

oekotoxzentrum news

25. Ausgabe November 2022

Schweizerisches Zentrum für angewandte Ökotoxikologie



Zuckmücken messen
Schwebstoffqualität im
Genfersee S. 3

Nagergifte in Schweizer
Wildtieren S. 4

Reifenabrieb – toxisch
für Fische? S. 6

Neue EU-Richtlinien für das
Sedimentmanagement S. 8

Zeitsprung in die Vergangenheit



Dr. Benoît Ferrari,
Leiter des Oekotoxenzentrums

Wir leben im Jahr 2022 und es ist genau 60 Jahre her, dass die Biologin Rachel Carson mit ihrem Buch «Der stumme Frühling – Silent Spring» Alarm für den Naturschutz schlug. Bereits in den späten 1950er Jahren beschäftigte sich Rachel Carson mit dem Schutz unserer Umwelt und den Problemen, die durch synthetische Pestizide verursacht werden. Dies führte sie zur Veröffentlichung ihres Buches. In diesem dokumentiert Rachel Carson, wie der unkontrollierte Einsatz von Pestiziden zu Todesfällen bei Tieren und Menschen führen kann. Insbesondere klagt sie die damals als harmlos geltende Substanz Dichlordiphenyltrichlorethan an, besser bekannt als DDT: Dies wegen ihres Potenzials zur Biomagnifikation – DDT reichert sich entlang der Nahrungskette an – sowie wegen ihrer krebserregenden und reproduktionstoxischen Wirkung – DDT verhindert die erfolgreiche Fortpflanzung von Vögeln durch eine Verdünnung der Eierschalen.

Die Auswirkungen von Rachel Carsons Buch auf die Gesellschaft waren überwältigend: Sie waren für einen Umschwung in der Politik der USA verantwortlich, der dazu führte, dass die Verwendung von DDT und anderen synthetischen Bioziden schliesslich verboten wurde und die Abgeordneten für derartige Substanzen neue Gesetze erliessen. Das Buch wurde über die Grenzen der USA

hinaus bekannt. Fast ein Jahrzehnt später trug es dazu bei, die moderne Umweltbewegung in der westlichen Welt ins Rollen zu bringen. Ausserdem spielte es eine entscheidende Rolle bei der Entstehung einer neuen Disziplin: der Ökotoxikologie.

Raphel Carson schrieb: «Wenn wir auf so vertrautem Fuss mit diesen chemischen Stoffen zu leben gedenken [...] sollten wir wohl etwas von ihrer Natur und ihrer Wirkungsweise wissen». Dieser Satz ist eine Warnung. Er möchte uns dazu zu bringen, alle Mittel einzusetzen, um das Risiko zu bewerten, das von Chemikalien ausgeht. Und zwar sowohl bevor diese auf den Markt kommen als auch danach, wenn sie in die Umwelt gelangen. Rachel Carsons Aussage ist heute noch relevanter und sozusagen prophetisch. So wurde 2022 die planetare Grenze für den Eintrag neuartiger Substanzen überschritten (siehe Editorial Mai 2022) und die Biodiversität verringerte sich weiter.

Natürlich wurden inzwischen viele Fortschritte erzielt: in der Politik, bei der prospektiven und retrospektiven Bewertung der Umweltrisiken von Chemikalien, bei Ansätzen für ein integriertes Ökosystem-Management und bei der Entwicklung innovativer chemischer, ökotoxikologischer und ökologischer Beurteilungsmethoden. Doch es gibt es immer noch viele Herausforderungen zu bewältigen. Eine dieser Herausforderungen – und zwar nicht die kleinste – ist Zeit! Der Blick in die Geschichte zeigt uns, wie langsam es geht, wissenschaftliche

Erkenntnisse in Vorschriften umzusetzen oder Entscheidungen zum Schutz von Gesundheit und Umwelt zu beschleunigen. In Europa beispielsweise besteht ein krasser Gegensatz zwischen den wenigen Wochen, die Unternehmen für einen Marktzugang benötigen, und den Jahren oder gar Jahrzehnten, die Behörden brauchen, um Chemikalien einzuschränken, die für Mensch oder Umwelt schädlich sind.

Würde Rachel Carson in unserer Zeit leben und ihr Buch neu schreiben, welche Beispiele würde sie wohl verwenden? In dieser Ausgabe erfahren Sie mehr über einige dieser neuartigen Substanzen wie z. B. Rodentizide, UV-Filter oder Reifenpartikel. Ausserdem finden Sie Informationen darüber, was notwendig ist, um Sedimente in Europa integriert zu managen und so einen guten Zustand der Gewässer zu erreichen. Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre!

Titelbild: Das Oekotoxzentrum hat die Forschungsplattform LÉXPLORE im Genfersee genutzt, um dort Schwebstoffe zu sammeln und deren Qualität zu untersuchen. Foto: Rébecca Beauvais, Oekotoxzentrum

Zuckmücken messen Schwebstoffqualität im Genfersee

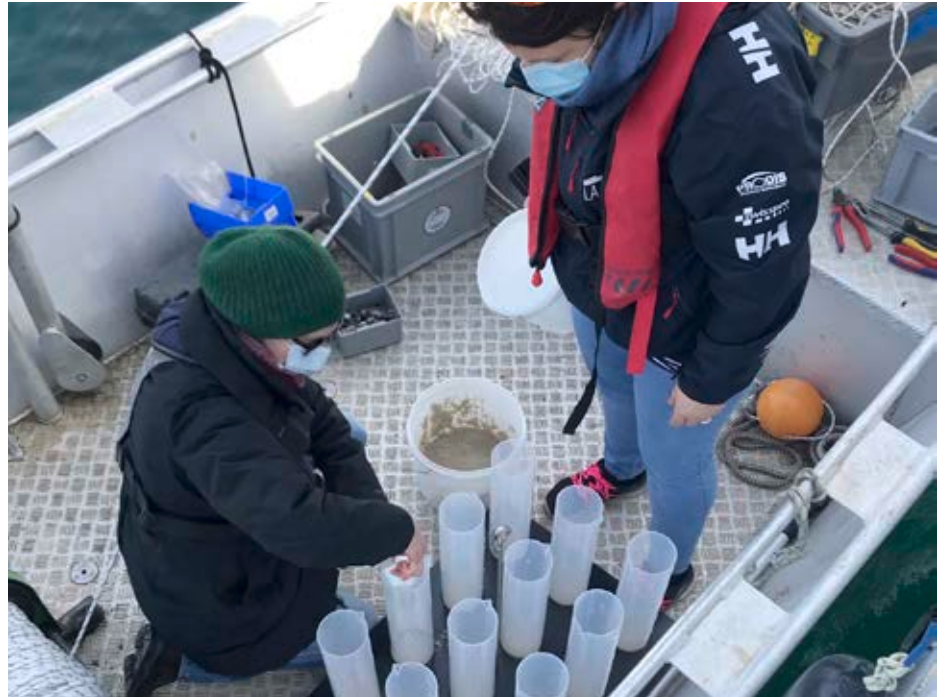
Die Kombination aus Biotests und Biomarkern von Zuckmücken ist eine gute Methode, um die Qualität von Schwebstoffen zu messen. Eine Anwendung im Genfersee hat gezeigt, dass sich die Schwebstoffqualität dort im Jahresverlauf verändert. Die Partikel können die Gesundheit von Zuckmückenlarven beeinträchtigen.

