupt zur Ökotoxikologie gekommen?**

**Und was motiviert dich besonders daran?**  
Als ich mein Biologiestudium angefangen habe, waren die Gewässer in Deutschland

sehr verschmutzt – im Rhein wollte niemand schwimmen und Nitrat im Grundwasser war in vielen Gebieten schon damals ein grosses Problem. Es gab auch die entsetzlichen Unfälle bei dem Sandoz-Brand in Schweizerhalle und der Kernschmelze im AKW von Tschernobyl. Der Schutz der Umwelt – insbesondere des Wassers als Grundlage unseres Lebens – war und ist mir ein grosses Anliegen.

**Wie war es für dich, nach 2 Jahrzehnten in den USA wieder nach Europa zurückzukehren?**

Nicht so einfach. Ich hatte damals das Gefühl, mich auf Deutsch nicht mehr richtig ausdrücken zu können und musste manche Regeln in der Schweiz erst lernen (zum Beispiel in der Waschküche ☺). Dabei haben mir aber die Kolleginnen und Kollegen und die Nachbarn sehr geholfen. In der Schweiz habe ich mich schnell wohlfühlt. Ich denke, das lag daran, dass ich in Südbaden in einem sehr ähnlichen Kulturkreis und mit einem ähnlichen Dialekt aufgewachsen bin.

**Und wie geht es nun weiter für dich? Worauf freust du dich besonders?**

Zuerst möchte ich mich ein Weilchen treiben lassen, mir Zeit für Familie und Freunde nehmen. Glücklicherweise bin ich gesund und habe vor, so lange wie möglich durch die Natur zu wandern und zu reisen. Meine berufliche Erfahrung würde ich gerne noch weiter nutzen, am liebsten über das Unterrichten in weniger entwickelten Ländern.

Zur ausführlicheren Version des Interviews: [www.oekotoxzentrum.ch/news-publikationen/news/inge-werner-abschied-vom-oekotoxzentrum/](http://www.oekotoxzentrum.ch/news-publikationen/news/inge-werner-abschied-vom-oekotoxzentrum/)



# Reifenabrieb als Schadstoffquelle

**Obwohl grosse Mengen an Reifenabrieb in die Umwelt gelangen, wissen wir noch wenig über die Toxizität der kleinen Partikel. Diese enthalten nicht nur Gummi, sondern auch zahlreiche Metalle und organische Stoffe. Forschende vom Oekotoxzentrum, der EPFL und der Eawag untersuchen momentan, ob diese Stoffe bioverfügbar sind und welche toxischen Effekte sie haben können.**

Oft ärgern wir uns über abgefahrenen Reifen am Auto, doch dieser lästige Verschleiss hat auch Folgen für die Umwelt: Die abgefahrenen Reifenschicht gelangt nämlich in Böden und Gewässer. Jedes Jahr werden so allein in der Schweiz mindestens 10'000 Tonnen Gummipartikel aus Reifen freigesetzt, das ist wesentlich mehr als das eingetragene Mikroplastik. Der Reifenabrieb besteht aus einer komplexen Mischung aus Gummi, Füllmitteln, Vulkanisierungsmitteln und anderen Zusatzstoffen. Durch die Reibung an der Strasse enthalten die Partikel ausserdem Asphalt und Verunreinigungen, die von der Fahrbahnoberfläche stammen – darunter zahlreiche Metalle, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH) und andere organische Substanzen.

## **Nachweis in Boden, Sediment, Wasser und Luft**

«Wir müssen unbedingt mehr über Reifenabrieb wissen, weil er in Luft, Boden, Wasser und Sediment vorkommt», fordert Benoît Ferrari vom Oekotoxzentrum. Bei Strassen mit einem Anschluss an die Mischwasserkanalisation oder an Strassenabwasserbehandlungsanlagen wird der Reifenabrieb grösstenteils zurückgehalten. Bei den übrigen Strassen gelangt er mit dem Abwasser je nach Situation in Gewässer oder wird in der Strassenböschung abgelagert.

Sehr kleine Partikel können auch mit dem Wind über grössere Distanzen verweht werden.

Obwohl die Partikel in allen Umweltkompartimenten gefunden werden, ist noch wenig über ihre Toxizität bekannt. Diese hängt direkt von der Bioverfügbarkeit der partikelgebundenen Schadstoffe ab. Daher arbeitet das Oekotoxzentrum in einem neuen Projekt daran, diese Bioverfügbarkeit und die Toxizität von Reifenabrieb besser zu verstehen. «Besonders interessiert uns, was mit den Partikeln nach dem Verschlucken durch Organismen passiert: nämlich ihre Aufnahme in den Darm, die Desorption der Stoffe während der Verdauung, die Aufnahme im Verdauungstrakt und die Bioakkumulation in biologischen Geweben», sagt Benoît Ferrari, der das Projekt leitet. Projektpartner sind die Abteilung Umwelttoxikologie der Eawag und das Central Environmental Laboratory der EPFL; finanziert wird das Projekt vom World Business Council for Sustainable Development.

## **Zink und andere Metalle**

Als erster Schritt wurden zum einen pure Reifenpartikel aus der obersten Lauffläche verschiedener Reifen hergestellt, zum anderen Reifenabrieb mit Hilfe eines Strassensimulators. Um mehr über die Metallbelastung der Partikel zu erfahren, untersuchten die Forschenden diese mit Hilfe von induktiv gekoppelter Plasma-Emissionsspektroskopie oder Massenspektrometrie. Es zeigte sich, dass die puren Reifenpartikel grosse Mengen an Zink und geringere Mengen an Eisen enthielten. «Zinkoxid wird in der Reifenherstellung meist als Katalysator für die Vulkanisierung mit Schwefel eingesetzt», erläutert Thibault Masset von der EPFL. «So können bis zu 2.5 % der Reifenmasse aus Zink bestehen.» Die Reifenabriebpartikel dagegen enthielten weniger Zink, dafür mehr Eisen,



Thibault Masset untersucht potentiell toxische Stoffe in Reifenabrieb mit Hilfe von Flüssigchromatographie mit Massenspektrometrie-Kopplung (LC-MS/MS).

und kleinere Mengen an Titan, Chrom, Mangan, Kobalt, Nickel, Kupfer, Barium und Blei, die wahrscheinlich aus dem Strassenmaterial stammen. Im Reifenabrieb ist weniger Zink enthalten als im reinen Reifenmaterial, da dieses durch das Strassenmaterial verdünnt wird, das nur wenig Zink erhält.

