

oekotoxzentrum news

4. Ausgabe Mai 2012

Schweizerisches Zentrum für angewandte Oekotoxikologie | Eawag-EPFL



Stoffflussmodellierung als Entscheidungshilfe für Behörden _____	3
Östrogene aus der Nutztierhaltung _____	4
Östrogennachweis in Abwasser und Fließgewässern _____	6
Der kombinierte Algentest – vielversprechender Routinetest mit Limitationen? _____	8
Regenwürmer im Dienst der Ökotoxikologie _____	9
Kurzmeldungen aus dem Oekotoxzentrum _____	10
Ökotoxikologie anderswo _____	12

Editorial

Biotests und biologische Vielfalt



Dr. Inge Werner,
Leiterin des Oekotoxzentrums

Standardisierte Biotests, um die Qualität von Abwasser oder Oberflächengewässern zu messen, gibt es seit den 80-er Jahren. Damals war der Eintrag von Abwasser in Oberflächengewässer durch verschiedene Gesetze (z. B. Clean Water Act, USA 1977) erstmals reguliert worden. Der Weg von der Entwicklung bis zur Standardisierung und Zertifizierung eines Biotests kann jedoch lang sein und so die frühzeitige Erkennung des Gefahrenpotentials toxischer Stoffe verhindern. Oft werden daher zunächst die negativen Auswirkungen von Schadstoffen direkt in der Umwelt entdeckt. Ein Beispiel dafür sind östrogen wirkende Mikroverunreinigungen: Schon Anfang der 90-er Jahre wurde bekannt, dass männliche Fische unterhalb von kommunalen Abwasserreinigungsanlagen (ARA) weibliche Merkmale aufwiesen. Wie der Bericht über den Eintrag von Östrogenen aus der Landwirtschaft (S. 4) zeigt, beschränken sich die Quellen für östrogen wirkende Substanzen aber nicht nur auf die ARA. Leider gibt es bis heute keinen standardisierten Test für die Messung östrogener Effekte in Abwasser oder Oberflächengewässern. Wir sind bemüht,

das zu ändern (S. 6), und arbeiten national und international aktiv an der Zertifizierung solcher Testsysteme mit. Eine Kombination von ökotoxikologischen Methoden mit der Modellierung von chemischen Stoffflüssen kann dabei helfen, gefährdete Gewässerabschnitte zu identifizieren und Massnahmen zur Verringerung der Belastung zu ergreifen (S. 3).

Dass ein fundiertes Fachwissen nötig ist, um Biotests korrekt zu interpretieren, zeigte Roger Gauchs Masterarbeit am Oekotoxzentrum. Die Arbeit beschäftigte sich mit dem kombinierten Algentest und seiner Fähigkeit, die Effekte verschiedener Herbizide zu detektieren (S. 8). Die Vielzahl der Umweltschadstoffe und ihrer Wirkmechanismen stellt hohe Ansprüche an die Wissenschaft. Toxische Wirkungen sind immer substanz- und artspezifisch, und es gibt daher noch viele «weisse Flecken» in unserer Fähigkeit, die schädlichen Effekte von Chemikalien auf Umweltlebewesen zu erkennen und zu quantifizieren. So wird ein Herbizid, das die pflanzliche Photosynthese hemmt, bei Tieren kaum Schaden anrichten, wenn nicht noch andere Wirkmechanismen zum Tragen kommen. Dagegen wirken die wichtigsten bekannten hormonaktiven Substanzen vor allem auf Fische, da diese als Wirbeltiere ähnliche Hormonrezeptoren und -signalketten besitzen wie die Säugetiere. Bodentiere haben wiederum andere Empfindlichkeiten. Daher haben wir unser Spektrum an Biotests neu auch um Tests mit Regenwürmern erweitert (S. 9).

Die Vielfalt der lebenden Arten, ihre unterschiedliche Empfindlichkeit gegenüber Umweltchemikalien und die Interaktionen zwischen den Einzelarten sind für die Ökotoxikologie nach wie vor eine grosse Herausforderung. Wo Artengemeinschaften gut untersucht sind, wie in den Fließgewässern der Schweiz, lassen sich langfristige Probleme mit der Wasserqualität anhand der Artenzusammensetzung von Makroinvertebraten oder Kieselalgen erfassen. Einen vielversprechenden Ansatz bietet hier der SPEAR («species at risk»)-Index, der die Effekte von Insektiziden sehr sensitiv anzeigt. Allerdings sind die dazu notwendigen Monitoringprogramme aufwändig, und das Wetter kann die Resultate stark beeinflussen. Nach wie vor suchen wir also nach effektiven Biomarkern für das Freilandmonitoring, die uns Aufschlüsse über die Exposition und Wirkung von Schadstoffen auf freilebende Arten geben können. Moderne molekularbiologische und biochemische Methoden sind hier vielversprechend, aber es wird noch viel Forschung nötig sein, bis sie in der Praxis eingesetzt werden können. Allerdings sind die technischen Fortschritte auf diesem Gebiet beeindruckend und, wer weiss, manchmal passieren die Dinge schneller, als man denkt!