Seit 2019 gibt es auf dem Genfersee die schwimmende Forschungsstation LÉXPLORE, auf der Forschende unterschiedlichster Disziplinen Daten zum Genfersee sammeln. Auch das Oekotoxzentrum hat diese Anlage genutzt und dort 2021 die Qualität der Schwebstoffe untersucht. Schwebstoffe stehen mit den gelösten Stoffen im Wasser in Wechselwirkung, reichern diese an und transportieren sie – so stellen die Partikel eine wichtige Schnittstelle zwischen Wasser und Sedimenten dar. Im Gegensatz zu Sedimenten reagieren Schwebstoffe sehr dynamisch und können kurzzeitige Schwankungen sichtbar machen. Das Oekotoxzentrum hat mehrere Monate lang Schwebstoffe gesammelt und untersucht, welchen Effekt die Schwebstoffqualität auf Zuckmücken hat.

Zuckmücken sind Schlüsselorganismen der Gewässerböden

Die Forschenden sammelten Schwebstoffe einmal von Februar bis Juli (Saison 1) und anschliessend von Juli bis November (Saison 2). Diese Schwebstoffe wurden chemisch analysiert und ihre Wirkung auf das Wachstum und den Schlupferfolg von Zuckmückenlarven gemessen; ausserdem wurden Effekte auf die Genexpression der Tiere mit Biomarkern untersucht. Zuckmücken sind Schlüsselorganismen der Gewässerböden und besonders geeignet für Studien zur Bioverfügbarkeit von sedimentgebundenen Chemikalien, ihrer Toxizität oder ihrem Transfer in der Nahrungskette.

Die chemische Analyse mittels Non-Target-Screening zeigte, dass die Schwebstoffe mehr als 1000 Substanzen enthielten – davon 197, die von menschlichen Aktivitäten stammten. Einen grossen Anteil dieser Stoffe fanden die Forschenden jedoch in beiden Schwebstoffproben. Dies könnte auf eine diffuse Belastung hindeuten. «Die meisten Stoffe, die wir hier gefunden haben, kamen für uns nicht unerwartet»,



Rébecca Beauvais und Christina Thiemann bereiten Schwebstofffallen vor, um sie zur Probenahme im Genfersee zu versenken.

sagt Projektverantwortliche Rébecca Beauvais. Darunter waren zum Beispiel Haushaltschemikalien, per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS) oder chemische Verbindungen aus dem Strassenverkehr. «Die Ergebnisse müssen aber noch durch gezielte quantitative Analysen bestätigt werden», so Rébecca Beauvais.

Schädliche Effekte auf Schlupferfolg der Tiere

Wurden die Schwebstoffe aus Saison 2 mit Zuckmückenlarven zusammengebracht, so schafften signifikant weniger Tiere die Umwandlung zum erwachsenen Tier als in der Kontrollgruppe. Dagegen hatten die Partikel aus Saison 1 keinen signifikanten Effekt. Um die Ergebnisse zu bestätigen, untersuchten die Forschenden die Wirkung der Schwebstoffe auf Muschelkrebse. Auch diese Experimente zeigten, dass die Schwebstoffe aus Saison 2 toxischer waren als diejenigen aus Saison 1. Ein Unterschied zwischen den beiden Schwebstoffproben lag im Quecksilbergehalt: Dieser war in Saison 1 mehr als doppelt so hoch wie in Saison 2. «Die Konzentrationen lagen jedoch unterhalb dem Sediment-Qualitätskriterium für Quecksilber, so dass Quecksilber nicht für die beobachtete Toxizität verantwortlich sein kann», erklärt Rébecca Beauvais.

Die Forschenden betrachteten ausserdem als Biomarker Gene, die an verschiedenen Stoffwechselprozessen beteiligt sind, wie zum Beispiel der Entgiftung, der Hormonsteuerung und dem Immunsystem. Die Genexpression wird über die Bildung der Messenger-RNA gemessen. So lassen sich Effekte feststellen, die eine Stressantwort auslösen und dadurch den Organismus langfristig schädigen können. Die Exposition mit Schwebstoffen beeinflusste die Expression von 18 Genen. Während in Saison 2 hauptsächlich Gene betroffen waren, die auf den Hormonstoffwechsel oder die Entgiftung wirken, waren es Saison 1 hauptsächlich solche, die für das Immunsystem und zellulären Stress verantwortlich sind.

Vielversprechende Diagnostikmethode

Insgesamt hat diese Studie gezeigt, wie nützlich die Verwendung von Zuckmücken für die Diagnose der Schwebstoffqualität ist. Biomarker sind in Verbindung mit Biotests im Labor oder im Feld eine vielversprechende Methode, um Effekte empfindlich und frühzeitig zu erkennen und so die Qualität von Oberflächengewässern zu bewerten.

Kontakt: Rébecca Beauvais,
rebecca.beauvais@centrecotox.ch

Nagergifte in Schweizer Wildtieren

Greifvögel und Füchse in der Schweiz sind mit hochtoxischen Nagergiften belastet: Dies zeigen erste Messungen des Oekotoxizentrums. Die Wirkstoffe, die zur Bekämpfung der Schädlinge eingesetzt werden, sind schwer abbaubar und reichern sich in der Nahrungskette an.

Mit ihren Knopfaugen und dem wuscheligen Fell sehen Mäuse niedlich und harmlos aus. Trotzdem können wir uns nicht ungegrübt an ihnen freuen: Nagetiere – zu denen auch die Ratten und Wühlmäuse gehören – verursachen nämlich weltweit grosse Schäden an Menschen und Materialien. Besonders wohl fühlen sich die Tiere in der Kanalisation, Kompost- und Müllablagerungen und auch in Lebensmittellagern. Auf ihren Streifzügen kommen die Tiere ständig mit vielen Krankheitserregern in Kontakt. Diese können sie über ihren Urin und Kot auf Nahrungsmittel und auf andere Tiere und Menschen übertragen, so dass sie als Hygieneschädlinge gelten. Durch ihren Nagetrieb beschädigen die Tiere Isolierungen, Baumaterial und elektrische Kabel. Ausserdem verursachen Wühlmäuse Schäden in der Landwirtschaft und beeinträchtigen die Produktion von Tierfutter. Um diese nachteiligen Wirkungen zu vermeiden, werden häufig chemische Bekämpfungsmittel gegen die Tiere eingesetzt, sogenannte Rodentizide.

Blutgerinnung wird gehemmt

Die meisten Rodentizide, die in der Schweiz verwendet werden, verhindern die Regeneration von Vitamin K und hemmen so die Blutgerinnung; man spricht auch von Antikoagulanzen. Der Tod der Tiere wird dabei durch unkontrollierte innere und äussere Blutungen ausgelöst, die durch eine erhöhte Durchlässigkeit der Blutgefässe und den Verlust der Gerinnungsfähigkeit des Blutes verursacht werden. Die Wirkung tritt langsam ein und die Nager sterben erst mehrere Tage nach Aufnahme des Gifts. Das ist

wichtig, da so verhindert wird, dass die intelligenten Tiere die Frassköder meiden, über die das Gift ausgebracht wird. Antikoagulanzen wirken aber nicht nur auf Nager, sondern auf alle Wirbeltiere. Dies stellt eine Gefahr für andere Organismen dar, die unbeabsichtigt mit dem Gift in Kontakt kommen.

Insgesamt sind in der Schweiz acht verschiedene gerinnungshemmenden Rodentizide zugelassen (AR, Antikoagulanzen-Rodentizide) zugelassen. Alle zeichnen sich durch eine geringe Wasserlöslichkeit, starke Adsorption an organische Substanz, hohe Fettlöslichkeit und ein hohes Potential zur Bioakkumulation aus. «Diese Eigenschaften prädestinieren die Stoffe geradezu dazu, sich in der Nahrungskette anzureichern», sagt Etienne Vermeirssen. «So könnten sie besonders für Tiere an der Spitze der Nahrungskette ein Problem darstellen.»

