

oekotoxzentrum news

19. Ausgabe November 2019

Schweizerisches Zentrum für angewandte Ökotoxikologie



«Die Ökotoxikologie wird weiterhin an Bedeutung gewinnen» – im Gespräch mit Inge Werner _____ 3

Ökotoxikologische Wirkungen durch Pflanzenschutzmittel in Bach-sedimenten _____ 4

Wie wirken Pflanzenschutzmittel auf Schweizer Fische? _____ 6

Wenig Östrogene in Europas Flüssen _____ 8

Kurzmeldungen aus dem Oekotoxzentrum _____ 10

Ökotoxikologie anderswo _____ 12

Editorial

Wichtige Sedimente und Böden



Dr. Benoît Ferrari,
Leiter des Oekotoxenzentrums *ad interim*

Am 1. September habe ich meine Stelle als Gruppenleiter für Boden- und Sedimentökotoxikologie aufgegeben und die Interimsleitung am Oekotoxenzentrum übernommen. Ich erinnere mich noch gut an mein erstes Gespräch mit der vorherigen Direktorin Inge Werner im Jahr 2013, als ich am Oekotoxenzentrum als Gruppenleiter eingestellt wurde. Ich wusste schnell, dass es für mich sehr motivierend sein würde, unter der Leitung einer so erfahrenen Wissenschaftlerin zu arbeiten. In den letzten sechs Jahren habe ich viel von Inge gelernt, nicht nur wissenschaftlich durch ihr multidisziplinäres Denken, sondern auch menschlich. Daher bedanke ich mich bei Inge für ihr Vertrauen. Ich danke ihr auch für alles, was sie erreicht hat und was Sie zum Teil in dieser Ausgabe entdecken können. Ich selbst werde weiterhin sicherstellen, dass das Oekotoxenzentrum seinen Auftrag gegenüber den Behörden von Bund und Kantonen erfüllen kann. Es ist mir auch wichtig, das Fachwissen am Oekotoxenzentrum weiter zu entwickeln und die Bedeutung von ökotoxikologischen Methoden für die Risikobewertung von chemischen Stoffen

und die Bewertung der Gesundheit der Ökosysteme zu fördern.

Mehrere langfristige Umweltprobleme wirken weltweit auch auf zukünftige Generationen. Zum Teil sind dies Belastungen durch Urbanisierung und Industrialisierung, zum Teil Belastungen durch die moderne Landwirtschaft mit ihrem Pestizideinsatz zum Pflanzenschutz und zur Steigerung der Nahrungsmittelproduktion. Die Schweiz ist hier keine Ausnahme und es ist dringend notwendig, Massnahmen zu ergreifen, um die chemische Umweltbelastung zu reduzieren!

Im Jahr 2015 zeigte eine ausführliche Studie, dass kleine Schweizer Flüsse in Gebieten mit intensiver Landwirtschaft stark mit Pestiziden belastet sind. Es besteht auch ein hohes ökotoxikologisches Risiko für Wasserorganismen. Dasselbe wurde in einer Studie von 2017 beobachtet, die mehr Biotests anwendete (darüber haben wir in unseren News im Mai 2019 berichtet). Diese Studie haben wir jetzt durch die chemische und ökotoxikologische Analyse der Sedimente in denselben Gewässern ergänzt (S. 4). Auf Basis der Messdaten haben wir auch die möglichen Auswirkungen auf die Fischfauna abgeschätzt (S. 6). Die Ergebnisse sind beunruhigend. Sie zeigen, dass für einige Stoffe die Schwellenwerte für eine Sedimenttoxizität überschritten werden. Die Biotests reagierten während fast der gesamten Vegetationsperiode auf eine Verunreinigung der Sedimente mit Pestiziden. Ausserdem zeigt die spezifische Analyse der Fischdaten in den untersuchten kleinen

Fließgewässern, dass es möglich ist, dass auch die Fische durch die gemessenen Pestizide beeinträchtigt werden.

Der Bundesrat hat am 6. September 2017 seinen Aktionsplan zur Risikominderung und nachhaltigen Nutzung von Pflanzenschutzmitteln verabschiedet. Die Risiken durch Pflanzenschutzmittel müssen danach halbiert und Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz gefördert werden. Daher ist es besonders wichtig, die Auswirkungen der geplanten Massnahmen in den Gewässern messen zu können. Dazu braucht es einen sensiblen ökotoxikologischen Monitoringansatz, der auf die verschiedenen Gewässerkompartimente Wasser, Sediment und Organismen eingeht. Die Wirkung der Pestizide ist ausserdem nicht auf Gewässer beschränkt. Der neue Aktionsplan sieht deswegen auch vor, die Böden genauer zu betrachten. Stehen auch sie unter Stress? Um diese Frage zu beantworten, wird ein neues Konzept zur Bodenbeobachtung entwickelt, zu dem auch das Oekotoxenzentrum beiträgt (mehr unter www.oekotoxzentrum.ch/projekte/bodenoekotoxikologie).

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre!



«Die Ökotoxikologie wird weiterhin an Bedeutung gewinnen» – im Gespräch mit Inge Werner

Die langjährige Leiterin des Oekotoxizentrums, Inge Werner, hat die Leitung per 1. September an Benoît Ferrari abgegeben. Hier reflektiert sie über die Vergangenheit und Zukunft der praktischen Ökotoxikologie in der Schweiz.

Was waren die wichtigsten Meilensteine, zu denen das Oekotoxizentrum in den letzten 9 Jahren beigetragen hat?

Ganz wichtig war die Einführung der 4. Reinigungsstufen für die grossen und ökologisch relevanten ARA. Als ich 2010 in die Schweiz kam, waren die Studien dazu schon in vollem Gange. Seit einigen Jahren liegt der Fokus auf den Pflanzenschutzmitteln und ihrem Einfluss auf Fliessgewässer. Wir waren an allen 3 NAWA SPEZ-Studien beteiligt, die dieses Thema intensiv untersucht haben. Bei der ebenso wichtigen Erarbeitung eines Bewertungsansatzes für die Qualität von Gewässersedimenten haben wir europaweit die Nase vorn, und sind sehr froh, dass dieses Thema in der Schweiz ernst genommen wird. Nun geht es im Rahmen des Aktionsplans Pflanzenschutzmittel mit Volldampf an die Bewertung der Bodenqualität. Dies ist eine grosse Herausforderung, da wir auch hier nicht auf internationale Vorbilder aufbauen können.

Wo stehen wir bei der Bewertung der Wasserqualität mit Biotests?

Leider noch nicht da, wo wir gerne wären. Die klassische Testbatterie (Alge, Daphnie, Fisch) bringt heutzutage wenig, da die ökotoxischen Effekte subtiler geworden sind. Wir sehen weniger Fischsterben, dafür aber eine langsame Abnahme von Populationen oder eine Zunahme von Krankheiten. Deshalb sind sensitive *in vitro* Biotests sehr wichtig für die Erkennung von Schadstoffwirkungen, auch wenn die Kommunikation solcher Ergebnisse schwieriger ist, als wenn die Daphnien im Becherglas tot umfallen.