### **Metalle werden im Magendarmtrakt bioverfügbar**

Solange die Metalle partikelgebunden bleiben, sind sie nicht toxisch. Doch was passiert bei ihrer Aufnahme durch Organismen? Werden die Metalle im Magendarmtrakt abgelöst und so bioverfügbar gemacht? Um diese Frage zu beantworten, untersuchten die Forschenden, ob sich die Metalle in simulierter Magen- und Darmflüssigkeit von Fischen lösen. Die Flüssigkeit bestand aus einem Puffer, der die Zusammensetzung im Fischdarm imitiert und mit Pepsin (Magen) oder Schweinegallenextrakt und Pankreatin (Darm) versetzt wurde. Wurden die Reifenpartikel und der Reifenabrieb mit dieser Verdauungsflüssigkeit inkubiert, führte dies zu hohen Zinkkonzentrationen in der Flüssigkeit. Auch Eisen, Blei, Mangan und Kobalt aus den Reifenabrieb wurden gelöst, jedoch in geringeren Mengen. Obwohl Zink ein essentielles Metall ist kann ein Überschuss für Fische schädlich sein.

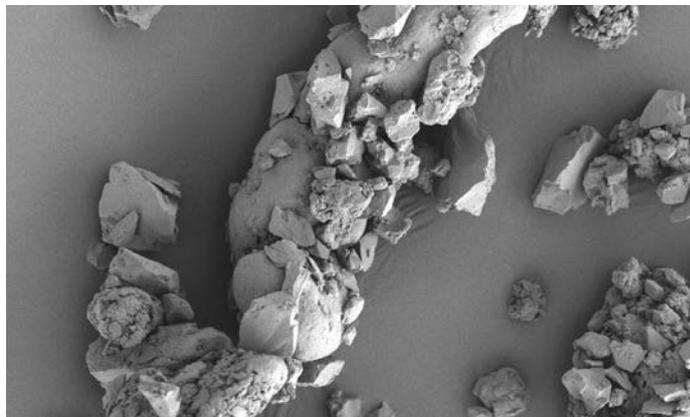
Insgesamt lösten sich alle Metalle in den Verdauungsflüssigkeiten wesentlich besser als in Wasser. In der Magenflüssigkeit war dafür der niedrige pH-Wert der Flüssigkeit verantwortlich, der die Solubilisierung der Metalle erleichtert. In der Darmflüssigkeit waren dies vermutlich die Proteine, Phospholipide und Gallensäuren, die sich teilweise zu Mizellen zusammenlagern und so die Löslichkeit von Zink erleichtern oder diese komplexieren.

### **Komplexierung bei Nahrungsaufnahme**

«Im nächsten Schritt wollten wir wissen, ob es einen Einfluss auf die Bioverfügbarkeit von Zink hat, wenn Organismen gleichzeitig mit dem Reifenmaterial organische Nahrung aufnehmen», erläutert Thibaut Masset. Dazu gaben die Forschenden bei den Verdauungsexperimenten entweder Bachflohkrebse (*Gammarus pulex*) oder Wasserlinsen (*Lemna minor*) dazu, die als Modell für tierische und pflanzliche Nahrungsmittel dienen. Wenn Wasserlinsen gleichzeitig aufgenommen wurden, stieg die Zinkkonzentration in der Magen- und Darmflüssigkeit an, da zusätzliches Zink aus den Wasserlinsen gelöst wurde. Im Gegensatz dazu führte die gemeinsame Verdauung mit Bachflohkrebsen dazu, dass weniger Zink gelöst wurde. Dies könnte daran liegen, dass das freie Zink teilweise von der organischen Substanz aus den Bachflohkrebsen adsorbiert oder komplexiert wurde, nicht aber vom pflanzlichem organischem Material. Bachflohkrebse enthalten mehr Proteine (40 %) als Wasserlinsen (25 %), die Zink komplexieren können. Ausserdem besteht das Exoskelett der Bachflohkrebse aus Chitin, einem Material, das Metallionen binden kann. «Wir denken, dass die organische Nahrung mit Zink Komplexe bildet», sagt Thibaut Masset. «Das führt zu einer geringeren biologischen Verfügbarkeit, wenn Zink von Reifenpartikeln freigesetzt wird.»

### **Bedenkliche organische Stoffe**

Bei der Herstellung der Reifen werden auch verschiedene organische Verbindungen als Zusatzstoffe hinzugefügt. Einige davon stehen im Verdacht, toxische Wirkungen auf Wasserorganismen



Elektronenmikroskopische Aufnahme von Reifenabrieb

zu haben. So zeigen neue Daten aus den USA, dass Inhaltsstoffe aus Reifen für akute Fälle von Fischsterben bei Silberlachsen verantwortlich waren. Verantwortlich dafür war 6-PPD-Chinon, ein Oxidationsprodukt des weit verbreiteten Antiozonmittels N-(1,3-Dimethylbutyl)-N'-phenyl-1,4-benzoldiamin (6-PPD), das für diese Lachsart sehr giftig ist. Die Forschenden wiesen in den untersuchten Reifenpartikeln tatsächlich 6PPDQ nach, ausserdem verschiedene PAH wie Pyren und Fluranthen und verschiedene Benzothiazole. Auch diese Stoffe wurden durch die simulierte Verdauungsflüssigkeit vermehrt solubilisiert.

### **Biotestbatterie zur Bestimmung der Toxizität**

Als nächstes steht die Bestimmung der Toxizität der Partikel auf dem Projektplan. Zum einen soll untersucht werden, ob im verdauten Reifenabrieb Schadstoffe nachgewiesen werden, die eine östrogene oder gontoxische Wirkung haben. Diese werden mit einer Kombination aus Hochleistungs-Dünnschichtchromatographie (HPTLC), Biotests und Massenspektroskopie detektiert. Mit dieser Methode können die Forschenden nicht nur die Toxizität von unbekanntem Proben messen, sondern auch die verantwortlichen Stoffe herausfiltern und charakterisieren.