Übertragung durch Nahrungskette

Eingesetzt werden AR hauptsächlich in der Tierhaltung, der Kanalisation, der Lebensmittelindustrie sowie allgemein in städtischen Gebieten. Da die Stoffe sehr giftig sind, werden sie meist durch professionelle Schädlingsbekämpfer ausgebracht, aber auch durch Agrarunternehmen, lokale Behörden und Private. Zum Schutz von Nichtzielorganismen werden häufig spezielle, auf die Zielarten abgestimmte Köderstationen verwendet, um den Zugang durch andere Tiere zu verringern. Diese können die Stoffe jedoch auch durch das Fressen vergifteter Nager aufnehmen, so dass Tiere an der Spitze der Nahrungskette (sogenannte Top-Prädatoren wie Raubvögel und Füchse) besonders gefährdet sind. In ihren Körpern könnten sich die AR durch Adsorption an die organische Substanz anreichern. Aber auch eine Exposition über den Kontakt mit den Ködern oder über Run-off aus der Landwirtschaft oder der Kanalisation ist möglich.



Nagetiere sind Hygieneschädlinge und verursachen Schäden an Menschen und Materialien.

Nachweis in allen Ländern

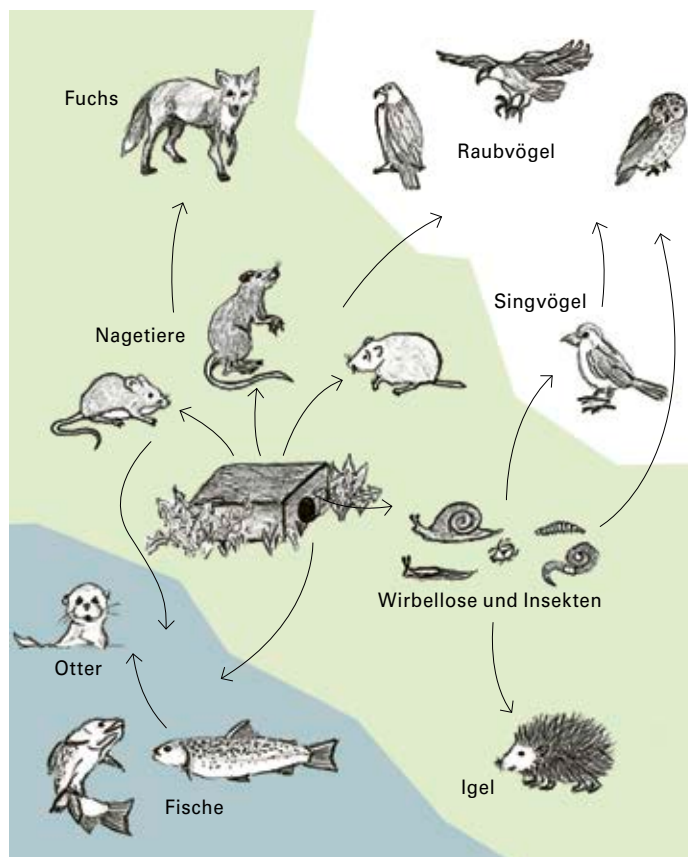
In den Nachbarländern der Schweiz wurden AR bereits in zahlreichen Wildtieren nachgewiesen. Darunter waren vor allem Tiere an der Spitze der Nahrungskette wie Füchse, Greifvögel und Otter, aber auch Insekten und Schnecken. Obwohl AR auch in der Schweiz angewendet werden, gab es bis jetzt noch keine Studie zum Auftreten der Substanzen in der Umwelt. Allerdings sind Vergiftungsfälle von Wild- und Haustieren bekannt, beispielsweise aufgrund unsachgemässer Auslegung von Ködern. Um herauszufinden, ob die Stoffe in der Schweiz ein Problem darstellen könnten, hat das Oekotoxzentrum ihre Konzentration in der Leber verschiedener Top-Prädatoren und auch von Igel und Fischen untersucht. Für das Monitoring sind Füchse, Greifvögel und Eulen besonders relevant, da sie Nagetiere fressen und auch Aas nicht verschmähen, so dass sie vergiftete Tiere verzehren können. Das Auftreten von AR in Wasserökosystemen kann anhand der Belastung von Fischen untersucht werden. Auftraggeber der Studie war das Bundesamt für Umwelt, welches für die Umweltrisikobeurteilung von Bioziden und PSM zuständig ist und mit dieser Studie mehr über Verwendungen von AR in der Schweiz und die möglichen Risiken für die Umwelt erfahren wollte.

Das Oekotoxzentrum untersuchte insgesamt 25 Füchse, 21 Raubvögel (18 Mäusebussarde, 2 Waldkauze und einen Turmfalke), vier Igel und 41 Fische, die von der Universität Zürich und verschiedenen Wildtierzentren zur Verfügung gestellt worden waren. Die Tiere waren entweder für eine Studie zur Parasitenbelastung erlegt worden (Füchse), in Tierauffangstationen gestorben (Vögel, Igel) oder von Fischereiaufsehern oder Hobbyfischern gefangen worden (Fische). Die Leber der Tiere wurde homogenisiert, extrahiert und sieben der AR mit Hilfe einer Kopplung von Flüssigchromatographie und Massenspektrometrie (LC-MS/MS) nachgewiesen. «Die Nachweismethode mussten wir zunächst entwickeln», sagt Etienne Vermeirssen.

Füchse und Greifvögel besonders gefährdet

In 92 % der untersuchten Füchse wurden bis zu 4 AR nachgewiesen, bei 24 % lag deren Konzentration über 100 ng/g: Diese Konzentration gilt als potentiell schädlich. Die höchste Konzentration, die in einem Fuchs gemessen wurde, lag bei 1100 ng/g. «Die mittlere Konzentration war bei älteren Füchsen mehr als 30 mal höher als bei jungen Füchsen», sagt Etienne Vermeirssen. «Das deutet darauf hin, dass sich die Stoffe im Lauf der Lebenszeit in den Tieren anreichern.»

Bei den Greifvögeln und Eulen wurden in 95 % der Tiere bis zu 4 AR nachgewiesen, bei 14 % der Vögel lag die Konzentration über 100 ng/g. Zwei der Mäusebussarde enthielten die AR in Konzentrationen über 400 ng/g. Alle vier Igelproben enthielten AR. Doch Igel fressen im Gegensatz zu Füchsen und Greifvögeln keine Nagetiere, können also nicht auf diesem Weg exponiert werden. «Auch wenn diese Stichprobe sehr klein ist, zeigt das, dass wir bei Wildtieren in städtischen Gebieten wohl mit einem allgemeinen Hintergrund von AR rechnen müssen», sagt Etienne Vermeirssen. Die Untersuchung der Fische deutet zudem auf eine weit verbreitete Kontamination der Gewässerorganismen mit AR hin, da die Stoffe in 73 % der Proben nachgewiesen werden konnten.



Nagergifte werden als Frassköder ausgebracht und von dort aus über die Nahrungskette verteilt (Zeichnung: Carolin Riegraf).