Es gab wichtige Fortschritte bei der Standardisierung von Biotests zur Messung von Östrogenität und Fischtoxizität. Mittlerweile wird auch der Einsatz von Biotests für die Überprüfung von behandeltem Abwasser besser akzeptiert. Für das Monitoring der Gewässergüte haben wir in den letzten 5–10 Jahren enorm dazugelernt. Wir sind recht zuversichtlich, dass wir in absehbarer Zeit eine gut fundierte Biotestbatterie empfehlen können.

Wie sieht es bei der Bewertung der Sediment- und Bodenqualität mit Biotests aus?

Sedimente und Böden sind sehr heterogen, was die Anwendung von Biotests anspruchsvoller macht. Hier gibt es noch viel For-

schungsbedarf. Wir setzen aber schon mehrere Sedimentbiotests ein, die wichtige Organismengruppen der benthischen Lebensgemeinschaft abdecken. Weiterhin arbeiten wir daran, einige gut bewährte *in vitro* Tests auch für Sedimentproben einsetzbar zu machen. Im Bodenbereich wissen wir weniger und müssen vieles neu erarbeiten, denn die Bodenökotoxikologie hat bisher bei den Behörden wenig Beachtung gefunden.

Wo liegen die Chancen und Herausforderungen der Ökotoxikologie für die Zukunft?

Ich denke, die Ökotoxikologie wird weiterhin an Bedeutung gewinnen, denn das Bewusstsein, dass wir Menschen eine intakte Umwelt brauchen und davon profitieren, wird in unserer Gesellschaft immer stärker. Leider hinken sowohl die akademische Lehre als auch die finanzielle Förderung ökotoxikologischer Forschung in den meisten Ländern hinterher. Es gibt noch sehr viele Fragen. Einen wichtigen Bedarf sehe ich in der Risikobewertung, sowohl für die Zulassung von Chemikalien als auch im Umweltmonitoring: Die Effektdatenlage ist für viele Arten unzureichend und es braucht bessere Modelle, damit wir gefährliche Stoffe gar nicht erst in die Umwelt bringen.

Wir bräuchten eigentlich auch einen neuen Wissenschaftszweig: die forensische Ökotoxikologie. Oft beobachten die Behörden Schäden in der Umwelt, z. B. kranke oder tote Organismen, deren Ursachen sie identifizieren müssen, um effektive Massnahmen zu treffen. Da sind wir leider meistens hilflos, denn hier helfen Laboruntersuchungen nichts mehr. Biomarker, die wir in überlebenden Organismen oder noch frischen Gewebeproben untersuchen können, könnten uns Hinweise auf die Art der Stressoren geben. Insgesamt müssen wir unser Wissen über die Wirkungen von Schadstoffen auf einheimische Arten vergrössern.

Wie siehst du deine persönliche Zukunft?

Ich freue mich darauf, mehr Zeit für Hobbies, Freunde und Familie zu haben. Meine berufliche Erfahrung möchte ich gerne weiterhin nützlich einsetzen. Vor allem liegt mir am Herzen, einen Beitrag für die Aus- und Weiterbildung in der Ökotoxikologie zu leisten. In welcher Form dies möglich ist, muss ich noch herausfinden.



Ökotoxikologische Wirkungen durch Pflanzenschutzmittel in Bachsedimenten

Pflanzenschutzmittel in Bachsedimenten führen zu schädlichen Wirkungen auf Sedimentorganismen. In einer Monitoringstudie in 5 Bächen in Landwirtschaftsgebieten waren vor allem Kleinkrebse betroffen. Mehrere Insektizide, darunter Chloryrifos und Pyrethroide, überschritten Effektschwellen, so dass die Sedimentqualität beeinträchtigt war.

Pflanzenschutzmittel (PSM) stellen ein ökotoxikologisches Risiko für kleine Fließgewässer dar, die in Landwirtschaftsgebieten liegen. Das haben die schweizerischen NAWA SPEZ-Studien von 2015 und 2017 gezeigt. Die PSM-Konzentrationen überschritten im grössten Teil des Untersuchungszeitraums die Umweltqualitätskriterien. Abhängig von den physikalisch-chemischen Eigenschaften (geringe Wasserlöslichkeit, hohe Adsorption an Kohlenstoff) können sich PSM auch an Bachsedimente binden, in denen Organismen leben und potenziell geschädigt werden. Sedimente sind ein wichtiger Gewässerbestandteil: So dienen sie als Lebensraum und Laichplatz für viele Wasserorganismen und erfüllen essentielle Funktionen im Nährstoffkreislauf. Sie wirken aber auch als Senke für Schadstoffe wie Metalle, persistente organische Chemikalien oder PSM. Bis jetzt weiss man wenig über die PSM-Konzentrationen in Sedimenten und ihre toxischen Effekte.

Daher hat das Ökotoxizentrum 2017 parallel zur NAWA SPEZ-Studie die Sedimente in den dort untersuchten Fließgewässern bewertet: nämlich im Chrümmlisbach (BE), dem Weierbach (BL), Le Bainoz (FR), dem Hoobach (SH) und dem Eschelisbach (TG), jeweils monatlich zwischen März und Oktober. Projektpartner waren die Eawag und die Universität Cadiz. In den Sedimentproben erfassten die Wissenschaftler 97 Verbindungen mit chemischer Analytik, darunter polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), polychlorierte Biphenyle (PCB), Metalle und acht PSM, die aufgrund ihrer Neigung zur Adsorption ausgewählt worden waren. Die toxischen Wirkungen der Sedimentproben untersuchten sie mit einer Batterie aus 3 standardisierten Biotests mit Organismen mit verschiedenen Ernährungs- und Lebensstrategien, nämlich Muschelkrebse, Zuckmückenlarven und Fadenwürmern. Gemessen wurden sowohl akute als auch chronische Endpunkte: Überleben (Muschelkrebse), Wachstum (Muschelkrebse und Fadenwürmer), Vermehrung (Fadenwürmer) und Emergenz (Zuckmückenlarven).

Toxische Wirkung auf Sedimentorganismen in Biotests

«Wir waren überrascht zu sehen, dass an allen Standorten mehrere Sedimentproben für mindestens eine der getesteten Arten toxisch waren, wobei die Muschelkrebse am empfindlichsten reagierten», sagt Projektleiterin Carmen Casado-Martinez. Insgesamt waren die

Sedimente aus Eschelisbach und Weierbach giftiger als die Sedimente aus Hoobach, Le Bainoz und Chrümmlisbach. Die Sedimente im Eschelisbach waren fast während der gesamten Saison toxisch für Muschelkrebse, die in Chrümmlisbach und Weierbach jeweils in 4 von 7 Monaten und die in Le Bainoz und Hoobach in mindestens einem Monat. Wirkungen auf Zuckmücken wurden in allen Sedimenten ausser dem Chrümmlisbach beobachtet und Wirkungen auf Fadenwürmer im Weierbach und Hoobach.