In einem weiteren Projektteil wird die Toxizität des verdauten Reifenabriebs in Fischzelllinien von Darmzellen der Regenbogenforelle untersucht – einem Testsystem, das von Kristin Schirmer an der Eawag entwickelt wurde und das die Barriere des Fischdarms gut simuliert. Mehrere Studien haben belegt, dass die akute Toxizität von Chemikalien auf Fische mit Zelllinien sehr verlässlich prognostiziert werden kann. Eine weitere Fischzelllinie mit Kiemenzellen wird verwendet, um die direkte Toxizität der Partikel auf Fische zu zeigen.

Ausserdem werden die potenziellen Auswirkungen von Reifenabrieb auf Boden und Sediment mit Hilfe verschiedener sediment- und bodenlebenden Würmer untersucht. Auswirkungen auf das Wachstum und das Überleben der Würmer gegeben Auskunft über mögliche toxische Wirkungen. «Mit diesen verschiedenen Beweissträngen sollten wir bald mehr über die Toxizität von Reifenabrieb wissen», ist sich Benoît Ferrari sicher.

Kontakt: Benoît Ferrari [benoit.ferrari@centreecotox.ch](mailto:benoit.ferrari@centreecotox.ch)

# Wie ökotoxikologische Referenzwerte für Böden bestimmen?

**Die mit Pflanzenschutzmitteln verbundenen Risiken in der Schweiz sollen im nächsten Jahrzehnt um die Hälfte reduziert werden. Ein wichtiges Instrument dazu ist die Bestimmung von ökotoxikologisch basierten Screeningwerten für Pflanzenschutzmittel in Böden. Doch welche Methoden stehen dazu zur Auswahl? Welche Punkte müssen berücksichtigt werden? Das Oekotoxzentrum zieht eine Zwischenbilanz.**

Der Bundesrat hat 2017 klare Ziele für die Verbesserung des Umweltschutzes in der Landwirtschaft gesetzt: Der Aktionsplan Pflanzenschutzmittel (PSM) sieht es vor, die mit PSM verbundenen Risiken innerhalb eines Jahrzehnts um die Hälfte zu reduzieren. Dafür soll zunächst ein Monitoring für PSM-Rückstände in landwirtschaftlich genutzten Böden etabliert werden. Das ist notwendig, um mögliche Belastungen zu erfassen und die Bodenqualität zu beurteilen.

Doch bis jetzt gibt es noch wenig Richtlinien, wie ein solches Monitoring umgesetzt werden könnte. Bei Gewässern ist das anders: Das Monitoring der Gewässerqualität in Europa ist gut etabliert und funktioniert meist mit ökotoxikologisch basierten Grenzwerten für Einzelsubstanzen, sogenannten Umweltqualitätsnormen (EQS = environmental quality standards) oder Qualitätskriterien. Dies sind Stoffkonzentrationen, unterhalb derer keine schädlichen Wirkungen auf Umweltorganismen auftreten sollten. Durch den Vergleich der gemessenen Konzentration von Chemikalien im Gewässer mit diesen Werten kann so die Wasserqualität eingeschätzt werden.

## Fehlende Methoden für die Bodenbewertung

Für Böden gibt es in der Schweiz bis jetzt keine solchen Werte für PSM. «Wir brauchen dringend Referenzwerte, die das ökotoxikologische Risiko berücksichtigen, um die PSM-Rückstände im Boden zu bewerten, sagt Mireia Marti vom Oekotoxzentrum. Diese Referenzwerte basieren auf ökotoxikologischen Studien mit Bodenorganismen und geben die Konzentration an, unterhalb derer keine schädlichen Wirkungen auftreten sollten – im Rest des Artikels werden sie als «ökotoxikologische Referenzwerte» bezeichnet. In der Schweiz gibt bis jetzt nur Richtwerte für einige Schwermetalle und persistente organische Verbindungen, aber nicht für aktuell verwendete PSM. Auch in anderen Ländern sind fast keine solchen Werte verfügbar.

Während die Methode für das Bestimmen von Qualitätskriterien für Gewässer gut etabliert ist, muss für Böden noch einige Pionierarbeit geleistet werden, da es hier keine international anerkannte Methode gibt. «Böden sind viel komplexer als Gewässer und können unterschiedliche Eigenschaften haben», erklärt Mireia Marti. «Zudem kann ein Teil der PSM an Bodenpartikel sorbieren». Das beeinflusst die Bioverfügbarkeit der PSM und ihre Toxizität. Ausserdem gibt es wesentlich weniger Daten zu Effekten auf Bodenorganismen als zu Effekten auf Wasserorganismen.

Um einen Überblick zu bekommen, wie ökotoxikologische Referenzwerte für Böden abgeleitet werden könnten, schauten sich die Wissenschaftlerinnen zunächst nach den international verfügbaren Methoden um. Diese werden in unterschiedlichen Regelwerken eingesetzt und haben alle Stärken und Schwächen (siehe Kasten S. 8).

## Wie ökotoxikologische Referenzwerte bestimmen?

Das allgemeine Vorgehen für die meisten Methoden ist vergleichbar: Zunächst werden die **physikochemischen Daten** der zu untersuchenden Substanz gesammelt (z. B. Löslichkeit, Octanol-Wasser-Verteilungskoeffizient,  $K_{ow}$ ) um ihr Verhalten in der Umwelt vorhersagen zu können. Dann recherchieren Fachpersonen die **ökotoxikologischen Daten** zur untersuchten Substanz, sowohl aus Zulassungsverfahren als auch aus wissenschaftlichen Veröffentlichungen. Dabei handelt es sich um Daten zur Toxizität auf verschiedene wirbellose Bodenorganismen, Pflanzen und Mikroorganismen. Es werden typischerweise Effekte betrachtet, die das Überleben, das Wachstum oder die Fortpflanzung der Organismen beeinträchtigen.