Freundliche Grüsse,



Die Stoffflussmodellierung als wichtige Entscheidungshilfe für Behörden

In seiner Funktion als ‚Drehscheibe‘ koordiniert das Oekotoxzentrum neue Projekte zur Stoffflussmodellierung. Damit trägt es dazu bei, diese kosteneffiziente Ergänzung zur Probenahme und chemischen Analyse weiter zu etablieren. Die Ergebnisse werden die Behörden dabei unterstützen, die Belastung ihrer Gewässer zu erfassen.

Gewässer in Ballungsräumen sind häufig mit organischen Spurenstoffen belastet, die bereits in sehr tiefen Konzentrationen negativ auf Wasserlebewesen einwirken können und die Gewässer als Ressourcen für die Trinkwassergewinnung belasten. Beispiele sind Rückstände von Arzneimitteln, Pflanzenschutzmitteln, Haushalts- und Industriechemikalien, die oft über das gereinigte Abwasser in die Gewässer gelangen. Wie das Projekt «Strategie Micropoll» des Bundesamts für Umwelt gezeigt hat, kann die Belastung durch diese Mikroverunreinigungen durch eine zusätzliche Reinigungsstufe in ausgewählten Abwasserreinigungsanlagen (ARA) deutlich verringert werden.

Mehr Kosteneffizienz für Behörden

Behörden müssen die chemische Belastung ihrer Gewässer erfassen, um den Gewässerschutz zu garantieren, und nehmen dazu meist Gewässerproben und analysieren diese chemisch. Doch das ist aufwändig und teuer, und die gewonnenen Informationen sind auf den Raum und die Zeit der Probenahme beschränkt. Ein vielversprechender neuer Ansatz ist der Einsatz von Stoffflussmodellen als kosteneffiziente Screening Tools. Diese sind nämlich nicht nur in der Lage, potentiell gefährdete Gewässerabschnitte zu identifizieren, sondern können auch Hinweise geben, mit welchen ARA-Ausbauszenarien die Belastung mit Mikroverunreinigungen verringert werden kann. In drei internationalen Projekten koordiniert das Oekotoxzentrum den Einsatz von Stoffflussmodellen als Ergänzung zu chemischen Messungen.

Ein nationales Stoffflussmodell wurde im Rahmen des Projektes «Strategie Micropoll» an der Eawag entwickelt. Dieses ermöglicht, den Schadstoffeintrag aus den kommunalen ARA vorherzusagen [1,2]. Jetzt setzen das Oekotoxzentrum und seine Partner von der Eawag und der ENVILAB AG das Modell in Zusammenarbeit mit den lokalen Behörden im schweizerisch-französischen Einzugsgebiet des Genfersees und den deutschen Bundesländern Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg ein. Das Oekotoxzentrum wirkt jeweils als Drehscheibe zwischen den Partnern aus Behörden, Wissenschaft und Praxis und trägt sein Expertenwissen im Bereich der ökotoxikologischen Qualitätskriterien ein.

Welche Massnahmen sind sinnvoll?

In allen drei Gebieten soll die Gewässerbelastung mit Mikroverunreinigungen aus dem Ablauf der ARA flächendeckend dargestellt werden. Auf der Basis der spezifischen ARA-Daten wird das Stoffflussmodell auf ausgewählte mit herkömmlichen Reinigungsmethoden nicht eliminierbare Stoffe angewendet und durch den Vergleich mit Messwerten verifiziert. Durch diese Situationsanalyse können die Behörden ihre weiteren Messungen und Untersuchungen auf Problemstellen fokussieren und so den Messaufwand deutlich verringern.

Darüber hinaus werden verschiedene Strategien zur Verringerung der Belastung verglichen und priorisiert. Beispielsweise soll in Nordrhein-Westfalen geprüft werden, ob der prioritäre Ausbau der ARA oberhalb von Trinkwassergewinnungsanlagen in der Lage ist, die Trinkwasserqualität zu schützen. Dort sind Trinkwasseraspekte besonders wichtig, da das Trinkwasser zu grossen Teilen aus Uferfiltrat des Rheins sowie dessen Zuflüssen gewonnen wird. Ausserdem soll geprüft werden, ob der Einsatz einer zusätzlichen Reinigungsstufe der ARA mit Pulveraktivkohle oder Ozonung geeignet ist, den grössten Teil der Mikroverunreinigungen zu entfernen.

Kontakt:

Robert Kase, robert.kase@oekotoxzentrum.ch

Literatur

- [1] Ort, C., Hollender, J., Schaerer, M., Siegrist, H. (2009). Model-based evaluation of reduction strategies for micropollutants from wastewater treatment plants in complex river networks. *Environ. Sci. Technol.*, 2009, 43, 9, 3214-3220
- [2] Götz, C.W., Kase, R., Hollender J. (2011). Mikroverunreinigungen – Beurteilungskonzept für organische Spurenstoffe aus kommunalem Abwasser. Studie im Auftrag des BAFU. Eawag, Dübendorf



Östrogene aus der Nutztierhaltung

Natürliche Hormone aus der Nutztierhaltung tragen zur Östrogenbelastung von Gewässern bei. Im Auslauf von Drainagerohren erreichen sie kurzzeitig Spitzenkonzentrationen, die Effekte auf Wasserorganismen haben können. Ihre Auswirkung auf die Entwicklung von Fischlarven sollte genauer untersucht werden.