Was war für diese Effekte verantwortlich? «Die PCB kamen an allen Standorten in Konzentrationen vor, die für Wirbellose unkritisch sind», sagt Carmen Casado-Martinez. «Die Konzentrationen der PAK und Metalle lagen etwas höher, aber immer noch in einem relativ niedrigen Bereich. Das macht es unwahrscheinlich, dass sie wesentlich zur gemessenen Toxizität beigetragen haben.» Übrig blieben die PSM, von denen 7 chemisch analysiert wurden: die langlebigen DDT-Metaboliten DDD und DDE, das Organophosphat-Insektizid Chlorpyrifos, das Fungizid Terbutylazin, und die Pyrethroid-Insektizide Cypermethrin, Permethrin und Bifenthrin. Davon lag Chlorpyrifos mit Abstand in den höchsten Konzentrationen von bis zu 156 ng/g Sediment vor. Chlorpyrifos ist für seine hohe Toxizität für Fische und Wirbellose bekannt. Die höchsten Konzentrationen am Eschelisbach, Hoobach und Le Bainoz lagen um eine Grössenordnung höher als die Schwellenkonzentration für eine mögliche chronische Wirkung (siehe Kasten) von 4.1 ng/g.

PSM in Sedimenten überschreiten Schwellenkonzentration für toxische Wirkungen

Neben Chlorpyrifos fand sich auch das Pyrethroid Cypermethrin häufig in Konzentrationen oberhalb seines chronischen Schwellenwerts von 0.49 ng/g. Cypermethrin ist für Wirbellose hochgiftig. Permethrin und Bifenthrin, zwei weitere Pyrethroide, wurden in den Sedimenten ebenfalls nachgewiesen, überschritten aber nie ihre Schwellenwerte. An jedem Standort wurde die Schwelle für eine mögliche chronische Wirkung mindestens einmal überschritten, meist durch Chlorpyrifos und/oder Cypermethrin. Wenn Mischungseffekte berücksichtigt wurden, wurden die Sedimente an allen Standorten fast während der gesamten Vegetationszeit als potenziell toxisch eingestuft. Die höchste potenzielle Mischungs-



toxizität zeigten Hoobach, Eschelisbach und Weierbach, gefolgt von Le Bainoz und Chrümlisbach. Die Bewertung der Sedimentqualität auf der Grundlage der chemischen Analytik stimmte in 65% der Sedimentproben mit den Ergebnissen der Toxizitätstests überein.

Analysierte PSM erklären Toxizität nur teilweise

Die Spitzenkonzentrationen von Chlorpyrifos trugen zu mehr als 85% zur potentiellen Mischungstoxizität in Eschelisbach, Hoobach und Le Bainoz bei. Es gab aber keinen direkten Zusammenhang zwischen den gemessenen Chlorpyrifos-Konzentrationen und der in den Biotests beobachteten Toxizität, also auch keine Chlorpyrifos-Konzentration, ab der immer eine Toxizität beobachtet wurde. Die Pyrethroide Bifenthrin, Permethrin und Cypermethrin, trugen an allen Standorten ebenfalls zur Toxizität bei, wobei Cypermethrin das Gemisch im Weierbach dominierte.

«Die Toxizität, die wir in den Biotests gesehen haben, lässt sich nicht vollständig durch die begrenzte Anzahl von 7 analysierten Pflanzenschutzmitteln erklären», sagt Carmen Casado-Martinez. Dies liegt sicher auch daran, dass andere potenziell toxische Chemikalien nicht quantifiziert und damit nicht bewertet wurden. Zum Beispiel waren im NAWA SPEZ Projekt in Wasserproben die potentiell toxischen PSM Fipronil, Spinosad und λ -Cyhalothrin nachgewiesen worden, die sich auch an Sedimente anlagern können. Diese Stoffe wurden allerdings in den Sedimentproben nicht analysiert.

Weltweit fehlt ein einheitlicher Ansatz zur Beurteilung der Sedimentqualität. Das Oekotoxzentrum arbeitet seit einigen Jahren daran, einen solchen zu entwickeln. «Dafür erarbeiten wir Sediment-Qualitätskriterien nach der EU-Methode, die Sicherheitsfaktoren anwendet», erläutert Carmen Casado-Martinez. Sicherheitsfaktoren werden im Sinne des Vorsorgeprinzips eingesetzt, um alle Arten eines Ökosystems schützen zu können und Unsicherheiten zu berücksichtigen. Die in dieser Studie verwendeten Effektschwellenwerte enthalten keine Sicherheitsfaktoren und sind daher weniger konservativ als Qualitätskriterien. «Wenn die Daten mit Qualitätskriterien bewertet würden, ergäbe sich wahrscheinlich bei allen Proben ein signifikantes Risiko», vermutet Carmen Casado-Martinez.

Verfügbare Sedimentschwellen für PSM

In dieser Studie wurden Sediment-Schwellenwerte für PSM aus der Literatur verwendet. Je nach Chemikaliengruppe waren diese mit unterschiedlichen Ansätzen abgeleitet worden. Bei **Metallen, PAK, PCB, und DDT-Metaboliten** (DDD und DDE) wurden dafür Daten zur Zusammensetzung der Makroinvertebraten-Gesellschaft und Daten aus Biotests verwendet. Weil es zu wenige Wirkdaten für PSM gibt, wurden die Schwellenwerte für **PSM** nur auf der Basis von akuten oder chronischen Toxizitätstests mit Insekten und Krebstieren bestimmt. In beiden Methoden wurden keine Sicherheitsfaktoren zur Berücksichtigung von Unsicherheiten angewendet. Eine Konzentration unterhalb des chronischen Schwellenwerts deutet auf eine niedrige Wahrscheinlichkeit der Toxizität für Wirbellose im Sediment hin, eine Konzentration oberhalb des akuten Schwellenwerts auf wahrscheinliche toxische Wirkungen. Für die Beurteilung von Mischungseffekten werden die gemessenen Konzentrationen einzelner PSM durch ihre jeweiligen chronischen Schwellenwerte dividiert und diese Werte aufsummiert. Die resultierenden Summenquotienten können verwendet werden, um Verbindungen zu identifizieren, die zur Toxizität in den Biotests beitragen.

Mehr Informationen:

Casado-Martinez, M.C., Schneeweiss, A., Thiemann, C., Dubois, N., Pintado-Herrera, M., Lara-Martin, P.A., Ferrari, B.J.D., Werner, I. (2019) Effets écotoxicologiques dans les sédiments des petits cours d'eau. Aqua & Gas 12

Kontakt:

Carmen Casado-Martinez, carmen.casado@centreecotox.ch



Wie wirken Pflanzenschutzmittel auf Schweizer Fische?