Anschliessend prüfen die Expertinnen und Experten **die Relevanz und Verlässlichkeit der Daten**, da nur Werte zur Herleitung von ökotoxikologischen Referenzwerten einbezogen werden können, die die geforderten Kriterien erfüllen. Wenn möglich, sollte es sich um Daten aus Biotests handeln, die einem standardisierten Testprotokoll folgen. Ausserdem müssen genügend Informationen über den Test und die verwendeten statistischen Methoden vorhanden sein. Es werden Toxizitätsdaten bevorzugt, die Informationen zu chronischen Effekten auf Lebewesen geben. Je nachdem, welche Art von Boden in den Toxizitätstests verwendet wurde, kann die Bioverfügbarkeit der Stoffe unterschiedlich sein. Für hydrophobe Stoffe spielt dafür der Gehalt an organischem Kohlenstoff eine grosse Rolle, so dass manche Methoden die Toxizitätsdaten auf einen Standardboden normalisieren oder Biotests von der Selektion ausschliessen, die mit Böden mit einem abweichenden Kohlenstoffgehalt durchgeführt wurden.

## Unterschiedliche Methoden zur Datenextrapolation

Die meisten ökotoxikologischen Daten stammen aus Laborexperimenten mit Standardorganismen und führen daher zu Unsicherheiten, da sie weder alle Arten noch deren Wechselwirkungen im Freiland berücksichtigen können. Daher werden die Referenzwerte aus den Toxizitätsdaten durch eine Näherung oder Extrapolation erhalten. Diese kann je nach Anzahl der verfügbaren Toxizitätsdaten unterschiedlich aussehen. Bei allen Methoden werden Sicherheitsfaktoren verwendet. Die Höhe des Sicherheitsfaktors hängt dabei von der Vollständigkeit des Datensatzes ab. Generell gilt: Je weniger Daten vorhanden sind, desto höher ist der Sicherheitsfaktor.

Wenn genügend Toxizitätsdaten vorhanden sind, wird eine statistische **Verteilungsmethode** angewendet. Dabei werden die kritischen Substanzkonzentrationen für verschiedene Arten ihrer Grösse nach angeordnet, um einen Überblick über die Verteilung der Daten zu gewinnen. Die statistische Verteilung wird anschliessend meist mit einem mathematischen Modell gefittet, das die Empfindlichkeiten im Ökosystem reflektieren soll. Man nennt diese Methode **Speziessensitivitätsverteilung**. Sie folgt dem Technischen Leitfaden für Risikobeurteilung der EU und wird auch von anderen Behörden z. B. in den Niederlanden und in Australien angewendet. Wenn Toxizitätsdaten für genügend unterschiedliche Arten vorliegen, lässt sich die Konzentration ableiten, bei der zum Beispiel nur 5 % der Arten geschädigt werden. Der Sicherheits-

faktor für diese Methode liegt zwischen 1 und 5, da sie als vergleichsweise sicher und sehr belastbar gilt.

Die deterministische oder **Sicherheitsfaktormethode** wird angewendet, wenn nicht genügend Toxizitätsdaten zur Verfügung stehen, um deren Verteilung aufzuzeigen. In diesem Fall wird der Toxizitätswert gewählt, der die empfindlichste Art repräsentiert, und durch einen Sicherheitsfaktor geteilt, der die dadurch entstandene Unsicherheit berücksichtigt. Dieser kann sehr gross sein und drei Grössenordnungen umfassen.

Wenn es gar keine Daten zur Toxizität einer Substanz für Bodenorganismen gibt, kann die **Gleichgewichtsverteilungsmethode** verwendet werden. Diese Methode basiert auf dem Prinzip, dass Schadstoffe für bodenlebende Organismen nur über die Wasserphase verfügbar sind, ihre Toxizität für die Organismen daher aus ihrer Konzentration in der Wasserphase resultiert, und Bodenorganismen genauso empfindlich auf Schadstoffe reagieren wie Wasserorganismen. Da die Methode nur die Aufnahme über die Wasserphase berücksichtigt und nicht die Aufnahme über ein Verschlucken von Bodenpartikeln, wird ein zusätzlicher Sicherheitsfaktor von 10 verwendet.

### **Sekundärvergiftung und Landnutzung**

Ausser den ökotoxikologischen Daten spielen auch andere Faktoren eine Rolle bei der Risikobewertung. Manche Substanzen wie lipophile organische Schadstoffe oder Metalle haben das Potential, sich entlang der Nahrungskette anzureichern. Sie können so ein Risiko für Wirbeltiere darstellen; man spricht von einer **Sekundärvergiftung**. Einige Methoden berücksichtigen das Risiko für eine solche Sekundärvergiftung. Dazu wird zunächst der lipophile Charakter der untersuchten Substanz mit Hilfe ihres  $K_{OW}$  abgeschätzt. Ab einem spezifischen Triggerwert des  $K_{OW}$  wird ein zusätzlicher Referenzwert für den Mechanismus «Sekundärvergiftung» abgeleitet.

In einigen Ländern wird teilweise auch die **Landnutzung** berücksichtigt. Dann wird angenommen, dass gewisse Standorte wie Schutzgebiete oder Parks einen höheren ökologischen Wert haben und daher strengere Schutzmassnahmen benötigen. Andere Standorte wie Industriegebiete sind bereits stark durch die menschliche Aktivität verändert und benötigen daher weniger Schutz. Auch lokal vorhandene **Hintergrundkonzentrationen** für Substanzen und mögliche **Folgen für die menschliche Gesundheit** können berücksichtigt werden.



Rückstände von Pflanzenschutzmitteln können die Bodenorganismen beeinträchtigen.



Der Aktionsplan Pflanzenschutzmittel soll sicherstellen, dass die Bodenfruchtbarkeit langfristig bewahrt wird.