Der zunehmende Nachweis von hormonaktiven Stoffen in Schweizer Gewässern hat Besorgnis hervorgerufen. Können diese doch den Stoffwechsel von Wasserorganismen stören und werden mit für den allgemeinen Fischrückgang verantwortlich gemacht. Ein grosser Teil der «Umwelthormone» sind synthetisch produzierte Substanzen aus Alltagsprodukten oder Industrie, deren Hormonwirkung nicht beabsichtigt ist, wie zum Beispiel Inhaltsstoffe von Kunststoffen oder Kosmetikprodukten, Flammschutzmittel und Detergenzien. Die Stoffe gelangen meist mit dem gereinigten Abwasser aus konventionellen Kläranlagen in die Gewässer, wo das Auftreten von Intersex-Fischen in den 1990-er Jahren in England zum ersten Mal für Aufsehen sorgte.

Typische Östrogen-Konzentrationen im Ausgang von Kläranlagen liegen zwischen 1 und 3 ng/l Östradiol-Äquivalenten (EEQ), haben also dieselbe biologische Wirkung wie diese Konzentration des natürlichen weiblichen Hormons 17 β -Östradiol. Doch bereits eine dauernde Belastung mit einer Konzentration über 0,4 ng/l 17 β -Östradiol – dem von EU und Oekotoxzentrum vorgeschlagenen Qualitätskriterium für diese Substanz – kann zur Verweiblichung von männlichen Fischen führen. Im letzten Jahrzehnt wurde der Eintrag von Östrogenen aus Abwasser intensiv untersucht. Mit dem Resultat, dass ausgewählte Schweizer Kläranlagen nun um eine zusätzliche Reinigungsstufe aufgerüstet werden sollen, um unter anderem diese Verbindungen zu entfernen.

Milchkühe als Östrogenquelle?

Auch die Landwirtschaft ist eine Quelle für hormonaktive Substanzen in Gewässern – dies wurde allerdings bisher kaum untersucht. Besonders bedeutend ist der Eintrag aus der Nutztierhaltung. Denn Nutztiere sind Säugetiere und produzieren wie Menschen im natürlichen Hormonzyklus Östrogene. Im Unterschied zum Menschen sind Milchkühe aber fast ständig schwanger, um ihre hohe Milchproduktion langfristig aufrecht zu erhalten. Schwangere Kühe haben einen besonders hohen Östrogenspiegel im Blut und geben daher um Grössenordnungen mehr Östrogene im Urin ab als Menschen. So scheiden die 1,6 Millionen Rinder in der Schweiz über das ganze Jahr hinweg gerechnet mehr als 10 mal so viel Östrogene aus wie die knapp 8 Millionen Menschen – insgesamt um die 500 kg EEQ/Jahr.

Fast alle Ausscheidungen der Tiere werden als Gülle oder Mist oder direkt beim Weiden auf Äcker und Wieseland ausgebracht, um diese zu düngen und den Nährstoffkreislauf zu schliessen. Bisher wurde nicht untersucht, ob dies negativ auf die Schweizer Gewässer wirkt. Ein Projekt des Instituts für Umwelt und natürliche Ressourcen der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften in Zusammenarbeit mit dem Oekotoxzentrum und dem Kanton Thurgau sollte hier Abhilfe schaffen: Ziel war es herauszufinden, ob die Gülle aus der Milchwirtschaft deutlich zur Gewässerbelastung mit Östrogenen beiträgt. Das Projekt wurde von Bundesamt für Umwelt finanziert.

Drainagewasser ohne Bodenfilter

Normal ist Boden eine effektive Barriere für den Eintrag von hormonaktiven Substanzen in Gewässer: Östrogene sind nämlich hydrophob und lagern sich daher gern an Bodenpartikel an. Es gibt allerdings Pfade, auf denen die Östrogene von Weiden oder Äckern direkt in die Gewässer gelangen können – nämlich durch die schnelle Ableitung von Regenwasser durch Drainagen, die über bevorzugte Fliesswege mit der Oberfläche verbunden sind und so den Bodenfilter umgehen. Die Böden im Schweizer Mittelland und Alpenvorland sind oft lehmig und verlässen leicht. Daher werden im Schweizer Durchschnitt mehr als 20 % aller Böden mit Drainagen entwässert, in manchen Regionen deutlich mehr. Regnet es heftig auf drainierten Boden, so fliesst das Wasser in wenigen Minuten durch die Drainagerohre ab und nimmt die löslichen Stoffe von der Oberfläche mit. Kurz nach dem Gällen können also auch die Östrogene mitgespült werden. Zusätzlich ist ein direkter Eintrag der Östrogene in Gewässer über den Oberflächenabfluss möglich.

Auf dem Land eines Thurgauer Bauernhofs wurde untersucht, ob sich die Östrogene aus der Gülle tatsächlich im Drainagewasser einer intensiv genutzten Viehweide nachweisen lassen. Drainagen sammeln das Sickerwasser einer grossen Fläche ein und führen es an einem Punkt zusammen, wo es gut beprobbar ist. Die Wissenschaftler wählten einen Untersuchungszeitraum zwischen Vorfrühling und Frühsommer, um sicher zu sein, dass die Wiesen schneefrei und beweidet waren und die Gülle ausgebracht werden



durfte. Generell wird vor der ersten Wachstumsphase und nach dem ersten Schnitt die meiste Gülle appliziert.