Die in Schweizer Fließgewässern nachgewiesenen Pflanzenschutzmittel stellen ein Risiko für die dort lebenden Fische dar. Schädliche Auswirkungen auf Fische besonders durch subletale und indirekte Effekte sind in den gemessenen Konzentrationen möglich.

Der Fischbestand der Schweiz hat in den letzten Jahrzehnten stark abgenommen. Dazu beigetragen haben verschiedene Faktoren wie der Verlust von natürlichen Lebensräumen, die Klimaerwärmung und die Gewässerbelastung mit hormonaktiven Stoffen und Pflanzenschutzmitteln (PSM) und Bioziden. Um die Belastungen der Fischfauna durch PSM zu ermitteln, hat das Oekotoxzentrum die Risiken und möglichen Wirkungen spezifisch für Fische analysiert. Projektpartner waren das Bundesamt für Umwelt, die Universität Bern und das Forschungsinstitut für biologischen Landbau.

Die NAWA SPEZ Messkampagnen von 2012, 2015 und 2017 haben gezeigt, dass PSM in Schweizer Fließgewässern ein Risiko für wasserlebende Organismen darstellen. Das Oekotoxzentrum hat nun mit Hilfe dieser Messdaten das Risiko der PSM für Fische abgeschätzt und besonders relevante PSM identifiziert. «Dazu haben wir fischspezifische Risikoschwellen hergeleitet, die nur Toxizitätsdaten für Fische berücksichtigen», erklärt Inge Werner. «Auf dieser Basis haben wir die akuten und chronischen Risiken bewertet und auch das Risiko von Substanzmischungen betrachtet» (genaue Methodik: siehe Kasten).

Risiken durch PSM-Mischungen in allen drei Untersuchungsjahren

Die Ergebnisse sind brisant und zeigen, dass Fische durch PSM akut und chronisch gefährdet sind. Bereits als Einzelstoffe besonders relevant waren das Pyrethroid-Insektizid λ -Cyhalothrin und zwei Fungizide, Carbendazim und Fenpropimorph. Von λ -Cyhalothrin ging 2017 sowohl ein akutes als auch ein chronisches Risiko aus. Auch Carbendazim (akut) und Fenpropimorph (chronisch) waren in diesem Jahr für ein Einzelstoffrisiko verantwortlich. Als Mischung betrachtet waren die PSM-Konzentrationen 2017 an zwei der fünf untersuchten Standorten im akuten Risikobereich. Ein chronisches Mischungsrisiko bestand 2012 für zwei, und 2015 und 2017 für je einen der fünf Standorte. In allen drei Untersuchungsjahren war das Risiko der PSM-Mischungen für Fische im Zeitraum von Mitte bis Ende April am grössten.

Welche PSM sind besonders relevant?

Die Forschenden priorisierten die PSM, die am meisten zum Toxizitätsrisiko beitrugen (siehe Tabelle): Dies waren 5 Insektizide, 4 Herbizide und 9 Fungizide. 8 PSM waren in mehreren Untersuchungsjahren relevant. Pyrethroid-Insektizide wie Cypermethrin und λ -Cyhalothrin wurden nur 2017 an einem der Standorte analysiert und sind besonders giftig für Fische.

Liste der relevantesten PSM für Fische in Schweizer Gewässern

PSM-Gruppe	Schweiz-relevante PSM für Fische	Relevant im Untersuchungsjahr	Akutes (A)/ Chronisches (C) EXPS ¹
Insektizide	Chlorpyrifos	2015, 2017	A, C
	Chlorpyrifosmethyl	2015	A
	Diazinon	2012, 2015	C
	λ -Cyhalothrin	2017	A, C
	Cypermethrin	2017	C
Herbizide	Diuron	2015	C
	S-Metolachlor	2012, 2015	C
	Linuron	2012, 2015	C
	Pendimethalin	2017	C
Fungizide	Azoxystrobin	2017	C
	Carbendazim	2015, 2017	A, C
	Epoxiconazole	2012, 2015, 2017	C
	Fenpropimorph	2012, 2017	C
	Fluazinam	2017	C
	Fluopyram	2015, 2017	C
	Flusilazole	2017	C
	Pyraclostrobin	2012	C
	Spiroxamine	2015	C

Legende: ¹-Expositionsszenario



PSM bewirken subletale und indirekte Effekte

Bedeutet das ermittelte Risiko, dass Fischpopulationen durch PSM tatsächlich geschädigt werden? Um diese Frage zu beantworten, haben die Wissenschaftler die Literatur durchforstet. «Für die meisten einheimischen Fischarten gibt es leider keine Toxizitätsdaten. Es gibt allerdings Hinweise darauf, dass Lachsartige besonders empfindlich auf Schadstoffe reagieren. Auch frühe Lebensstadien, vor allem Fischlarven, sind besonders sensibel. Die klassische Risikobewertung berücksichtigt zudem nur Wirkungen, die direkt populationsrelevant sind wie Mortalität oder geringere Vermehrung», sagt Inge Werner. «Es gibt jedoch viele messbare subletale Effekte auf Ebene der Zellen (z. B. Genexpression, Enzymaktivität), des Stoffwechsels (z. B. Organschäden, Immunabwehr) oder der Einzeltiere (z. B. Verhalten, Wachstum). Solche Effekte können sich unter bestimmten Bedingungen auch auf die Population auswirken.» Subletale Effekte treten meist schon bei sehr geringen Schadstoffkonzentrationen auf, die weit unterhalb des Bereichs liegen, wo es zur direkten Sterblichkeit kommt. PSM können ausserdem indirekt wirken, indem sie empfindliche Wirbellose schädigen, die Fischen als Nahrung dienen. Die Verringerung des Nahrungsangebots kann sich negativ auf die Fischpopulation auswirken.

Subletale Effekte auf Fische sind wahrscheinlich

«Wir haben die in der Literatur vorhandenen Effektkonzentrationen mit den Messwerten in Schweizer Bächen verglichen», erklärt Inge Werner. Subletale Effekte können unter Laborbedingungen bereits in umweltrelevanten Konzentrationsbereichen auftreten. So beeinträchtigten einige der priorisierten Insektizide, Herbizide und Fungizide bei Fischen die Frühentwicklung, das Wachstum, die Reproduktion, den Geruchssinn und das Verhalten und bewirkten Gewebeveränderungen, und das bereits bei einer Exponierung gegenüber Einzelsubstanzen. PSM kommen in natürlichen Fließgewässern jedoch meist in komplexen Mischungen vor, was solche Effekte noch wahrscheinlicher macht. Zusätzliche Stressfaktoren, die auf Fische in Gewässern wirken, wie Temperaturstress, Krankheitserreger und Parasiten, können die Wirkung von PSM verstärken. «Das Ausmass von solchen Effekten hängt jedoch stark von standortspezifischen Faktoren, der Expositionsdynamik und der Empfindlichkeit der vorkommenden Fischarten ab», sagt Inge Werner.