Fehlender Konsens zu Wirkkonzentrationen

Etienne Vermeirssen ist nicht überrascht. «Diese Werte liegen im gleichen Bereich wie das, was wir in den Nachbarländern der Schweiz gesehen haben», sagt Vermeirssen. Es sei sicher notwendig, hier näher hinzusehen. «Ein Problem ist, dass es bis jetzt keinen Konsens über akzeptable Schwellenkonzentrationen in der Leber der Tiere gibt», räumt er ein. Während eine Schwelle von 100 bis 200 ng/g als allgemein besorgniserregende Konzentration verwendet wird, sei für Vögel auch schon die wesentlich niedrigere Konzentration von 20 ng/g vorgeschlagen worden.

Grössere Monitoringstudie wäre sinnvoll

Als nächsten Schritt schlagen die Forschenden eine weitere Monitoringstudie vor, um die Anzahl der Proben und der untersuchten Regionen zu erweitern und die Beobachtungen aus der bestehenden Studie zu bestätigen. Für dieses Monitoring wäre es am besten, verfügbare Tierproben zu nutzen, die zum Beispiel durch Jagdaktivitäten und in Verbindung mit anderen Monitoringprogrammen anfallen. Eine fundiertere Bestandsaufnahme sollte es auch möglich machen, zeitliche Trends zu ermitteln, zumindest an ausgewählten Standorten. Würden in Zukunft Massnahmen oder veränderte Vorschriften für die Anwendung von AR erlassen, liesse sich so deren Wirksamkeit beurteilen.

Kontakt: Etienne Vermeirssen,
etienne.vermeirssen@oekotoxzentrum.ch

Reifenabrieb – toxisch für Fische?

Versuche mit Kiemenzellen und Darmzellen von Regenbogenforellen zeigen, dass die Konzentrationen an Reifenabrieb, die in der Umwelt gefunden werden, nicht akut toxisch für Fische sind. Die chronische Toxizität sollte aber weiter untersucht werden, genauso der Wirkmechanismus des giftigen Oxidationsprodukts 6PPD-Chinon.

Der Abrieb von Autoreifen ist eine wichtige Quelle für Kunststoffeinträge in die Umwelt: Laut einer Modellrechnung entstehen in der Schweiz jährlich 10600 Tonnen Reifenabrieb, von denen mehr als 8000 Tonnen tatsächlich in die Umwelt gelangen. Besonders in Kurven und an Ampeln fallen die kleinen Gummipartikel an, die vor allem aus einer Mischung aus Kautschuk, Russ sowie weiteren Stoffen wie Metallen und Weichmachern bestehen. Durch die Reibung und den Kontakt mit anderen Materialien an der Strassenoberfläche enthalten die Partikel ausserdem Asphalt, Bremspartikel, Metalle, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH) und andere organische Substanzen. Obwohl Reifenpartikel überall in der Umwelt vorhanden sind, wissen wir wenig über ihre potentielle Toxizität. Hier mehr zu erfahren ist das Ziel eines Gemeinschaftsprojekts von Oekotoxzentrum, Eawag und EPFL, das vom World Business Council for Sustainable Development finanziert wird.

Innovativer Test mit Fischzelllinien

Ein Teil des Reifenabriebs kann durch die Strassenreinigung und Abwasserbehandlung zurückgehalten werden. Oft gelangt dieser jedoch auch in Gewässer oder wird auf der Strassenböschung abgelagert. In Oberflächenabfluss wurden bereits Konzentrationen bis zu 100 mg/L Reifenabrieb gefunden, im Flusswasser waren es 4 mg/L. Doch können diese Partikel-Konzentrationen tatsächlich zu einer toxischen Wirkung führen? Um dies zu herauszufinden hat William Dufey – Postdoktorand in der Abteilung Umwelttoxikologie der Eawag – die Toxizität der Partikel auf Fische unter die Lupe genommen. Da die Zusammensetzung von Reifenabrieb sehr komplex ist, verwendete er Partikel aus der obersten Schicht von Reifen, um zunächst auf diejenigen Stoffe zu fokussieren, die aus den Reifen selbst stammen.

Für seine Untersuchungen setzte William nicht etwa lebende Organismen ein, sondern eine Zelllinie, die aus den Kiemen der Regenbogenforelle (RTgill-W1-Zelllinie) gewonnen wurde. Zelllinien sind Zellen einer einzigen Gewebeart, die sich in Nährmedium ausserhalb des Organismus vermehren lassen. Der Fischzelllinientest, der in dieser Untersuchung verwendet wurde, war von Eawag-Forscherin Kristin Schirmer in den letzten Jahren entwickelt worden und stellt weltweit die erste standardisierte Alternative zu Versuchen mit lebenden

Fischen dar. Inzwischen haben den Test nämlich sowohl die OECD als auch die ISO als neue Richtlinie anerkannt – seine Zuverlässigkeit wurde also auf Herz und Nieren überprüft. Der Fischzelllinientest kann sowohl für die Prüfung von Umweltproben als auch für die Produktentwicklung und die Chemikalienzulassung eingesetzt werden.

Kiemen und Darm als Zielorgane

«Kiemen haben eine sehr grosse Oberfläche und kommen als eines der ersten Organe mit einer Chemikalie in Kontakt – deswegen haben wir für die Fischzelllinie Kiemenzellen verwendet», sagt Kristin Schirmer. Wenn die Kiemenzellen durch eine Chemikalie geschädigt werden, so funktioniert im Fisch die Atmung wahrscheinlich nicht mehr optimal – und diese ist lebenswichtig. Die Lebensfähigkeit der Zellen nimmt dabei ab, was im Zelllinientest mit RTgill-W1 verfolgt wird. «Auf Basis der Fähigkeit einer Chemikalie, die Kiemenzellen zu schädigen, können wir also vorhersagen, wie die Chemikalie auf einen lebenden Fisch wirkt», erklärt Kristin Schirmer. Kontrollversuche haben gezeigt, dass die Toxizitätsdaten, die mit Hilfe der RTgill-W1 Zelllinie bestimmt werden, sehr gut mit Daten übereinstimmen, die mit ganzen Fischen gemessen wurden.

Zusätzlich zur Fischzelllinie aus Kiemen setzen die Forschenden auch eine Zelllinie aus Darmepithel ein, nämlich RTgutGC. «Diese Zelllinie zeigt uns, wie die Stoffe durch das Darmepithel aufgenommen werden», erklärt William Dufey. «Uns interessiert nämlich auch, was mit den Reifenpartikeln nach dem Verschlucken durch die Fische geschieht, also ob Stoffe desorbiert und ob die Partikel in Darmzellen aufgenommen werden.» An Stelle von echtem Reifenabrieb wurden Partikel aus der obersten Schicht von Pirelli®, Michelin®- und Bridgestone®-Reifen verwendet, die unter Stickstoffkühlung hergestellt worden waren. Die winzigen Teilchen waren zwischen 15 und 300 µm gross.

Verdauung und Alterung verändern Toxizität

Die Forschenden brachten die Fischzellen auf unterschiedliche Weise mit den Partikeln in Kontakt, um den Einfluss verschiedener Faktoren zu beurteilen. Ausser der Wirkung der unbehandelten Reifenpartikel



William Dufey untersucht die Wirkung von Reifenabrieb auf Fischzelllinien aus den Kiemen und dem Darm.



Mikroskopische Aufnahme von Zellen aus dem Fischdarm nach der Exposition gegenüber den Reifenpartikeln.

wurde auch die Wirkung des wässrigen Extrakts untersucht, um zu beurteilen, ob aus den Partikeln in der Umwelt giftige Chemikalien ausgewaschen werden. In einem anderen Versuchsansatz wurden die Partikel mit simulierter Magen- und Darmflüssigkeit von Fischen behandelt und die Zellen mit der resultierenden verdauten Flüssigkeit inkubiert. Dies zeigt, ob während der Verdauung im Fisch giftige Stoffe aus den Partikeln herausgelöst werden. Ausserdem wurden die Partikel mit Hitze vorbehandelt: So kann der Einfluss einer Alterung der Teilchen bestimmt werden, da die Hitze den Alterungsprozess beschleunigt.