### Potentielle Methoden zur Ableitung von ökotoxikologischen Referenzwerten für PSM in Böden

Derzeit gibt es sechs mögliche Hauptmethoden, die in verschiedenen Regelwerken eingesetzt werden. Bei zweien davon handelt es sich um prospektive, also vorausschauende Ansätze: Dies sind der Ansatz der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA), der für die Zulassung von PSM in der EU eingesetzt wird, und der Ansatz der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA), der für die Zulassung von Bioziden verwendet wird. Die anderen Methoden stammen aus den Niederlanden, aus Kanada, den USA und Australien und werden bereits dazu eingesetzt, die Bodenqualität zu bestimmen

Die Methode der **EFSA** entspricht im Wesentlichen der Methode, die auch vom Bundesamt für Landwirtschaft für die Zulassung der PSM verwendet wird. Zum Abschätzen des Risikos für die Bodenorganismen werden sogenannte Toxizitäts-Expositions-Verhältnisse (TER Werte) ermittelt. Dies ist das Verhältnis aus der Effektschwelle für die empfindlichste untersuchte Art und der erwarteten Umweltkonzentration für die untersuchte Substanz. In einem zweiten Schritt können aus den Daten regulatorisch akzeptable Konzentrationen (RAC-Werte) abgeleitet werden, die als ökotoxikologische Referenzwerte verwendet werden könnten, doch dazu gibt es keine standardisierte Methode. Diese Methode verwendet nur Daten von genau definierten Modellorganismen. Sie ist gut auf PSM abgestimmt, dabei aber sehr starr.

Die Methode der **ECHA**, die zur Zulassung von Bioziden verwendet wird, entspricht in vielen Punkten der Methode, die zur Ableitung von Qualitätskriterien oder EQS im Wasser ein-

Der letzte Schritt bei der Bestimmung der ökotoxikologischen Referenzwerte ist es, ihre Anwendbarkeit zu evaluieren. Dies geschieht meist über einen Peer Review und eine **politische Bewertung**. Regulatoren müssen sicherstellen, dass der abgeleitete Referenzwert das Ökosystem ausreichend schützt, aber gleichzeitig im momentanen politischen Rahmen umsetzbar ist.

Derzeit vergleichen die Wissenschaftlerinnen am Oekotoxzentrum die Vor- und Nachteile der verschiedenen Methoden (siehe Kasten) und leiten auf dieser Basis eine Liste von Empfehlungen ab. «So können wir hoffentlich bald die Belastung von Böden besser bestimmen und einen ersten Schritt machen, um das Risiko von PSM für Bodenorganismen und Pflanzen zu verringern», sagt Mireia Marti.

Kontakt: Mireia Marti mireia.marti@oekotoxzentrum.ch,  
Gilda Dell'Ambrogio gilda.dellambrogio@centreecotox.ch

gesetzt wird, da sie auf demselben Technischen Leitfaden der EU beruht. Sie wurde ursprünglich für die Risikobewertung in Gewässern entwickelt und später für die Risikobewertung in Böden angepasst. Eine ihrer Hauptstärken ist ihre Flexibilität. So wird die Verfügbarkeit und Anzahl der Toxizitätsdaten bei der Methode zur Extrapolation berücksichtigt und auf unterschiedliche Bodenarten eingegangen. Sekundärvergiftungen werden berücksichtigt.

Die Methode aus den **Niederlanden** beruht auf demselben Technischen Leitfaden der EU wie die oben beschriebene Methode der ECHA. Daher gelten die erwähnten Vorteile auch für diese Methode.

In der Methode aus **Kanada** wird wie bei der Methode aus den Niederlanden die Menge der verfügbaren Toxizitätsdaten in der Methode zur Datenextrapolation berücksichtigt. Es wird zudem zwischen verschiedenen Arten der Landnutzung unterschieden. Es ist allerdings nicht möglich, verschiedene Bodentypen zu berücksichtigen. Die Methode zur Berücksichtigung von Sekundärvergiftungen ist komplex.

Die Methode der **Umweltschutzbehörde der USA (US EPA)** ist einfach anzuwenden und lässt die Berücksichtigung aller Arten von Toxizitätstests für Bodenorganismen und Pflanzen zu. Die Menge der verfügbaren Toxizitätsdaten, die Bodeneigenschaften und Mikroorganismen werden nicht berücksichtigt.

Die Methode aus **Australien** berücksichtigt die spezifische Landnutzung, die vorhandene Datenmenge und Sekundärvergiftungen. Der Schutz der Bodenorganismen wird geringer gewichtet als der Schutz der Pflanzen.

# Oekotoxzentrum als Partner in EU-Gremien

**Das Oekotoxzentrum setzt sein Expertenwissen für den Gewässerschutz in Europa ein, indem es in verschiedenen wichtigen EU-Gremien mitarbeitet. So unterstützt es die technische Zusammenarbeit der Schweiz mit der EU im Bereich Ökotoxikologie.**

Die Wasserrahmenrichtlinie der EU setzt den rechtlichen Rahmen für den Gewässerschutz in Europa. Eines ihrer Hauptziele ist die Erreichung eines «guten chemischen Zustands» aller Oberflächengewässer in den 27 Mitgliedstaaten. Dieser gute chemische Zustand wird durch die Einhaltung der Umweltqualitätsnormen (EQS = environmental quality standards) definiert, verbindlicher Schwellenwerte zum Schutz der Wasserökosysteme und der menschlichen Gesundheit. Diese Werte werden für alle prioritären Substanzen bestimmt: also diejenigen Stoffe, die für Mensch und Umwelt als besonders gefährlich gelten. Im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU) ist das Oekotoxzentrum in verschiedenen Arbeitsgruppen vertreten, die diese EQS bestimmen, überprüfen und aktualisieren.

## **23 neue EU-Grenzwerte in der Pipeline**

Die Liste der prioritären Substanzen enthält momentan 45 Substanzen. Die Working Group Chemicals überprüft alle paar Jahre, ob die Liste ergänzt werden muss, ob es aktuellere EQS-Werte für bereits bestehende prioritäre Substanzen braucht und ob Substanzen von der Liste gestrichen werden können – zusammen mit dem BAFU arbeitet das Oekotoxzentrum hier aktiv mit. Andere Arbeitsgruppen unter der Führung des EU Joint Research Centres bestimmen momentan EQS-Werte für 23 Substanzen, die neu in die Liste der prioritären Stoffe aufgenommen werden sollen – auch in diesen Arbeitsgruppen ist das Oekotoxzentrum aktiv.