Fischspezifische Risikobewertung von Pflanzenschutzmitteln

	Akute Exposition	Chronische Exposition
PNEC	$PNEC_{i,Fische,akut} = \frac{LC_{50,i}}{10}$	$PNEC_{i,Fische,chronisch} = \frac{NOEC_i}{10}$
Einzelsubstanzrisiko	$RQ_{i,akut} = \frac{MEC_{i,akut}}{PNEC_{i,Fische,akut}}$	$RQ_{i,chronisch} = \frac{MEC_{i,chronisch}}{PNEC_{i,Fische,chronisch}}$
Mischungsrisiko	$RQ_{mix,akut} = \sum_i^n RQ_{i,akut}$	$RQ_{mix,chronisch} = \sum_i^n RQ_{i,chronisch}$

Um das Risiko von einzelnen PSM für Fische zu beurteilen, wurden gemessene Umweltkonzentrationen (MEC) durch vorhergesagte Nicht-Effekt-Konzentrationen für Fische ($PNEC_{Fische}$) geteilt. Das Verhältnis aus MEC und $PNEC_{Fische}$ ist der Risikoquotient (RQ). Wenn die MEC höher als der $PNEC_{Fische}$ ist, so ist der Risikoquotient $RQ > 1$, was bedeutet, dass ein Risiko besteht und eine Beeinträchtigung der Fische nicht ausgeschlossen werden kann. Für jede Einzelsubstanz wurden jeweils akute und chronische PNEC hergeleitet. Zur Herleitung der akuten PNEC wurden die Konzentrationen, die zu 50% Mortalität führt (LC_{50}) durch einen Sicherheitsfaktor von 10 geteilt. Für die Herleitung der chronischen PNEC wurden Toxizitätsdaten für subletale Effekte, wie z. B. vermindertes Wachstum oder Reproduktion verwendet. Hier teilt man die höchste getestete Konzentration, die keinen Effekt hervorruft (NOEC) durch einen Sicherheitsfaktor von 10. Zur Berechnung des Mischungsrisikos wurde der Ansatz der Konzentrations-Additivität verwendet und die RQ der quantifizierten Einzelsubstanzen addiert.

Mehr Informationen:

Schneeweiss, A., Segner, H., Junghans, M., Stadtlander, T., Werner, I. (2019) Ökotoxikologische Risiken Schweiz-relevanter Pflanzenschutzmittel für Fische. *Aqua & Gas* 11, 74–80

Schneeweiss, A., Segner, H., Stadtlander, T., Werner, I. (2019) Ökotoxikologische Wirkungen Schweiz-relevanter Pflanzenschutzmittel für Fische. *Aqua & Gas* 11, 82–91

Kontakt:

Inge Werner, inge.werner@oekotoxzentrum.ch



Nur wenig Östrogene in Europas Flüssen

Untersuchungen mit Biotests haben es gezeigt: Die meisten europäischen Fließgewässer enthalten keine östrogenen Stoffe in kritischen Konzentrationen. Auch die Schweiz hat sich an dem grossen Monitoringprojekt beteiligt, das vom Oekotoxzentrum initiiert wurde. Alle Schweizer Proben waren unbedenklich.

Östrogen-aktive Stoffe, die sich in den Hormonhaushalt von Tieren oder Menschen einschalten, haben in den letzten 25 Jahren für Aufregung gesorgt: In den 1990er Jahren wurde erkannt, dass sie zur Verweiblichung von Fischen führen können mit verheerenden Folgen für deren Vermehrung. Jetzt hat das Oekotoxzentrum ein grosses Monitoringprojekt koordiniert, um einen Überblick über das Auftreten von Östrogenen in europäischen Gewässern zu gewinnen. «Ausserdem wollten wir die Anwendung von Biotests zum Nachweis der Stoffe unterstützen», erklärt Projektleiterin Eszter Simon. Untersucht haben die Wissenschaftler das natürliche Hormon 17β -Estradiol, seinen Metabolit Estron und das künstliche Hormon 17α -Ethinylestradiol.

Niedrige Wirkkonzentrationen fordern heraus

Die untersuchten Östrogene sind biologisch hochaktiv: So wirkt das synthetische Hormon 17α -Ethinylestradiol, das in der Antibabypille enthalten ist, schon in sehr kleinen Konzentrationen von weniger als 1 ng/L auf Wasserlebewesen. Diese niedrigen Wirkkonzentrationen kann man derzeit mit chemischer Spurenanalytik kaum in Wasserproben nachweisen. Auch die Wirkung von Chemikalienmischungen lässt sich mit Einzelstoffanalysen, wie sie in der chemischen Analytik verwendet werden, schwer beurteilen. In der Umwelt gibt es nämlich zahlreiche natürliche und synthetische Östrogene, deren Wirkung sich addiert.

Als Alternative empfehlen sich Biotests. Biotests auf der Basis von genetisch veränderten

Zellen können die Gesamtaktivität der bekannten und unbekannt östrogenen Stoffe einer Umweltprobe sehr spezifisch und empfindlich messen. Das Oekotoxzentrum hat bereits in mehreren Projekten Testsysteme auf der Basis von Hefezellen (Yeast Estrogen Screen = YES) oder menschlichen Zellen eingesetzt. Im Mai 2018 wurden zwei unterschiedliche YES-Varianten und ein Testsystem mit einer menschlichen Zelllinie unter ISO zertifiziert und stehen damit für die Bestimmung von Östrogenen in Gewässern und Abwasser zur Verfügung. Das Oekotoxzentrum hat den Zertifizierungsprozess tatkräftig vorangetrieben.

Östrogene nur an Hot Spots?

Die EU hat 17β -Estradiol, 17α -Ethinylestradiol und Estron auf ihre «Watch List» für potentiell schädliche Stoffe gesetzt. Die Stoffe sollen daher regelmässig gemessen werden, um ihr Umweltrisiko besser beurteilen und regulieren zu können. In einem Vorgängerprojekt hatte das Oekotoxzentrum 2015 und 2016 zahlreiche Fließgewässer- und Abwasserproben an europäischen Hotspots untersucht: Also an Orten, wo erfahrungsgemäss mit einer besonders hohen Östrogenkonzentration gerechnet werden muss. In dieser Untersuchung fanden die Wissenschaftler in rund der Hälfte der Proben ein ökotoxikologisches Risiko für Wasserorganismen. «Wir wollten jetzt wissen, wie die Situation in durchschnittlichen Gewässern aussieht», sagt Eszter Simon.