Die Fischzellen wurden für 24 Stunden mit den verschiedenen Ansätzen zusammengebracht und ihre Lebensfähigkeit gemessen: Diese wurde von ihrer Stoffwechsellaktivität und der Unversehrtheit von Membran und Lysosomen abgeleitet. Ausserdem analysierten die Forschenden die chemische

Zusammensetzung des Expositionsmediums. «Dies liefert uns Hinweise darauf, welche Chemikalien für die beobachteten Wirkungen verantwortlich sein könnten», sagt William Dufefoi.

Chronische Toxizität sollte weiter untersucht werden

Die Partikelkonzentration, bei der die Lebensfähigkeit von 50% der Fischzellen beeinträchtigt wurde, lagen für die Zelllinie RTgill-W1 bei 2,02 g/L und für die Zelllinie RTgutGC bei 4,65 g/L. Diese Werte stimmen gut mit den wenigen existierenden Messungen zur Toxizität auf Fische überein und liegen drei Grössenordnungen oberhalb der Partikel-Konzentration in Fließgewässern von 4 mg/L. Dies deutet darauf hin, dass die Partikel-Konzentrationen in Fließgewässern nicht akut toxisch für Fische sind. Die Konzentration bei der garantiert keine schädliche Wirkung auf die Fischzellen auftritt, lag zwischen 40 bis 130 mg/L.

«Dies ist im selben Konzentrationsbereich wie die Konzentration im Strassenabfluss», erklärt William Dufefoi. «Wir empfehlen deswegen, die langfristigen Auswirkungen einer solch hohen Exposition weiter zu untersuchen.»

Die Partikel selbst trugen stark zur beobachteten Toxizität bei: Die Toxizität der Partikel war nämlich deutlich höher als diejenige des wässrigen Extrakts. Eine künstliche Alterung verringerte die Toxizität der Partikel, da weniger Chemikalien ins Medium ausgewaschen wurden. Die künstliche Verdauung führte zu einer höheren Toxizität des Extrakts im Vergleich zum einfachen wässrigen Extrakt. Dies war auf die höhere Konzentration von Metallen und organischen Verbindungen zurückzuführen, die mit der Verdauungsflüssigkeit aus den Partikeln ausgewaschen wurden. Unter anderem wiesen die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen in dieser Zink, 2-Mercaptobenzothiazol, 1,3-Diphenylguanidin (DPG) und das Antiozonmittel N-(1,3-Dimethylbutyl)-N'-phenyl-p-phenylendiamin (6PPD) nach.

Wirkmechanismus von Lachsgift?

Untersuchungen aus den USA hatten gezeigt, dass 6-PPD-Chinon, ein Oxidationsprodukt des weit verbreiteten 6-PPD, sehr giftig für manche Lachsarten ist und bei Silberlachsen akutes Fischsterben auslösen kann. Auch in diesen Versuchen wurden Spuren von 6PPD-Chinon gemessen. Jedoch zeigten weitere Tests mit der Reinsubstanz keine Toxizität dieser Verbindung auf die Zelllinien RTgill-W1 und RTgutGC bis zu einer Konzentration von 3 mg/L, obwohl andere Studien bereits bei wesentlich niedrigeren Konzentrationen eine Toxizität auf Silberlachse beobachtet hatten. «Es könnte sein, dass Regenbogenforellen deutlich weniger empfindlich auf 6PPD reagieren als Silberlachse», sagt William Dufefoi. «Oder dass die Stoffe einen Wirkmechanismus haben, der nicht mit Kiemen- oder Darmzellen nachgewiesen kann, zum Beispiel Neurotoxizität. Dies möchten wir in Zukunft mit einer Gehirnzelllinie der Regenbogenforelle weiter untersuchen.»

Kontakt: Benoît Ferrari,
benoit.ferrari@centrecotox.ch;
William Dufefoi,
william.dufefoi@eawag.ch

Neue EU-Richtlinien für das Sedimentmanagement



Endlich gibt es Richtlinien zum Management von Sedimenten im Rahmen der Wasserrahmenrichtlinie. Sedimentmenge und Sedimentqualität können den Zustand von Gewässern nämlich entscheidend beeinflussen. Die Fachleute schlagen einen Ansatz für ein integriertes Sedimentmanagement vor, das die Bedürfnisse aller Nutzenden berücksichtigt.

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist im Jahr 2000 in Kraft getreten. Obwohl die WRRL Sedimente erwähnt, geht sie nicht speziell auf deren Management ein. Die Ziele der WRRL – ein guter Zustand von Grundwasser und Oberflächengewässern – lassen sich jedoch nur dann erreichen, wenn auch Sedimente berücksichtigt werden. Um dies zu fördern, wurde im Jahr 2002 das europäische Sedimentnetzwerk SedNet gegründet. Die Expertinnen und Experten von SedNet haben jetzt entscheidend zu Richtlinien für das Sedimentmanagement im Rahmen der WRRL beigetragen. Diese Richtlinien wurden durch die Arbeitsgruppe ECOSTAT der Gemeinsamen Umsetzungsstrategie der WRRL erarbeitet, die die Umsetzung der WRRL im Hinblick auf den ökologischen Zustand unterstützt. Carmen Casado-Martinez vom Oekotoxzentrum ist Mitglied der Lenkungsgruppe von SedNet und eine der Koautorinnen des gerade veröffentlichten Expertenberichts.

Bedeutung von Sedimenten für die WRRL

Sedimente bestehen aus Partikeln unterschiedlicher Grösse, die das Bett und die Ufer von Flüssen, Seen, Flussmündungen und Küstengebieten bilden. Sie sind wichtig für alle Arten von Wasserlebewesen – Pflanzen nutzen sie als Substrat, Fische als Laichplatz und verschiedene sedimentlebende Organismen als Lebensraum – und spielen so eine essentielle Rolle für Wasserökosysteme. Ausserdem erbringen Sedimente wichtige Ökosystemleistungen: Sie gleichen die Morphologie von Flüssen und Küsten aus, verbinden Oberflächen- und Grundwasser und erhöhen die Bodenfruchtbarkeit. Menschliche Aktivitäten im Flusseinzugsgebiet können die Menge und Qualität der Sedimente verändern und so diese wichtigen Funktionen beeinträchtigen. Daher ist das Management von Sedimenten eine Grundvoraussetzung für das Erreichen eines guten Zustands im Sinne der WRRL.

Sedimentmenge ist entscheidend

Das Erreichen eines guten ökologischen Zustands hängt davon ab, dass die richtige Menge an geeignetem Sediment zur richtigen Zeit am richtigen Ort ist. Menschliche Eingriffe in Flüsse und Seen haben die Gewässerstruktur stark verändert, so dass Sedimente oft nicht mehr natürlich transportiert werden. Wird der Sedimenttransport im Oberlauf eines Einzugsgebiets verändert, sind die Auswirkungen im gesamten Flussnetz und den damit verbundenen Mündungs- und Küstengebieten spürbar. Da viele Lebensräume im Wasser von Sedimenten abhängen, kann ein Überschuss oder Mangel an Sediment das Erreichen eines guten ökologischen Zustands behindern.