Bei den Stoffen handelt es sich um drei Östrogene (Estron, 17  $\beta$ -Estradiol und Ethinylestradiol), drei Antibiotika (Azithromycin, Clarithromycin und Erythromycin), zwei Schmerzmittel (Diclofenac und Ibuprofen) ein Antiepileptikum (Carbamazepin) und 12 Pestizide, darunter die Neonikotinoid-Insektizide Acetamiprid, Clothianidin, Imidacloprid, Thiacloprid und Thiamethoxam, die Pyrethroid-Insektizide Bifenthrin, Deltamethrin, Esfenvalerate und Permethrin,

die Herbizide Glyphosat und Nicosulfuron sowie das Biozid Triclosan. Weitere Stoffe sind die Industriechemikalie Bisphenol A sowie Silber. Auch für die Gruppe der perfluorierten Substanzen (PFAS) wird ein neuer Summengrenzwert bestimmt. So trägt das Oekotoxzentrum dazu bei, dass in der EU harmonische und breit abgestützte Grenzwerte erarbeitet werden, die auch der Schweiz nützlich sind. Das Oekotoxzentrum hat für viele dieser Substanzen in den vergangenen Jahren bereits selbst EQS erarbeitet.

## **Höhere Effizienz durch Onlinesitzungen**

«Die EQS werden auf Basis von ökotoxikologischen Studien für die jeweilige Substanz bestimmt», sagt Marion Junghans. Diese Studien bespricht die verantwortliche Arbeitsgruppe in Onlinesitzungen und legt zunächst fest, ob sie sich zur EQS-Herleitung eignen, das heisst ob sie verlässlich und relevant sind. Dann bestimmen die Arbeitsgruppenmitglieder auf dieser Basis den EQS. «Wir tauschen uns darüber aus, welche Methode geeignet ist, welche Unsicherheiten bestehen und welche Sicherheitsfaktoren verwendet werden sollten», erzählt Marion Junghans. Die finalen Berichte zu den EQS enthalten auch Daten zum Umweltvorkommen der jeweiligen Substanz in den Mitgliedsländern. «Durch die Coronapandemie wurde die Durchführung von Videokonferenzen viel einfacher, was den Austausch in diesen Arbeitsgruppen enorm gefördert hat», so Alexandra Kroll, die ebenfalls in den Arbeitsgruppen mitarbeitet. Die Reisen wurden weniger, die Sitzungen mehr.

## **Substanzpriorisierung im Norman-Netzwerk**

Das Oekotoxzentrum ist ausserdem Mitglied des Norman-Netzwerks (Network of reference laboratories for monitoring of emerging environmental pollutants). Dieses priorisiert auf EU-Ebene diejenigen Substanzen, die für die Umwelt möglicherweise ein Problem darstellen. Dazu werden die Ergebnisse zum Vorkommen in den Oberflächengewässern der EU in Datenbanken erfasst und mit Daten zur Toxizität der Substanzen für Umweltorganismen verglichen. Die Toxizitätsdaten werden ebenfalls in einer Datenbank erfasst, an deren Weiterentwicklung Marion Junghans mitarbeitet.

**Kontakt:** Marion Junghans [marion.junghans@oekotoxzentrum.ch](mailto:marion.junghans@oekotoxzentrum.ch)



# Kurzmeldungen aus dem Oekotoxzentrum



## Oekotoxzentrum im FLUX

Am 12. Juli 2021 ist das Oekotoxzentrum in Dübendorf in das neu erstellte FLUX-Gebäude auf dem Eawag-Campus umgezogen, wo es nun im E-Stock zu finden ist. Wir freuen uns über das grosszügige Platzangebot im hellen und energieeffizienten Neubau, der nur einen Sprung vom alten Standort entfernt ist.

Mehr Informationen zum Gebäude: [www.eawag.ch/de/ueberuns/nachhaltigkeit/nachhaltiges-bauen/flux/](http://www.eawag.ch/de/ueberuns/nachhaltigkeit/nachhaltiges-bauen/flux/)



## Weiterbildungskurse am Oekotoxzentrum 2022

Am 22. und 23. März 2022 veranstaltet das Oekotoxzentrum einen Kurs zur **Umweltrisikobewertung in Wasser, Sediment und Boden**. Der Kurs gibt eine Einführung in die Umweltrisikobewertung von relevanten Substanzen in diesen drei Kompartimenten. Dabei gehen die Organisatorinnen auf die unterschiedlichen regulatorischen Rahmen bei der prospektiven und der retrospektiven Risikobewertung ein. Schutzziele und die spezifische Berücksichtigung des Vorsorgeprinzips werden vorgestellt. Die Wissenschaftlerinnen geben ausserdem einen Ausblick auf die aktuellen Bestrebungen in der Schweiz und der EU, um die Risikobewertung zu verbessern. Auch das Thema Risikokommunikation wird angesprochen, das in Diskussionen mit der Gesellschaft immer wichtiger wird.

Am 25. Oktober 2022 findet der englischsprachige Kurs **Online-Biomonitoring and In Situ-Bioassays** statt, der einen Überblick über die Verwendung dieser Techniken zur Überwachung der Qualität von Wasser, Boden und Sedimenten gibt. Online-Biomonitoring wird angewendet, um die Wasserqualität mit Hilfe von Wasserorganismen als Indikatoren kontinuierlich zu überwachen und so Einblicke in die Dynamik von kurzzeitigen Belastungen zu geben. Bisher wurde die Methode vor allem für die Bewertung von Trinkwasser und Oberflächenwasser etabliert; eine Anwendung für Abwasser wird derzeit geprüft. Bei In-situ-Biotests werden die Organismen direkt in ihrer natürlichen Umgebung ausgesetzt (z. B. in Käfigen) und ihre Reaktion auf Belastungen verfolgt. Diese Technik ist für verschiedene Umweltkompartimente wie Wasser, Sediment und Boden geeignet. Für beide Techniken werden Fallstudien vorgestellt und Perspektiven für eine Anwendung in der Regulierung gegeben.

[www.oekotoxzentrum.ch/expertenservice/weiterbildungsangebot/](http://www.oekotoxzentrum.ch/expertenservice/weiterbildungsangebot/)



## Neuer Bodenökotoxikologe am Oekotoxzentrum

Mathieu Renaud hat im Juni als neuer wissenschaftlicher Mitarbeiter für Bodenökotoxikologe am Oekotoxzentrum in Lausanne begonnen. Willkommen, Mathieu!