Grosse Monitoringstudie erfasst 71 europäische Gewässer

Daher haben die Forschenden in einem Folgeprojekt 71 Proben aus Oberflächenge-

wässern in ganz Europa untersucht: Insgesamt beteiligten sich 14 EU-Mitgliedstaaten und 4 Schweizer Kantone. Die EU-Proben wurden alle an Probenahmestellen entnommen, die für die Gewässerüberwachung im Rahmen der Wasserrahmenrichtlinie verwendet werden. Die Schweizer Proben stammten aus den Kantonen Zürich, Bern, St. Gallen und Thurgau. Ziel der Studie war es, das Vorkommen von östrogenen Stoffen in europäischen Fließgewässern grossflächig zu erfassen und Monitoringdaten für die EU zu sammeln. Ausserdem sollten zwei standardisierte Biotestsysteme für den Nachweis der Stoffe miteinander und mit der chemischen Analytik verglichen werden.

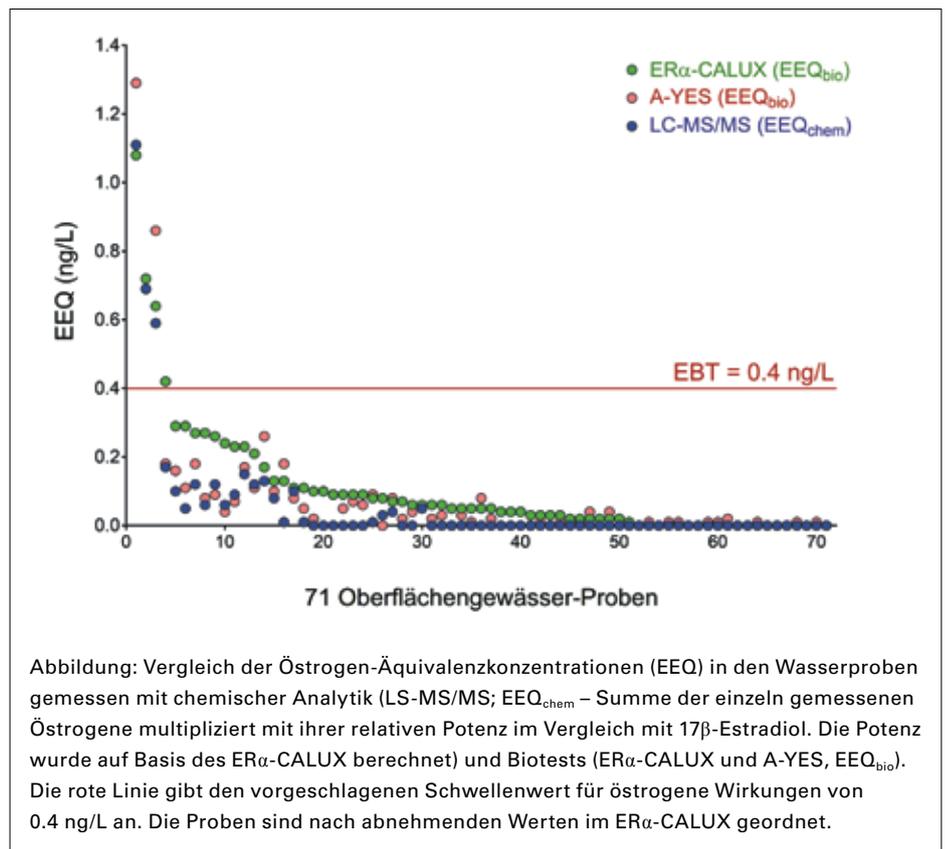
Als Biotests wurden ein kommerzieller Hefezellöstrogentest (A-YES) und ein Test mit einer menschlichen Zelllinie (ER α -CALUX) eingesetzt. Beide Testsysteme basieren auf der Bindung der vorhandenen Östrogene an den menschlichen Östrogenrezeptor und sind ISO-zertifiziert. Ausserdem wurden die Östrogene in allen Proben mit hochauflösender Flüssigchromatographie gekoppelt mit Massenspektrometrie (LC-MS/MS) charakterisiert. In dieser chemischen Analytik wiesen die Wissenschaftler das potenteste Östrogen – das synthetische Hormon 17α -Ethinylestradiol – nie oberhalb der Bestimmungsgrenze nach. Drei der untersuchten Proben enthielten allerdings 17β -Estradiol und/oder Estron in Konzentrationen oberhalb ihres ökotoxikologischen Grenzwerts von 0.4 ng/L bzw. 3.6 ng/L. Ab dieser Konzentration besteht ein Risiko für schädliche Effekte auf Organismen.



Erfreulich niedrige Östrogenkonzentrationen

Bei der Analytik mit Biotests wird die Konzentration der östrogenen Substanzen als Östradiol-Äquivalenzkonzentration ausgedrückt, also diejenige Konzentration des Hormons 17 β -Estradiol, die ebenso potent wirkt wie die unbekannte Mischung. In den Biotests fanden die Forschenden mit wenigen Ausnahmen ebenfalls eine tiefe Östrogen-Aktivität. «Die meisten Werte lagen so tief unter dem Beurteilungswert, dass sie für Gewässer als unproblematisch eingestuft werden können», so Eszter Simon. Nur in 4 von 71 Proben wurde im ER α -CALUX eine Östrogenkonzentration gefunden, die den vorgeschlagenen Schwellenwert für östrogene Wirkungen von 0.4 ng/L Östradiol-Äquivalenten überschritt; im A-YES waren es 2 Proben. Dies zeigt, dass die meisten Gewässer nach heutigem Wissensstand keine Östrogene in Konzentrationen enthalten, die ein Risiko für Wasserorganismen darstellen. In den Proben aus der Schweiz wurde mit keiner der angewendeten Analysemethoden eine östrogene Aktivität im kritischen Bereich nachgewiesen. Alle Proben lagen unterhalb des Schwellenwerts, die Hälfte der Proben sogar unterhalb der Nachweisgrenze.

«Wir waren sehr erfreut zu sehen, dass die Biotests und die chemischen Analysen so gut übereinstimmten», sagt Eszter Simon. Auch die Biotests untereinander lieferten weitgehend übereinstimmende Ergebnisse. Beide Tests hatten eine niedrigere Nachweisgrenze als die chemische Analytik.



Während mit den biologischen Methoden in 51 Proben Östrogene oberhalb der Nachweisgrenze gefunden wurden, war das mit den chemischen Methoden nur in 19 Proben der Fall. «Die Biotests sind also besonders gut für ein Screening von Wasserproben auf eine östrogene Aktivität geeignet», sagt Eszter Simon. Um die Proben weiter zu untersuchen, die ihre chemische oder

biologische Schwellenkonzentration überschreiten, empfiehlt sie eine Kombination von chemischer Analyse und Biotests.