Das Erstellen von Sedimentbudgets ist ein guter Ansatz, um Gleichgewicht und Dynamik der Sedimentmenge zu verstehen. Gibt es Probleme mit der Sedimentmenge, so sind manchmal Massnahmen notwendig, um diese zu lösen. Je nachdem kann

es zum Beispiel darum gehen, zu starken Run-off oder Erosion zu vermeiden, Transportbehinderungen zu beheben oder überschüssiges Sediment abzutragen.

Belastung von Sedimenten

Aber dies ist nicht das einzige Problem: Über Punktquellen, diffuse Quellen, Luft und Grundwasser gelangen nämlich Schadstoffe in Gewässer. Ein Teil davon lagert sich an die Partikel im Sediment an. So belastete Sedimente können den chemischen und ökologischen Zustand von Gewässern verschlechtern und schädliche Wirkungen auf Wasserorganismen haben. Dabei spielt die (Bio) Verfügbarkeit der Substanzen eine Schlüsselrolle.

Je nach den hydrologischen und chemischen Bedingungen dienen dabei Sedimente als Senke oder Quelle für Schadstoffe. Persistente Schadstoffe, die stark mit den Sedimenten verbunden sind, bleiben nach Ende ihres aktiven Eintrags lange im Einzugsgebiet. Remobilisiertes Sediment kann verschleppt werden, was zu einem unkontrollierten Transport der angelagerten Schadstoffe flussabwärts führt.

Bewertung der Sedimentbelastung

Viele der Schadstoffe im Sediment stehen auf der Liste der prioritären Stoffe der WRRL. Gemäss WRRL sind die Mitgliedstaaten verpflichtet, ein Verzeichnis dieser Stoffe zu erstellen und die langfristigen Trends derjenigen Stoffe zu analysieren, die sich in Sedimenten und/oder Biota anreichern können. Die Mitgliedstaaten müssen weiterhin Massnahmen ergreifen, um sicherzustellen, dass Konzentrationen dieser Stoffe nicht wesentlich ansteigen. Die WRRL schreibt ausserdem vor, dass prioritäre Schadstoffe und andere Schadstoffe, die im Flussgebiet vorkommen, mit Hilfe von Umweltqualitätsnormen (UQN) bewertet werden müssen. Eine Überschreitung der UQN weist auf eine Gefahr hin und damit auf mögliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt.

Auf EU-Ebene sind diese UQN jedoch nur für Konzentrationen im Wasser festgelegt. Die Mitgliedstaaten können UQN für Sedimente auf nationaler Ebene festlegen und diese anstelle der Wasser-UQN anwenden, wenn die Sediment-UQN mindestens das gleiche Schutzniveau bieten. Dabei sind die Länder zwar nicht verpflichtet, UQN für Sedimente zu bestimmen. Sobald diese jedoch festgelegt und auf nationaler Ebene gültig sind, müssen sie auch eingehalten werden. Um die tatsächlichen Auswirkungen der belasteten Sedimente zu bewerten, können wirkungsbasierte Methoden wie Biotests und ökologische Indizes verwendet werden.

Priorisierung von Massnahmen

Oft sind Massnahmen notwendig, um die Belastung von Sedimenten zu verringern. Dabei sollten vor allem solche Massnahmen Vorrang haben, die die Belastung an der Quelle bekämpfen. Es ist nämlich leicht, Sediment zu kontaminieren, aber im Nachhinein oft schwierig, die Situation zu ändern. Daher ist es vernünftig, keine weitere Verschlechterung der Belastung zu erlauben und dort, wo die Sedimente noch (relativ) unberührt sind, eine Nullverschmutzung anzustreben. Zur Abschwächung der Belastung



Der Fluss Meuse an der Grenze zwischen den Niederlanden und Belgien. In diesem Flussabschnitt wurden zahlreiche Massnahmen zur Flussrenaturierung und Verlandung durchgeführt, um dem Fluss mehr Raum zu geben (Hochwasserschutz) und die Artenvielfalt zu fördern (Foto: Jos Brils).

können Massnahmen eingesetzt werden, die die Mobilität und damit die Bioverfügbarkeit des belasteten Sediments verringern. Manchmal sind auch Sanierungsmassnahmen notwendig, die oft sehr kostspielig sind. Ein Teil der Sanierungsverfahren wird vor Ort angewendet (*in situ*), das kontaminierte Sediment kann aber auch ausgebaggert und an einen anderen Ort transportiert werden (*ex situ*).

Integriertes Sedimentmanagement

Sedimente sind sehr dynamisch und haben Wechselwirkungen mit vielen Nutzungen von Flusseinzugsgebieten. Daher empfehlen es die Fachleute, Sedimente integriert zu managen. Darunter verstehen sie einen Managementprozess, der es ermöglicht, die Ziele der WRRL mit den nutzungsbezogenen Bedürfnissen (z. B. Schifffahrt, Minderung des Hochwasserrisikos, Stromerzeugung aus Wasserkraft, Bewässerung) in Einklang zu bringen. Dabei sollte es das Ziel sein, den guten Zustand der WRRL zu erreichen oder zu erhalten und gleichzeitig die nachhaltige Nutzung der Wasserkörper sicherzustellen. Konkret werden Bewirtschaftungsziele für Sedimente in einem Flusseinzugsgebiet festgelegt und die Massnahmen definiert, die zur Erreichung dieser Ziele erforderlich sind. Die Planung eines solchen integrierten Sediment-Managements sollte Bestandteil der Bewirtschaftungspläne für Flusseinzugsgebiete sein. Alle Interessengruppen müssen dabei so früh wie möglich in den Prozess eingebunden werden.

Entwicklung und Umsetzung eines integrierten Sedimentmanagementplans

Zunächst sollten die Verantwortlichen die Gesamtziele zur Sedimentmenge und -qualität auf Ebene des Flusseinzugsgebiets definieren. Um zu den Zielen für einzelne Gewässerabschnitte zu

gelangen, wird ein Skalierungsansatz eingesetzt, der die Abhängigkeit des kleineren Massstabs vom grösseren beschreibt. Als Grundlage dafür sind eine genaue Charakterisierung und Analyse des Systems notwendig. Die Ziele und Massnahmen sollten auf einem guten Verständnis der Prozesse im Einzugsgebiet sowie auf einer Analyse der Probleme und der Ursache-Wirkungs-Beziehungen beruhen. Die Massnahmen, die für das Sedimentmanagement festgelegt werden, müssen mit den Zielen für das Einzugsgebiet und für jeden einzelnen Wasserkörper übereinstimmen. Bei der Planung und der Auswahl von Massnahmen sollten die Probleme wenn möglich an der Quelle bekämpft werden, um aufwändige Sanierungen zu vermeiden. Die Planung für ein integriertes Sedimentmanagement kann nur dann erfolgreich sein, wenn dieses gut umgesetzt, überwacht und bewertet wird. Daher ist es wichtig, ausreichend personelle und finanzielle Ressourcen bereitzustellen.

Mehr Informationen: Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC). Integrated sediment management: Guidelines and good practices in the context of the Water Framework Directive. https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/facts_figures/guidance_docs_en.htm (unter «List of other CIS thematic documents available on CIRCABC»)

Kontakt: Carmen Casado-Martinez,
carmen.casado@centrecotox.ch

Kurzmeldungen aus dem Oekotoxzentrum

Anpassungen in der Governance des Oekotoxentrums

Das Oekotoxzentrum wurde 2008 als wissenschaftliches Zentrum im ETH Bereich gegründet, wo es zusammen mit anderen Dienstleistungszentren nationale Aufgaben erfüllt. Während das Oekotoxzentrum ein eigenes Budget besitzt, fungieren Eawag und EPFL als Gastinstitute und stellen die benötigte Infrastruktur zur Verfügung. Um die Einbindung in den ETH-Bereich zu optimieren und die Leitung und Steuerung zu vereinfachen, gab es in diesem Bereich einige Anpassungen.