In insgesamt 5 Feldkampagnen nahmen die Wissenschaftler Proben aus einem Drainagerohr und dem Einlauf des Drainagesystems in den nahen Bach. Anschliessend untersuchten sie die Proben mit zwei biologischen *in vitro* Testsystemen auf ihre östrogene Aktivität. Beide Tests funktionieren mit genetisch veränderte Zellen, die einen menschliche Östrogenrezeptor tragen: Beim Hefezell-Östrogentest (YES) sind es Hefezellen, beim ER-Calux® Test eine menschliche Zelllinie. Biologische Testsysteme können Östrogene in tieferen Konzentrationen nachweisen als die chemische Analytik und berücksichtigen, dass sich die biologische Wirkung verschiedener östrogenen Substanzen summiert.

Östrogene stabiler als erwartet

Die vorhergesagte Auswaschung der Östrogene fand tatsächlich statt: Wenn es nach dem Güllen stark regnete, wurden im Drainagerohr kurzzeitig EEQ-Konzentrationen von 10 ng/l oder mehr gemessen. Diese Konzentrationen sind deutlich höher als diejenige in Kläranlagenausläufen, gingen aber immer innerhalb von Stunden wieder zurück. Manuelle Stichproben sind also nicht geeignet, um den Einfluss von Gülle-Östrogenen in Oberflächengewässer abzuschätzen, da sie hohe kurzzeitige Belastungen übersehen können. Interessant war, dass die Wissenschaftler in der einen Feldkampagne eine deutlich erhöhte östrogene Aktivität fanden, obwohl die letzte Güllegabe schon fast zwei

Wochen her war. Tatsächlich hatten auch andere Wissenschaftler berichtet, dass Östrogene in natürlichen Böden stabiler sind als aufgrund von Laborexperimenten erwartet. Sie können offensichtlich über einen längeren Zeitraum ausgewaschen werden, abhängig vom Zeitpunkt der Güllung, dem Wetter und den Bodeneigenschaften.

Das Risiko für Wasserorganismen in einem spezifischen Fliessgewässer durch Östrogene aus Gülle beeinträchtigt zu werden, hängt vom Anteil drainierter Böden im Einzugsgebiet, den Bewirtschaftungsmethoden des Bauern und den Eigenschaften der lokalen Böden ab. Je nach Topografie gelangen auch zusätzliche Östrogene über den Oberflächenabfluss ins Fliessgewässer. Die Konzentrationsspitzen halten jeweils nicht sehr lange an, und die Endkonzentrationen im Bach sind sicher viel tiefer als direkt in den Drainageröhren. Trotzdem ist es zu früh für eine Entwarnung. Am stärksten betroffen sind vermutlich kleine Bäche in intensiv beweideten Gebieten. Da die Bauern nicht gleichzeitig güllen, werden die Bäche über das Jahr hinweg immer wieder mit Östrogen belastet. Besonders empfindlich auf Östrogenbelastungen reagieren frühe Entwicklungsstadien von Fischen – und noch ist wenig über den Einfluss von kurzzeitigen Östrogenspitzen auf sie bekannt. Kritisch könnte es im Vorfrühling oder im Spätherbst werden, wenn der Abbau im Boden durch die tiefen Temperaturen gering ist und der Druck auf die Bauern steigt, ihre Güllesilos zu entleeren. Bachforellen etwa laichen im November und Dezember und ihre Eier entwickeln sich bis zum frühen März – sie wer-

den also ziemlich sicher mit Östrogenen aus Gülle belastet. Die Auswirkung dieser Stoffe auf die Entwicklung der Fischlarven sollte genauer untersucht und mögliche Massnahmen aufgezeigt werden.

Kontakt:

Andreas Schönborn,
andreas.schoenborn@zhaw.ch
Petra Kunz, petra.kunz@oekotoxzentrum.ch



Östrogennachweis in Abwasser und Fliessgewässern – unterwegs zu einem umfassenden ökotoxikologischen Beurteilungskonzept

Noch fehlen praxistaugliche Methoden, um die Gewässerqualität auf der Basis ökotoxikologischer Effekte zu bewerten. Das Oekotoxzentrum hat die Möglichkeiten für eine praxistaugliche Methode am Beispiel der Belastung mit östrogen aktiven Substanzen beurteilt – ein erster Schritt zu einem umfassenden Beurteilungskonzept.

Die Fliessgewässer der Schweiz sind vielfältigen Belastungen ausgesetzt. Die Schweizerische Gewässerschutzverordnung verlangt, dass die dort lebenden Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen geschützt werden – doch für einen umfassenden Schutz der Flüsse und Bäche muss zunächst ihr Zustand detailliert beschrieben werden können. Daher entwickelt die strategische Begleitgruppe Oberflächengewässer (sowie das inzwischen abgeschlossene Modul-Stufen-Konzept) unter Federführung des Bundesamts für Umwelt standardisierte Methoden, um verschiedene Aspekte der Wasserqualität zu erfassen und zu bewerten. Inzwischen existiert ein breites Spektrum unterschiedlicher Methoden, jedoch noch kein Methodenvorschlag zur Beurteilung der Wasserqualität auf ökotoxikologischer Basis.