Mathieu Renaud hat an der Universität Madeira in Funchal in Portugal Biologie studiert und sein Masterstudium in Coimbra absolviert. Anschliessend hat er an der Universität Coimbra in Portugal über die ökologische Relevanz der Effekte von Metallmischungen in Böden promoviert. Nachdem Mathieu für seine Doktorarbeit einige Jahre in Kanada an der Universität Saskatchewan gearbeitet hat, ist er nun froh, wieder in Europa zu sein. «Ich freue mich darauf, die Schweiz zu erkunden und mein Französisch im Alltag verwenden zu können», sagt Mathieu, der Doppelbürger von Portugal und Frankreich ist. Auch die angewandte Ausrichtung des Oekotoxzentrums schätzt er sehr und möchte die Methoden, die er in seiner Forschung kennengelernt hat, nun für die Risikobewertung von Böden in der Schweiz einsetzen.



### Women in Regulatory Toxicology

Zusammen mit Marlene Ågerstrand, Anna Beronius und Olwenn Martin ist Marion Junghans Herausgeberin eines Sonderbands zum Thema «Women in Regulatory Toxicology». In diesem Sonderband richten die Herausgeberinnen ihren Fokus auf das Thema Gleichstellung in den Naturwissenschaften. Laut UNESCO-Erhebungen der letzten Jahre sind Frauen in der Wissenschaft prozentual unterrepräsentiert. Dabei gibt es starke Unterschiede zwischen den verschiedenen Ländern, und der Frauenanteil nimmt jeweils mit zunehmender Karrierestufe ab. Gleichstellung ist eines von 17 Nachhaltigkeitszielen der Vereinten Nationen. Der Sonderband wird bei der Fachzeitschrift «Frontiers in Toxicology» erscheinen. Forschende aus dem Bereich regulatorische Toxikologie sind eingeladen, ein Manuskript zu diesem Thema einzureichen. Um zu gewährleisten, dass im Band Forscherinnen und Forscher gleichermaßen repräsentiert sind, sollte entweder die Hauptautorin oder die Senior Autorin der Studie weiblich sein.

[www.frontiersin.org/research-topics/24918/women-in-regulatory-toxicology-2021](http://www.frontiersin.org/research-topics/24918/women-in-regulatory-toxicology-2021)



### Projekt zu Nagergiften

Rodentizide sind chemische Stoffe, die eingesetzt werden, um Schadinager wie Mäuse und Ratten zu bekämpfen. Meist handelt es sich dabei um Köder, die Wirkstoffe enthalten, die die Blutgerinnung hemmen: Man spricht auch von Antikoagulanzen. Diese Antikoagulanzen sind hochgiftig für Mensch und Tier, in der Umwelt teilweise schlecht abbaubar und können sich in Lebewesen anreichern. Daher bringen sie ein hohes Gefährdungspotential für Räuber, die Nagetiere fressen, mit sich – besonders gefährdet sind Greifvögel und Füchse. Bis jetzt gibt es noch keine Daten zur Belastungssituation in der Schweiz mit Antikoagulanzen. Da auch ein hohes Risiko für Kinder und Nichtzieltiere besteht, die die Köder versehentlich verschlucken können, werden die Stoffe hauptsächlich von professionellen Schädlingsbekämpfern eingesetzt, unter anderem in der Kanalisation und in der Landwirtschaft. In einem neuen Projekt erhebt das Oekotoxzentrum Daten zur Verwendung von Antikoagulanzen in der Schweiz. Ausserdem etabliert es eine analytische Methode, um die Stoffe im Wasser und in Organismen nachweisen zu können. Die Methode wird anschliessend dazu verwendet, die Umweltbelastung in der Schweiz grob abzuschätzen. Auftraggeber der Studie ist das Bundesamt für Umwelt.

Kontakt: Carolin Riegraf [carolin.riegraf@oekotoxzentrum.ch](mailto:carolin.riegraf@oekotoxzentrum.ch)



### Überwachung der Wasserqualität der Chamberonne

Die Chamberonne, die im Osten Lausannes in den Genfersee mündet, soll in den nächsten Jahren renaturiert werden. Das Oekotoxzentrum trägt hier dazu bei, die ökotoxikologische Wasserqualität des Flusses vor der Renaturierung zu beurteilen. Für die Bestimmung des Referenzzustands untersucht es Wasser- und Sedimentproben von 10 Standorten mit einer Batterie von standardisierten Biotests. Bei den Sedimentproben werden Tests mit Muschelkrebse und mit Nematoden verwendet. Ausserdem wird der Oligochaetenindex eingesetzt, der die Sedimentqualität auf Basis der Oligochaeten-Gemeinschaft bewertet. Die Qualität der Wasserproben wird mit dem kombinierten Algentest zum Nachweis von Herbiziden untersucht und mit dem Zelltest ER-CALUX zum Nachweis östrogenen Substanzen. Die biologische Wasser- und Sedimentqualität dienen als Referenzzustand, um den Effekt der Renaturierung zu erfassen.

Kontakt: Carmen Casado-Martinez [carmen.casado@centreecotox.ch](mailto:carmen.casado@centreecotox.ch)

## **Pestizidgemische für Bienen toxischer als angenommen**

Umweltorganismen sind in der Landwirtschaft nicht nur einzelnen Pestiziden ausgesetzt, sondern einer Substanzmischung. Um die Wechselwirkung zwischen den verschiedenen Stoffen und anderen Stressfaktoren zu bestimmen, haben britische Forschende die Effektdaten von insgesamt 90 Studien untersucht, die solche Mischungseffekte betrachten. Das Resultat: Einzelne Pestizide addieren sich nicht nur in ihrer toxischen Wirkung auf Bienen, sondern sie verstärken gar die Wirkung der anderen Substanzen. Dies bedeutet, dass Konzepte zur Risikobewertung, die nur eine Additivität der Pestizide annehmen, die Gesamteffekte auf die Bienensterblichkeit unterschätzen. Dies ist zum Beispiel bei Pestizidzulassung der Fall.