Neu sind die beiden Vertreter der Gastinstitute Eawag und EPFL nicht mehr Teil der Geschäftsleitung des Oekotoxzentrums, sondern bilden den Gastinstitutsrat, welcher die Einhaltung von Businessplan und Entwicklungsstrategie überwacht und grosse Projekte genehmigt sowie das Oekotoxzentrum unterstützt und berät. Die Direktion des Oekotoxzentrums besteht aus dem Direktor und dem stellvertretenden Direktor und wird für die täglichen Geschäfte zur Managementgruppe erweitert, der auch die Gruppenleitenden angehören. Die strategische Aufsicht durch den ETH-Rat wird gestärkt: So genehmigt dieser in Zukunft die Entwicklungsstrategie des Oekotoxzentrums für jede Vierjahresperiode. Der ETH-Rat beauftragt und verabschiedet zudem die periodische Evaluierung, die bis anhin von der Beratungsgruppe verantwortet wurde. Mehr Informationen zum Organigramm und den aktuellen Aufgaben der einzelnen Akteure finden Sie auf unserer Webseite.

www.oekotoxzentrum.ch/ueber-uns/organisation/



Danina Schmidt gewinnt Nachwuchs-Förderpreis der SETAC GLB

Oekotoxzentrum-Alumna Danina Schmidt wurde für ihre Masterarbeit zur Echtzeitüberwachung von Abwasser in Kläranlagen mit Hilfe von Biomonitoren mit dem Nachwuchs-Förderpreis der SETAC GLB ausgezeichnet. Wir gratulieren herzlich!

Abwasserreinigungsanlagen (ARA) sind eine Hauptquelle für Mikroverunreinigungen in Oberflächengewässern. Daher wird das gereinigte Abwasser vor seiner Einleitung ins Gewässer auf problematische Verbindungen überprüft, dies mit zeitlich begrenzten Proben. Besonders in ARA mit industriellem Zulauf kann die Zusammensetzung des Abwassers jedoch sehr variabel sein. Ein vielversprechendes Konzept ist daher die Überwachung durch automatisierte Online-Biomonitoring-Systeme: In diesen werden lebende Organismen angewendet, um die Wasserqualität kontinuierlich zu überprüfen. Überschreitet die Reaktion der Organismen eine kritische Schwelle, so wird ein Alarm ausgelöst. Bis anhin gab es jedoch wenig Erfahrungen, ob sich die Methode für die Qualitätskontrolle von Abwasser eignet. Daher hat Danina in ihrer Masterarbeit, die sie am Oekotoxzentrum betreut von Cornelia Kienle und Ali Kizgin durchführte, zwei solche Systeme mit Wasserflöhen und Bachflohkrebsen auf ARA-Abwasser angewendet. Beim Einsatz in einer grosstechnischen ARA konnte Danina zeigen, dass Online-Biomonitoring-Systeme ein wertvolles Instrument zur Überwachung von toxischen Verbindungen in ARA-Abwasser sind.



Neue Laborverantwortliche in Lausanne

Am 1. Mai 2022 hat Emmanuelle Rohrbach die Organisation des Boden- und Sedimentlabors in Lausanne übernommen und betreut dort die Zucht der Regenwürmer, Springschwänze und Zuckmückenlarven. Diese «Haustiere» werden als Testorganismen verwendet, um die Qualität von Sediment- und Bodenproben zu untersuchen. Emmanuelle führt die ökotoxikologischen Tests mit diesen Organismen durch, unterstützt die Probenahme im Feld und hilft bei der Entwicklung von molekularen Biomarkern. Die EPFL ist für Emmanuelle ein bekanntes Revier, da sie dort bereits seit mehr als zwanzig Jahren als Biologielaborantin arbeitet.

Prognosesicherheit des Zulassungsverfahrens für Pflanzenschutzmittel

Im Rahmen des Zulassungsverfahrens für Pflanzenschutzmittel (PSM) muss sichergestellt werden, dass die Stoffe keine unannehmbaren Auswirkungen auf Gewässer haben. Dafür werden in der EU und der Schweiz die Konzentrationen der Stoffe, die in Gewässern auftreten können, mit Hilfe von mathematischen Modellen vorausgesagt und mit den Schwellenwerten (regulatorisch akzeptable Konzentrationen, RAK) verglichen. Diese RAK-Werte werden ebenfalls innerhalb des Zulassungsverfahrens auf Basis von ökotoxikologischen Daten und Sicherheitsfaktoren festgesetzt. Doch sind die vorausgesagten PSM-Konzentrationen tatsächlich korrekt? Und bietet die Kombination aus den erwarteten Konzentrationen und den Schwellenwerten einen ausreichenden Schutz für Gewässer? Um dies herauszufinden, wird in Deutschland die PSM-Belastung von kleinen Gewässern in Landwirtschaftsgebieten mit einer grossen Monitoringkampagne erfasst. In einem neuen Projekt ordnet das Oekotoxzentrum die ersten Ergebnisse aus diesem Monitoring im Hinblick auf die gesetzlichen Anforderungen zum Gewässerschutz ein, zieht übergreifende Schlussfolgerungen und entwickelt Empfehlungen für Politik und Regulatorik. Ziel ist es herauszufinden, welchen Handlungsbedarf es beim Zulassungsverfahren und dem Monitoring von Kleingewässern gibt. Das Projekt wird vom deutschen Umweltbundesamt finanziert.

Kontakt: Marion Junghans, marion.junghans@oekotoxzentrum.ch



Oekotoxzentrum untersucht UV-Filter im Gesnersee

Sonnenschutzmittel schützen uns nicht nur vor Sonnenbrand, sondern gelangen während dem Badebetrieb auch direkt in Gewässer. Einige der 30 Substanzen, die als UV-Filter in Sonnenschutzmitteln zugelassen sind, können jedoch gefährlich für Wasserorganismen sein. Daher hat das Oekotoxzentrum das Umweltteam des Pfadibundeslagers, das im Sommer 2022 mit mehr als 30000 Teilnehmenden am Gesnersee durchgeführt wurde, dazu beraten, mit welchen Massnahmen sich das Risiko für den kleinen See verringern lässt. Das Lager bot ausserdem eine ideale Gelegenheit, um die biologischen Effekte und Umweltkonzentrationen von UV-Filtern bei einem kontrollierten Badebetrieb zu messen. Daher wurden in Zusammenarbeit mit dem Umweltteam Wasserproben im See vor und während des Lagers genommen. Das Oekotoxzentrum untersucht nun, ob sich eine hormonelle Wirkung durch die UV-Filter nachweisen lässt, da einige von ihnen wie Hormone wirken. Ausserdem sollen die bekannten UV-Filter im See chemisch analysiert werden.

Mehr Informationen im Video unter:

www.oekotoxzentrum.ch/news-publikationen/news/uv-filter

Kontakt: Alexandra Kroll, alexandra.kroll@oekotoxzentrum.ch



Bioindikatoren und Mischungstoxizität für Pflanzenschutzmittel

Der Aktionsplan Pflanzenschutzmittel (PSM) des Bundes möchte die Umweltrisiken durch PSM bis 2027 halbieren. Um dies zu erreichen, muss 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. Das Oekotoxzentrum unterstützt die Bundesämter für Umwelt und Landwirtschaft bei dieser Aufgabe; weitere Projektpartner sind EnviBioSoil und die Nationale Bodenbeobachtung (NABO).