Problemgruppe Östrogene

Daher erarbeitet das Oekotoxzentrum in Zusammenarbeit mit Vertretern des Bundes, kantonalen Gewässerschutzfachstellen, der Forschung und privaten Büros derzeit ein Konzept, um die Ökotoxizität belasteter Fliessgewässer routinemässig zu beurteilen – und zwar auf der Grundlage von Biotests. Geeignete Biotests müssen zahlreiche Anforderungen erfüllen: Sie sollen sensitiv, wirkungsorientiert, einfach durchführbar und kostengünstig sein. Für die Bewertung wurden als erste Substanzgruppe östrogen wirksame Stoffe ausgewählt, da sie für empfindliche Gewässer ein hohes Risiko darstellen. Sie binden nämlich wie natürliche Hormone an die körpereigenen Östrogenrezeptoren und können so die Fortpflanzung von Wasserorganismen stören. Die östrogen aktiven Stoffe in Fliessgewässern stammen beispielsweise aus Kunststoffen, Sonnenschutzmitteln, Flammschutzmitteln und Pestiziden. Diese Substanzen sind teilweise in Konzentrationen biologisch wirksam, in denen sie chemisch nicht nachweisbar sind. Ausserdem kann sich die Wirkung der Gewässerschadstoffe addieren, was eine Bewertung auf chemischer Basis schwierig macht, da nie alle Stoffe gemessen werden können.

Biotests auf dem Prüfstand

Als ersten Schritt beurteilte Cornelia Kienle vom Oekotoxzentrum zusammen mit ihren Kolleginnen und Kollegen verschiedene Biotestsysteme daraufhin, ob sie sich zur Messung östrogenen Stoffe in einer Routine-Messkampagne eignen. Die Kampagne fokussierte auf problematische Gewässer mit einem hohen Anteil an gereinig-

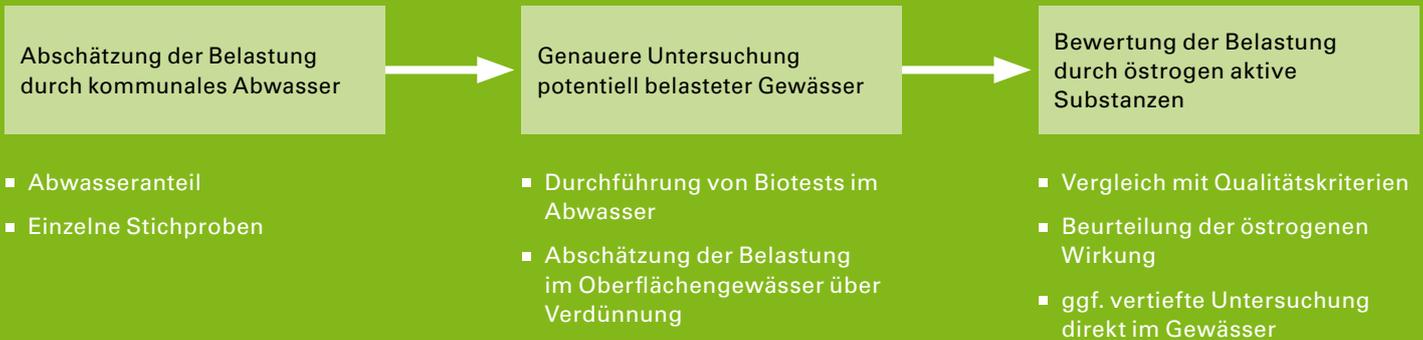
tem Abwasser. Die Forschenden untersuchten 38 Abwasser- und Gewässerproben von 14 schweizerischen Abwasserreinigungsanlagen (ARA) aus fünf verschiedenen biogeografischen Regionen. Auf dem Prüfstand standen zwei Biotests, die eine östrogene Wirkung in genetisch veränderten Zelllinien nachweisen. Der Hefezell-Östrogentest (YES) verwendet dazu Hefezellen, die eine Bindung an den menschlichen Östrogenrezeptor über einen Farbumschlag von gelb nach rot messen. «Dieser einfache Test ist kostengünstig, frei verfügbar und wird breit genutzt», erklärt Kienle. Als zweiten Test wählten die Forschenden den kommerziellen ER-Calux® mit menschlichen Zellen, denen ein Östrogenrezeptor eingesetzt wurde. «Wegen der Arbeit mit Zelllinien ist der ER-Calux® aufwändiger und teurer in der Durchführung als der YES, aber auch deutlich sensitiver», so Kienle.

Bei beiden Testverfahren handelt es sich um *in vitro* Biotests, die die Effekte aller Substanzen mit einem bestimmten Wirkmechanismus erfassen, wie hier die Aktivierung des menschlichen Östrogenrezeptors. Es gibt auch standardisierte *in vivo* Tests, die die Wirkung östrogenen Stoffe auf ganze Organismen untersuchen: zum Beispiel den Fish Early Life Stage Test mit Regenbogenforellen, in dem die Konzentration des weiblichen Eidotterproteins Vitellogenin als Indikator für eine östrogene Belastung gemessen wird. «Dieser Test ist jedoch für Routineuntersuchungen zu aufwändig», erklärt Kienle. «Ausserdem sollte die Verwendung von Testorganismen, besonders Fischen, aus Tierschutzgründen vermieden werden.» Als Ergänzung zu den Biotests wurden die wichtigsten östrogenen Stoffe aus dem kommunalen Abwasser chemisch analysiert, nämlich 17 β -Östradiol, 17 α -Ethinylöstradiol, Estron, Bisphenol A und Nonylphenol.