Siviter, H. et al. (2021) Agrochemicals interact synergistically to increase bee mortality. *Nature* <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03787-7>

## **Regenwasser als wichtige Quelle für Mikroplastik**

Eine neue Studie aus dem USA zeigt, dass abfliessendes Regenwasser ein bedeutender Eintragspfad für Mikroplastik in die Umwelt ist. Die Forschenden untersuchten den städtischen Regenwasserabfluss aus 12 Wassereinzugsgebieten. Alle Proben enthielten Mikroplastikkonzentrationen, die deutlich über denen im Ausfluss von Abwasserreinigungsanlagen lagen. Am häufigsten waren Fasern und schwarze Gummifragmente, die vermutlich aus Reifenabrieb stammen. Zu Reinigung des Regenwassers können Bioententionsanlagen eingesetzt werden, in denen das Regenwasser versickert wird.

Werbowski, L. et al. (2021) Urban Stormwater Runoff: A Major Pathway for Anthropogenic Particles, Black Rubbery Fragments, and Other Types of Microplastics to Urban Receiving Waters. *ACS Environmental Science and Technology Water* 2021, 1, 1420–1428

## **Immer weniger Insekten und Insektenarten in der Schweiz**

Die Situation der Insekten ist besorgniserregend, schreiben Forschende im ersten Zustandsbericht zur Insektenvielfalt in der Schweiz. Die Vielfalt und Grösse der Insektenbestände hat vor allem im Mittelland stark abgenommen, aber auch im Jura und in den Alpen. Dies ergibt sich aus einer Analyse der Daten der Roten Listen, von Monitoringprogrammen und Studien. Fast 60 % der untersuchten Arten sind gefährdet oder potenziell gefährdet, besonders betrifft dies Insekten an Gewässern und in Feucht- oder Landwirtschaftsgebieten. Zu den Ursachen für den Insektentrückgang zählen der andauernde Verlust an Lebensräumen

und der Qualitätsrückgang der verbliebenen Räume durch Überdüngung, Pestizide und Lichtverschmutzung. Die Forschenden schlagen Massnahmen vor, um die Insektenvielfalt in der Schweiz zu bewahren.

Widmer I. et al. (2021) Insektenvielfalt in der Schweiz: Bedeutung, Trends, Handlungsoptionen. *Swiss Academies Reports* 16 (9) [https://scnat.ch/en/uuid/i/0ffab3f6-5259-51df-a67b-6a04cc8def23-Insektenvielfalt\\_in\\_der\\_Schweiz](https://scnat.ch/en/uuid/i/0ffab3f6-5259-51df-a67b-6a04cc8def23-Insektenvielfalt_in_der_Schweiz)

## **Europäische Adler und Geier mit Blei belastet**

Adler und Geier in den Gebirgen Frankreichs, Österreichs, der Schweiz und Italiens sind stark mit Blei belastet, wie eine neue Studie zeigt. Eine Analyse der Gewebeproben von vier Adler- und Geierarten ergab, dass fast die Hälfte der Proben mehr Blei enthielt als die erwarteten Hintergrundkonzentrationen. Mehr als ein Viertel der Tiere gilt als klinisch vergiftet; besonders betroffen sind Steinadler und Gänsegeier. Die Daten deuten darauf hin, dass Jagdmunition eine der Hauptquellen für das Blei darstellt. Daher fordern die Forschenden, alle Jagdmunition auf der Basis von Blei zu verbieten, um die Vögel vor möglichen toxischen Auswirkungen zu schützen.

Bassi, E. et al. (2021). Lead contamination in tissues of large avian scavengers in southcentral Europe. *Science of The Total Environment*, 778: 146130.

## **Hohe Toxizität von Mecoprop-P für zweikeimblättrige Wasserpflanzen**

Mecoprop-P ist ein Herbizid, das gegen zweikeimblättrige Unkrautpflanzen eingesetzt wird und auch auf Flachdächern Anwendung findet. Bis jetzt fehlten Daten zur Toxizität von Mecoprop-P für zweikeimblättrige Wasserpflanzen. Eine neue Studie zeigt, dass diese sehr viel empfindlicher auf Mecoprop-P reagieren als die einkieimblättrigen Wasserlinsen, die bisher für die Risikobewertung verwendet wurden. Werden die neuen Daten für die Risikobewertung berücksichtigt, so verringert dies die Qualitätskriterien für Mecoprop-P um zwei Grössenordnungen. Die Daten sollten auch bei der Zulassung des Herbizids in Zukunft berücksichtigt werden. Ausserdem sollte die Verwendung von Mecoprop-P in Flachdachfolien neu reguliert werden, da der Stoff von dort durch Ausspülung in die Umwelt gelangt.

Périllon, C. et al. (2021) The auxin herbicide mecoprop-P in new light: Filling the data gap for dicotyledonous macrophytes. *Environmental Pollution* 272: 116405

### **Impressum**

**Herausgeber:** Oekotoxzentrum

Eawag EPFL-ENAC-IIE-GE  
Überlandstrasse 133 Station 2  
8600 Dübendorf 1015 Lausanne  
Schweiz Schweiz  
Tel. +41 58 765 5562 Tel. +41 21 693 6258  
Fax +41 58 765 5863 Fax +41 21 693 8035  
[www.oekotoxzentrum.ch](http://www.oekotoxzentrum.ch) [www.centrecotox.ch](http://www.centrecotox.ch)

**Redaktion:** Anke Schäfer, Oekotoxzentrum

**Copyright:** © Die Texte und die nicht anders markierten Fotos unterliegen der Creative-Commons-Lizenz «Namensnennung 4.0 International». Sie dürfen unter Angabe der Quelle frei vervielfältigt, verbreitet und verändert werden. Weitere Informationen zur Lizenz finden Sie unter <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

**Fotos:** Oekotoxzentrum, Thibault Masset, EPFL (S. 4,5), Eawag (S. 7), Adobe Stock (S. 9, 11)

**Erscheinungsweise:** zweimal jährlich

**Gestaltungskonzept, Satz und Layout:** visu' l AG identity, Bern

**Druck:** Mattenbach AG, Winterthur

**Gedruckt:** auf Recyclingpapier

**Abonnement und Adressänderung:** Neuabonnentinnen und Neuabonnenten willkommen, [info@oekotoxzentrum.ch](mailto:info@oekotoxzentrum.ch)