Kontakt:
Eszter Simon,
eszter.simon@oekotoxzentrum.ch

Kurzmeldungen aus dem Oekotoxzentrum



Benoît Ferrari übernimmt Interimsleitung am Oekotoxzentrum

Am 1. September 2019 hat Benoît Ferrari die Interimsleitung des Oekotoxentrums übernommen. Benoît Ferrari ist Experte für die Ökotoxizität von Sedimenten und war seit 2013 Gruppenleiter für Sediment- und Bodenökotoxikologie am Oekotoxzentrum in Lausanne. Er hat an der Universität de Lorraine (Metz, F) Biologie und Biochemie studiert und promoviert. Anschliessend bewertete er bei Cemagref in Lyon (jetzt: Irstea) das Umweltrisiko von Arzneimitteln in Gewässern. Als Oberassistent an der Universität Genf kombinierte er geochemische und ökotoxikologische Methoden in Feld- und Laboruntersuchungen. Anschliessend bewertete Benoît bei Cemagref die Qualität von Ökosystemen, unter anderem mit Systemen zum aktiven Biomonitoring.

Benoîts eigenes Forschungsgebiet ist die Ökotoxizität von Sedimenten. Hier hat er in den letzten Jahren innovative Systeme zur Bewertung der Sedimentqualität mitentwickelt – so zum Beispiel das E-board, ein System mit Zuckmückenlarven, das direkt im Gewässer eingesetzt werden kann. Er förderte auch die Anwendung von eDNA-Methoden für das Sediment-Monitoring und war an der Entwicklung eines Konzepts zur Bewertung der Bodenqualität beteiligt. «Die Leitungsübernahme *ad interim* ist für mich eine aufregende neue Herausforderung. Ich hoffe, dass ich – zusammen mit meinen Kolleginnen und Kollegen – die hervorragende Arbeit weiterführen kann, die Inge als Leiterin des Oekotoxzentrum geleistet hat.» Die bisherige Leiterin Inge Werner arbeitet mit einem 40%-Pensum bis August 2021 weiter am Oekotoxzentrum und freut sich auf den neuen Lebensanschnitt. «So kann ich mehr Zeit mit meinem Mann verbringen, der seit einiger Zeit wieder in Kalifornien lebt, und zusammen mit dem tollen Oekotoxzentrum-Team an Projekten weiterarbeiten, die mir besonders am Herzen liegen».



Weiterbildungskurse 2020

Am 16. und 17. Juni 2020 veranstaltet das Oekotoxzentrum einen Kurs zum Thema **Mikroplastik in der Umwelt**. Mikroplastikpartikel werden weltweit regelmässig in der Umwelt nachgewiesen. Trotzdem wissen wir noch wenig über ihre Auswirkungen auf Ökosysteme und die menschliche Gesundheit. Der Kurs gibt einen Überblick über Quellen, Nachweismethoden, Vorkommen und Effekte von Mikroplastik. Ansätze zur Risikobewertung werden vorgestellt sowie aktuelle Kenntnisse zum Abbau und zur Entfernung in Kläranlagen. Es wird spezifisch auf die Umweltkonzentrationen von Mikroplastik in der Schweiz und das Risiko für Mensch und Umwelt eingegangen.

Am 27. Oktober 2020 findet der Kurs **Biomarker zur Messung von Schadstoffeinflüssen auf aquatische Organismen** statt. Biomarker ermöglichen es, die Einflüsse von Schadstoffen und anderen Stressoren auf einen Organismus zu messen. Sie können im Umweltmonitoring wichtige Informationen zur Diagnose der Umweltqualität liefern. Der Kurs soll einen Überblick über die derzeit verfügbaren Biomarker geben, die Möglichkeiten für ihre Anwendungen aufzeigen und einen Ausblick auf die zukünftigen Entwicklungen auf diesem Gebiet geben.

www.oekotoxzentrum.ch/expertenservice/weiterbildungsangebot



Neu am Oekotoxzentrum

Willkommen, Nadine Bramaz und Rébecca Beauvais!

Nadine Bramaz hat im Mai 2019 als Laborantin am Oekotoxzentrum gestartet. Hier ist sie zusammen mit Andrea Schifferli für die biologische Analyse von Wasser und Abwasser mit verschiedener Bio- und Zellkulturtests verantwortlich. Nadine Bramaz geht damit «back to the roots»: Von 2002 bis 2019 war sie als Biologielaborantin in der Abteilung Umwelttoxikologie der Eawag tätig und hat dort an der Entwicklung einer Biotestbatterie für Gewässerproben mitgearbeitet, die ab 2009 vom Oekotoxzentrum weitergeführt wurde. Vorher war die gelernte Agrobiologin bei Nestlé, Sulzer und der Universität Zürich beschäftigt.

Im September 2019 hat **Rébecca Beauvais** als wissenschaftliche Mitarbeiterin im Bereich Sediment-Ökotoxikologie am Oekotoxzentrum in Lausanne begonnen. Auch für Rébecca Beauvais geht damit zurück zu ihren Wurzeln: Von 2010 bis 2012 hatte sie als wissenschaftliche Assistentin am Oekotoxzentrum den aktuellen Stand bei der Bewertung der Sedimentqualität in der Schweiz abgeholt und ein erstes Set von Empfehlungen erarbeitet. Anschliessend zog es die Biologin zur Dissertation an die Universität Genf, wo sie mit Hilfe von Biomarkern in Algen und Wasserpflanzen die Bioverfügbarkeit von Quecksilber untersuchte. Studiert hat Rébecca an den Universitäten Montpellier und St. Etienne (F).



Lehrvideo zum L-YES

Östrogen-aktive Stoffe in der Umwelt stören den Hormonhaushalt von Organismen, indem sie die natürlich vorkommenden Östrogene nachahmen. So können sie die Entwicklung, Fortpflanzung und Gesundheit von Mensch und Tier beeinträchtigen. Im letzten Jahr wurden drei Biotestsysteme zum hochempfindlichen Nachweis der Stoffe zertifiziert, darunter auch der Hefezell-Östrogentest mit Lyticase (L-YES), den das Oekotoxzentrum regelmässig einsetzt. In genetisch veränderte Hefezellen wurde das Gen für den menschlichen Östrogenrezeptor gekoppelt mit einem Reporter gen eingebaut. Bindet eine östrogen aktive Substanz an den Östrogenrezeptor, wird daraufhin eine Farbreaktion ausgelöst. Mehr Details zur Testdurchführung finden Sie im Lehrvideo.

www.oekotoxzentrum.ch/news-publikationen/news/lehrvideo-zum-l-yes/



Online-Biomonitoring von ARA Abwasser

Eine kontinuierliche Überwachung der Abwasserqualität von ARA eröffnet neue Möglichkeiten, beispielsweise für die Kontrolle der Ozonung oder von kritischen Industrieabwässern. Für eine solche Onlineüberwachung sind Biomonitore geeignet: Sie verwenden Organismen wie Bakterien, Algen, Wasserwirbellose, Muscheln oder Fische als Sensoren, die Veränderungen der Wasserqualität anzeigen. Bis jetzt gibt es nur sehr wenig Erfahrungen, ob und welche dieser Systeme für eine Anwendung auf ARA geeignet sind. In einem neuen Projekt soll das Potential von 5 solcher Testsysteme zur Online-Überwachung evaluiert werden. Die eingesetzten Biotestsysteme verwenden unterschiedliche Organismengruppen (Algen, Wasserflöhe, Bachflohkrebs und Fische) und ermöglichen es, viele wichtige Umweltschadstoffe zu erfassen, darunter Pflanzenschutzmittel und Insektizide. Projektpartner ist die Fachhochschule Nordwestschweiz.