Beurteilungskonzept für Östrogene

In der Messkampagne zeigte sich, dass der YES wie erwartet rund 10-mal weniger sensitiv war als der ER-Calux®: Die Nachweisgrenze beim YES lag bei einer Gewässerkonzentration von 0,1 ng/l, die beim ER-Calux® bei 0,01 ng/l Östradiol-Equivalenten (EEQ), also der biologischen Wirkung, die dieser Konzentration des natürlichen weiblichen Hormons 17 β -Östradiol entspricht. Mit beiden Testsystemen wurde unterhalb der Abwassereinleitung der ARA mehr Östrogen im Fliessgewässer nachgewiesen als oberhalb. Auf Grundlage der Biotestergebnisse teilten die Wissenschaftler die Wasserqualität

Übersicht über die einzelnen Elemente eines möglichen Beurteilungskonzepts für östrogen aktive Substanzen



der Testproben in insgesamt 3 Qualitätsklassen ein (siehe Abbildung). Entscheidend für die Einteilung war, um wie viel der gemessene Wert das ökotoxikologisch basierten Qualitätskriterium für 17 β -Östradiol von 0,4 ng/l (Vorschlag für Umweltqualitätsnorm der EU) über- oder unterschritt. Die beiden Testsysteme zeigten teilweise unterschiedliche Befunde, die durch die unterschiedliche Empfindlichkeit der Testsysteme begründet sind. Die Beurteilungsmethode muss noch auf ihre Praxistauglichkeit geprüft werden.

Als pragmatisches Vorgehen für abwasserbelastete Gewässer empfehlen Kienle und Kollegen, den YES-Test zu benutzen, um den Östrogengehalt im Kläranlagenablauf zu bestimmen. «Aus diesem Wert konnten wir die Endkonzentration im Gewässer über die Verdünnung im Vorfluter abschätzen», sagt Kienle. Die Wasserqualität wird anschliessend über einen Vergleich mit dem Qualitätskriterium bestimmt. Der YES ist zwar weniger empfindlich als der ER Calux[®], lässt sich jedoch gut für die Bewertung stärker belasteter Proben einsetzen. Der Hauptvorteil des Verfahrens liegt in seiner guten Eignung für eine Routineanwendung; der Test ist nämlich einfach durchzuführen und preiswert. «Die Anwendung in kantonalen und privaten Laboren kann ich mir gut vorstellen. Dazu sind aber noch verschiedene Vorarbeiten notwendig», so Kienle. Mit der chemischen Analytik konnten die Forschenden die Wasserqualität in Bezug auf die Östrogenbelastung nicht umfassend beurteilen, da

die Bestimmungsgrenzen für einige Östrogene höher liegen als die Effektkonzentrationen. Ausserdem können nicht alle potentiell aktiven Substanzen chemisch analysiert werden.

Die gezeigten Methoden und Konzepte sind vielversprechend und zeigen, dass mit Biotests die östrogene Aktivität in Fließgewässern beurteilt werden kann. Dazu muss aber ein breit abgestütztes und in der Praxis erprobtes Erhebungs- und Beurteilungskonzept erarbeitet werden. Zunächst wollen die Forschenden die untersuchten Biotestmethoden weiter validieren. Für beide Tests wurde schon eine ISO-Zertifizierung in die Wege geleitet (siehe Artikel in den letzten Oekotoxzentrum News). Dabei sollen auch Verfahren untersucht werden, die für eine Anwendung in weniger belasteten Oberflächengewässern infrage kommen, wie ein optimiertes YES-Verfahren mit höherer Sensitivität. Kienle und Kollegen werden ausserdem prüfen, welche Methoden sich zur Messung anderer toxischer Wirkungen eignen. So soll, Schritt für Schritt, ein umfassendes ökotoxikologisches Konzept zur Fließgewässerbewertung erarbeitet werden.

Der Projektbericht kann bei Cornelia Kienle bezogen werden.

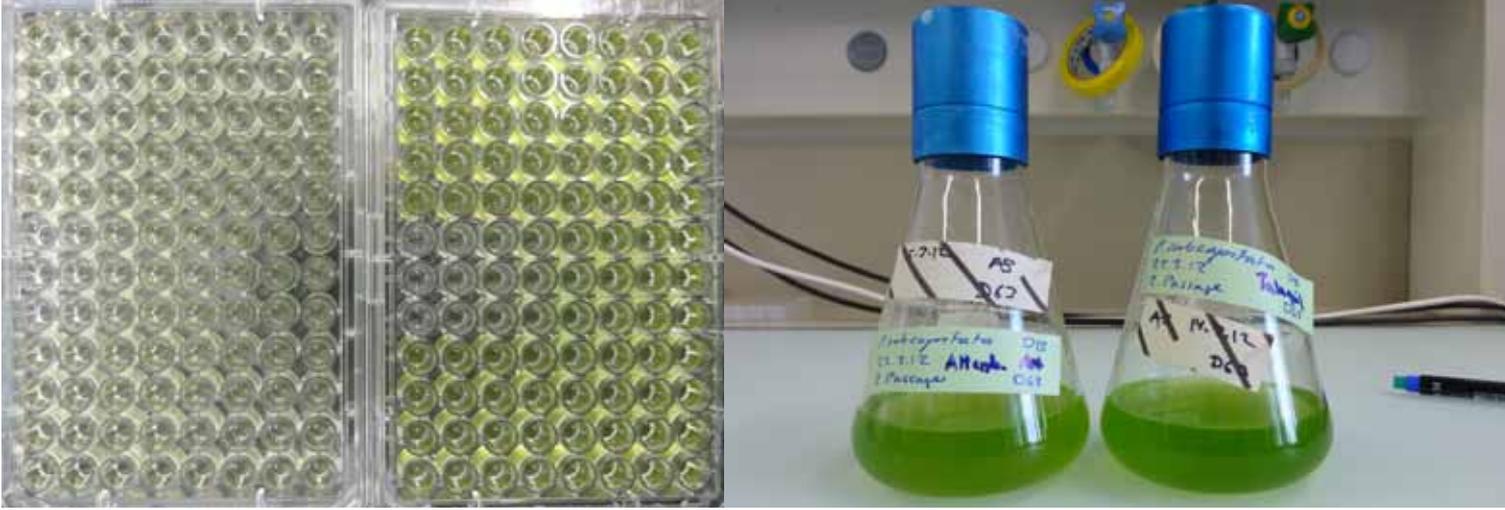
Kontakt:

Cornelia Kienle, cornelia.kienle@oekotoxzentrum.ch

Vorschlag für die Beurteilung der Wasserqualität für östrogen aktive Substanzen aus kommunalem Abwasser

Beurteilung ¹	Beschreibung		Einhaltung Qualitätskriterium
Gut	Die Östradiol-Äquivalenz-Konzentration (EEQ) ist kleiner als das 0.5-fache chronische Qualitätskriterium für 17 β -Östradiol	EEQ < 0.5 x CQK	eingehalten
Im Bereich des Qualitätskriteriums	EEQ ist kleiner als das 2.5-fache CQK für 17 β -Östradiol	0.5 x CQK \leq EEQ < 2.5 x CQK	im Grenzbereich
Unbefriedigend bis schlecht	EEQ ist gleich oder grösser als das 2.5-fache CQK für 17 β -Östradiol	EEQ \geq 2.5 x CQK	überschritten

¹ Die Beurteilung bezieht sich nur auf die wirkungsbasierten Qualitätskriterien.



Der kombinierte Algentest – vielversprechender Routinetest mit Limitationen?

Miniaturisierte Biotestsysteme wie der kombinierte Algentest sind aussichtsreich für ein Routine-Monitoring der Wasserqualität. Die zusätzliche Bestimmung der Zellzahl vergrössert die Testempfindlichkeit für Herbizide, die die Zellteilung hemmen.

In Schweizer Flüssen und Seen werden regelmässig Herbizide nachgewiesen, die meist über Oberflächenabfluss eingetragen werden. Ursprünglich zur Unkrautvernichtung in Landwirtschaft und städtischen Gebieten eingesetzt, können diese Stoffe aber auch Wasserorganismen schädigen. Um die giftige Wirkung der Herbizide nachzuweisen, verwenden Behörden meist Biotests mit einzelligen Grünalgen, die in der Natur einen wichtigen Teil des Planktons darstellen. Die Tests müssen in der Lage sein, viele Wasserproben in kurzer Zeit zu analysieren, und akkurate und reproduzierbare Resultate liefern. Eine vielversprechende Entwicklung der Eawag ist der kombinierte Algentest mit der Grünalge *Pseudokirchneriella subcapitata*, mit dem auf einer Mikrotiterplatte in 24 Stunden zahlreiche Proben gemessen werden können. Während herkömmliche Algentests nur die Hemmung des Algenwachstums untersuchen, erfasst der kombinierte Algentest zusätzlich die Hemmung der Photosynthese, einen häufigen Wirkmechanismus von Herbiziden.

Problemfall Zellteilungshemmer?

Masterstudent Roger Gauch untersuchte am Oekotoxzentrum zusammen mit Marion Junghans, ob der kombinierte Algentest tatsächlich hält, was er verspricht. Hatte es doch Hinweise darauf gegeben, dass der Test nicht empfindlich genug für Herbizide sei, die die Zellteilung der Algen hemmen: Die Algen wachsen dann zwar weiter, können sich aber nicht mehr teilen, so dass riesige Zellen entstehen. «Das Algenwachstum wird im Test mit der optischen Dichte im Photometer bestimmt», erklärt Gauch. «So kann

gut eine Wirkung auf die Gesamtmasse der Algen nachgewiesen werden, aber nicht auf die Zellzahl.» Er untersuchte, wie sensitiv der Test die Toxizität von zwei verschiedenen Herbiziden analysiert: dem Photosynthesehemmer Diuron und dem Zellteilungshemmer Metazachlor. Um Effekte auf die Zellteilung direkt nachzuweisen, bestimmte Gauch zusätzlich die Zellzahl der Algen in einem automatischen Zellzähler.

Die Giftigkeit des Diurons auf die Algen konnte Gauch am empfindlichsten über die Photosynthesehemmung nachweisen. Beim Metazachlor dagegen reagierte die Zellzahl am empfindlichsten. Die optische Dichte eignete sich deutlich schlechter zur Bestimmung der Giftigkeit: Effekte auf die Algen wurden erst bei höheren Herbizidkonzentrationen entdeckt, da die Zellen auch dann noch weiter wuchsen, wenn sie sich nicht mehr teilten. Die Forschenden untersuchten nun verschiedene Mischungen von Diuron und Metazachlor, um herauszufinden, ob der Effekt auch für Substanzmischungen eine Rolle spielt, die sich in Umweltproben finden. Tatsächlich: War die Metazachlorkonzentration weniger als 1,66 mal grösser als die Diuronkonzentration, dann liess sich die Giftigkeit der Mischung am empfindlichsten über die Photosynthese bestimmen. Bei höheren Mischungsverhältnissen jedoch kam der Effekt auf die Zellteilung zum Tragen und die Toxizität der Mischung wurde unterschätzt, wenn nur Photosynthesehemmung und optische Dichte aber nicht die Zellzahl gemessen wurde.