In einer ersten Projektphase wurde der Stand des Wissens zur Ableitung von ökologischen Referenzwerten für Böden zusammengefasst und darauf basierend ein Verfahren vorgeschlagen; dieses wurde anschliessend auf wichtige PSM angewendet. In der nun beginnenden zweiten Projektphase stellen die Forschenden eine Toolbox mit möglichen Bioindikatoren zusammen. Dabei wird der Einfluss der verschiedenen Bodenorganismen auf die ökologischen Bodenfunktionen und auf die Bodenfruchtbarkeit berücksichtigt. Die als Bioindikatoren ausgewählten Organismen werden dann in Pilotstudien weiter beurteilt. Ausserdem entwickeln die Experten einen Ansatz zur Risikobewertung von Gemischen von PSM in Böden.

Kontakt: Mathieu Renaud, mathieu.renaud@centreecotox.ch;

Mireia Marti, mireia.marti@oekotoxzentrum.ch

In dieser Rubrik informiert das Oekotoxzentrum über interessante internationale Neuigkeiten aus der Ökotoxikologie in den Bereichen Forschung und Regulierung. Die Auswahl von Beiträgen erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Inhalte in den einzelnen Beiträgen spiegeln nicht in jedem Fall die Standpunkte des Oekotoxentrums wider.

Glyphosat beeinträchtigt die Thermoregulation von Hummeln

Eine neue Studie zeigt, dass Glyphosat – das weltweit am häufigsten verwendeten Herbizid – bereits in niedrigen Konzentrationen die soziale Thermoregulation von Erdhummeln beeinträchtigt. Das hat direkte Konsequenzen für den Fortbestand der Kolonie, da sich die Brut nur bei einer konstant hohen Temperatur gut entwickelt. Diese wird bei Hummelvölkern durch eine aktive Thermogenese der Arbeiterinnen innerhalb des Nests erreicht. Bienen und andere Insektenbestäuber sind für Ökosysteme und die Landwirtschaft weltweit von entscheidender Bedeutung. Die Studie zeigt erneut, dass die Risikobewertung bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln, die sich auf die akute Toxizität der Stoffe konzentriert, nicht ausreicht, um kritische Auswirkungen bei subletalen Konzentrationen zu erkennen.

Weidenmüller, A. et al. (2022) Glyphosate impairs collective thermoregulation in bumblebees, *Science* 376, 1122–1126

Regenwasser weltweit mit PFAS belastet

Regenwasser enthält sogar in den entlegensten Gebieten der Welt per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS) in Konzentrationen, die gesundheitlich bedenklich sein können. Diese Industriechemikalien werden in Produkten wie Outdoorbekleidung, Skiwachs, Lebensmittelverpackungen und Feuerlöschschäumen eingesetzt. Die Forschenden analysierten die weltweiten Messdaten zum Vorkommen der PFAS in Regenwasser. Die Menge an Perfluoroktansäure (PFOS) lag an sämtlichen Messstationen weit über dem aktuell von der US-EPA empfohlenen Grenzwert für Trinkwasser. Da die Stoffe extrem stabil sind und über die Atmosphäre global verbreitet werden, sind die Umweltbelastung und die damit verbundenen Auswirkungen kaum rückgängig zu machen. Daher sei es von entscheidender Bedeutung, dass die Verwendung und Emission von PFAS rasch eingeschränkt wird.

Cousins, I.T. et al. (2022) Outside the Safe Operating Space of a New Planetary Boundary for Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS). *Environ. Sci. Technol.* 56, 11172–11179

Sonnenschutzmittel bedrohen das Überleben von Korallen

Sonnenschutzmittel auf der Basis von Oxybenzon können toxisch auf Korallen wirken. Bis anhin war allerdings der Wirkmechanismus dieser Toxizität nicht bekannt, was die Entwicklung von sichereren

Sonnenschutzmitteln schwierig macht. Ein Forschungsteam aus den USA hat jetzt gezeigt, dass womöglich Abbauprodukte der Stoffe verantwortlich sind, die als starke Photooxidanzien wirken. Die Autoren zeigen ausserdem, dass die Sterblichkeit durch Oxybenzon bei pigmentierten Korallenkolonien, die symbiontische Algen enthalten, wesentlich geringer ist als bei Kolonien, die gebleicht sind und denen es an Algen fehlt. Es sind also solche Korallen besonders gefährdet, die bereits durch andere Stressfaktoren ihren symbiontischen Partner verloren haben.

Vuckovic, D. et al. (2022) Conversion of oxybenzone sunscreen to phototoxic glucoside conjugates by sea anemones and corals. *Science* 376, 644–648

Umweltauswirkungen von Arzneimitteln müssen verringert werden

In einen Übersichtsartikel werden die Probleme analysiert, die durch das Vorkommen von Arzneimitteln in der Umwelt entstehen, und zahlreiche Massnahmen vorgeschlagen, um diese Umweltauswirkungen zu verringern. Die Stoffe werden produziert, um eine biologische Wirkung zu haben und können daher selbst in extrem geringen Konzentrationen biologische Veränderungen bei Umweltorganismen auslösen und so ihr Überleben beeinträchtigen. Als geeignete Massnahmen zur Verringerung der Belastung werden eine Kombination aus Massnahmen an der Quelle (z.B. Förderung von alternativen Behandlungsmethoden, rationellerer Einsatz von Arzneimitteln) und einer Verbesserung der Abwasserbehandlung empfohlen.

Orive, G. et al. (2022) Greening the pharmacy. New measures and research are needed to limit the ecological impact of pharmaceuticals. *Science* 377, 259-260

Blei in der Umwelt gefährdet Adler

In den USA gelang es, Weisskopfseeadler neu anzusiedeln, nachdem die Tiere durch den Einsatz des Insektizids DDT fast ausgerottet worden waren. Jetzt haben Forschende gezeigt, dass Todesfälle durch die Aufnahme von Blei das jährliche Überleben von Jungtieren und fortpflanzungsfähigen Weibchen verringern und so die Dynamik der gesamten Population negativ beeinflussen. Ausserdem wird die Resilienz der jungen und brütenden weiblichen Adler reduziert, so dass die Tiere mehr Mühe haben, mit wechselnden Umweltbedingungen zurecht zu kommen. Verbrauchte Bleimunition stellt die häufigste Quelle für eine Aufnahme von Blei durch die Tiere dar und immer wieder werden Vergiftungen durch Blei publik gemacht. Daher sollte die Verwendung von Jagdmunition auf der Basis von Blei reduziert werden.

Hanley, B.J. et al. (2022) Environmental lead reduces the resilience of bald eagle populations. *The Journal of Wildlife Management*, 86:e22177. <https://doi.org/10.1002/jwmg.22177>

Impressum

Herausgeber: Oekotoxzentrum

Eawag
Überlandstrasse 133
8600 Dübendorf
Schweiz
Tel. +41 58 765 5562
Fax +41 58 765 5863
www.oekotoxzentrum.ch

EPFL-ENAC-IIE-GE

Station 2

1015 Lausanne

Schweiz

Tel. +41 21 693 6258

Fax +41 21 693 8035

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, Adobe Stock (S. 4), William Dufefoi, Eawag (S. 6,7), Jos Brils, SedNet (S. 9), Danina Schmidt (S. 10)

Erscheinungsweise: zweimal jährlich

Gestaltungskonzept, Satz und Layout: visu'1 AG identity, Bern

Abonnement und Adressänderung: Neuabonnentinnen und Neuabonnenten willkommen, info@oekotoxzentrum.ch