Kontakt: Cornelia Kienle cornelia.kienle@oekotoxzentrum.ch



Wie umweltschädlich sind Zigarettenstummel?

Mindestens jede dritte Zigarette weltweit wird nach dem Rauchen auf dem Boden entsorgt – so landen jedes Jahr 340 bis 680 Millionen Kilogramm Tabakabfälle in der Umwelt und früher oder später in unseren Gewässern. Zigarettenstummel enthalten aber zahlreiche schädliche Chemikalien, die für Wasserorganismen akut giftig sein können. Das Oekotoxzentrum hat ein neues Infoblatt erarbeitet, das über Inhaltsstoffe, Umweltverhalten und Toxizität informiert.

www.oekotoxzentrum.ch/news-publikationen/infoblaetter/

Ökotoxikologie anderswo

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

Dramatischer Vogelrückgang in Nordamerika

In den Vereinigten Staaten und Kanada gibt es heute 3 Milliarden oder 29 Prozent weniger Vögel als noch 1970, haben Wissenschaftler festgestellt. Auf Grünlandflächen wurde gar ein Verlust von 53% der Vögel beobachtet. Dies ist vergleichbar mit dem Vogelrückgang, der in den Landwirtschaftsgebieten Europas beobachtet wurde. Die Studie kombiniert fast 50 Jahre an Daten aus zahlreichen Quellen, darunter Vogelkartierungen und Radardaten von Zugvögeln von 143 Wetterstationen. Die breite Untersuchung von mehr als 500 Arten zeigt, dass sogar bei traditionell häufigen Vögeln wie Rotkehlchen und Spatzen starke Verluste auftreten. Für den Rückgang verantwortlich sind wahrscheinlich mehrere Faktoren, darunter der Verlust an Lebensräumen und der verstärkte Pestizideinsatz.

Rosenberg, K.V., Dokter, A.M., Blancher, P.J., Sauer, J.R., Smith, A.C., Smith, P.A., Stanton, J.C., Panjabi, A., Helft, L., Parr, M., Marra, P.P. (2019) Decline of the North American avifauna. *Science* 366, 120–124

Neonikotinoid bedroht Zugvögel

Wenn Zugvögel bei einem Zwischenstopp kleine Mengen an Imidacloprid zu sich nehmen, verlieren sie an Gewicht und fliegen erst später weiter – beide Effekte beeinflussen direkt die Überlebenswahrscheinlichkeit und Vermehrung der Vögel. Die kanadische Studie ist die erste, die den Einfluss von Neonikotinoiden auf freilebende Vögel untersucht. Das Insektizid, dessen Freiland Einsatz in Europa seit 2018 verboten ist, kann also negative Effekte auf Zugvögel haben. Diese machen während dem Zug oft in Landwirtschaftsgebieten Zwischenstopp.

Eng, M.L., Stutchbury, B.J.M., Morrissey, C.A. (2019) A neonicotinoid insecticide reduces fueling and delays migration in songbirds. *Science* 365, 1177–1180

Zigarettenstummel hemmen Pflanzenwachstum

Zigarettenfilter in Böden haben einen negativen Einfluss auf Keimerfolg und Sprosslänge von Klee und Gras. Dies zeigten Mesocosmenversuche mit Filtermengen, wie sie in städtischen Parks beobachtet werden. Die Forscher stellten fest, dass Filter von nicht gerauchten Zigaretten fast denselben Effekt auf die Pflanzen hatten wie die benutzten Filter. Das weist darauf hin, dass die schädliche Wirkung auch ohne die zusätzlichen Schadstoffe auftritt, die während dem

Abbrennen der Zigarette entstehen. Zigarettenfilter bestehen aus Zelluloseacetat, einem schwer abbaubaren Kunststoff.

Green, D.S., Boots, B., Da Silva Carvalho, J., Starkey, T., (2019) Cigarette butts have adverse effects on initial growth of perennial ryegrass (gramineae: *Lolium perenne* L.) and white clover (leguminosae: *Trifolium repens* L.). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 182, 109418

Amphibien reagieren hochempfindlich auf östrogen-aktive Stoffe

Frösche, die einer Mischung von Benzpyren und Triclosan in umweltrelevanten Konzentrationen ausgesetzt wurden, entwickelten Stoffwechselprobleme, die sich auch auf die Tochtergeneration auswirkten. Die weiblichen Frösche zeigten eine Vorstufe von Diabetes, die Tochtergeneration entwickelte sich langsamer und hatte weniger Nachkommen. Die Studie bestätigt, dass Amphibien empfindlicher auf östrogen-aktive Stoffe reagieren als die meisten anderen Tiere. Es wurden Effekte auf die Tochtergeneration beobachtet, die nicht gegenüber östrogen-aktiven Stoffen ausgesetzt worden war.

Usal, M., Regnault, C., Veyrenc, S., Couturier, K., Batandier, C., Bulteau, A.-L., Lejon, D., Combourieu, B., Lafond, T., Raveton, M., Reynaud, S. (2019) Concomitant exposure to benzo[a]pyrene and triclosan at environmentally relevant concentrations induces metabolic syndrome with multigenerational consequences in *Silurana (Xenopus) tropicalis*. *Science of The Total Environment*, 689, 149–159

Toxische Stoffe in Plastikartikeln

Eine neue Studie charakterisiert zahlreiche Plastikartikel, die wir in unserem täglichen Leben verwenden, auf ihre toxischen Inhaltsstoffe und chemische Zusammensetzung. 73% der untersuchten Proben enthielten Stoffe, die in Biotests toxische Effekte bewirkten. Unter den untersuchten Artikeln waren auch zahlreiche Lebensmittelverpackungen aus Plastik. Die Studie zeigt, dass Plastikmaterialien Stoffe enthalten, die in Biotests schädliche Effekte hervorrufen, aber meistens nicht weiter identifiziert werden können.

Zimmermann, L., Dierkes, G., Ternes, T.A., Volker, C., Wagner, M. (2019) Benchmarking the *in vitro* toxicity and chemical composition of plastic consumer products. *Environmental Science and Technology* 2019; 10.1021/acs.est.9b02293.

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/>.

Copyright der Fotos: Oekotoxzentrum, Andri Bryner, Eawag (S. 4), Andreas Hartl (S. 6, 7), Amt für Umwelt, Thurgau (S. 8), Aldo Todaro, Eawag (S. 9, 11); Adobe Stock (S. 11).

Erscheinungsweise: zweimal jährlich

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

Druck: Mattenbach AG, Winterthur

Gedruckt: auf Recyclingpapier

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