Effekt in Umweltproben

Zuletzt wendeten Gauch und Junghans ihr Konzept auf reale Umweltproben aus zwei Fließgewässern an, nämlich Aabach und Töss. Auf Basis des chemischen Nachweises von insgesamt 22 Herbiziden verglichen die Forschenden die Toxizität der Wasserproben: Wenn sie nur die Photosynthesehemmung betrachteten, bestand die Gefahr, dass sie im Aabach 4 % der Umweltproben in ihrer Giftigkeit unterschätzten; in der Töss waren es 19 %. «Mit dem kombinierten Algentest könnten wir also die Toxizität in fast 90 % der Umweltproben empfindlich bestimmen», fasst Junghans zusammen. Für die Beurteilung von Proben, in denen es Hinweise auf eine hohe Konzentration von Zellteilungshemmern gibt, empfehlen die Forschenden, zusätzlich die Zellzahl der Algen zu bestimmen. Diese Untersuchung ist aber zeitaufwändig und sollte nur durchgeführt werden, wenn es notwendig ist.

Kontakt:

Marion Junghans,
marion.junghans@oekotoxzentrum.ch



Regenwürmer im Dienst der Ökotoxikologie

Ökotoxikologische Tests mit Bodenorganismen helfen, einen effektiven Bodenschutz zu gewährleisten. Als Ergänzung zu anderen Verfahren führt das Oekotoxzentrum neu Tests mit Regenwürmern durch, um die Bodengesundheit gesamthaft zu beurteilen.

Schadstoffe beeinträchtigen die Gesundheit der Böden, die eine Grundlage für die Bodenfruchtbarkeit und viele wichtige Bodenprozesse ist. Um die Belastung mit Fremdstoffen zu bestimmen, werden meist Bodenproben genommen und chemisch analysiert. Es ist jedoch sehr aufwändig, alle Stoffe zu messen oder Kombinationswirkungen zwischen verschiedenen Stoffen zu evaluieren. Ausserdem gibt eine chemische Analyse nur begrenzte Informationen über die Bioverfügbarkeit der Substanzen.

Hohe ökologische Relevanz

Ökotoxikologische Testverfahren mit Bodenorganismen sind daher eine sinnvolle Ergänzung zu chemischen Analysen. Hierfür werden häufig Regenwürmer verwendet, die in Zukunft auch dem Oekotoxzentrum helfen sollen, die Belastung von Böden umfassend zu bewerten. Regenwürmer eignen sich ideal als Testorganismen: Aufgrund ihres Fressverhaltens, ihrer stark durchlässigen Haut und ihres grossen Oberfläche-Volumen-Verhältnisses nehmen sie nämlich leicht Schadstoffe auf und reagieren daher sensitiv auf Belastungen. Ausserdem haben Regenwürmer eine hohe ökologische Relevanz für Böden. Durch ihre Lebensweise leisten sie einen wichtigen Beitrag einerseits zum Abbau organischer Substanzen und andererseits zur Durchmischung, Auflockerung und besseren Belüftung von Böden – und erhöhen so die Bodenqualität.

In der Schweiz gibt es ungefähr 40 Regenwurmartens. Für die ökotoxikologischen Tests werden meist Kompostwürmer der Art *Eisenia fetida* oder *Eisenia andrei* verwendet, da sich diese gut im Labor züchten lassen und daher unter ISO und OECD zertifiziert sind. Regenwurmtests mit Kompostwürmern sind auch in den Zulassungsverfahren für Pflanzenschutzmittel verankert. Die Regenwürmer der Art *Eisenia fetida* werden am Oekotoxzentrum in Polypropylen-Eimern auf einem Substrat aus Torf und Mist gezüchtet. Die Tiere sind einfach zu halten, einzig die Feuchtigkeit des Substrats, die konstant bei etwa 75 % liegen sollte, ist etwas schwieriger zu kontrollieren.

Verschiedene Testverfahren

Am Oekotoxzentrum sollen zwei verschiedene Regenwurmtests durchgeführt werden. Im Regenwurm-Reproduktionstest wird die

Zahl der Nachkommen nach einer Belastung durch natürlich verschmutzten oder mit Schadstoffen versetzten Boden betrachtet und mit einem Kontrollboden verglichen. Der Test dauert insgesamt 56 Tage. Da Regenwürmer Zwitter sind, müssen die Forschenden die Tiere vor dem Test nicht extra in Männchen und Weibchen sortieren, was im Vergleich zu anderen Testorganismen wie den Springschwänzen (*Folsomia fimetaria*) Zeit spart. Als zweiten Test wird das Oekotoxzentrum den Regenwurm-Vermeidungstest durchführen, der sich das Fluchtverhalten der Regenwürmer zunutze macht. Regenwürmer können nämlich durch spezielle Rezeptoren die Anwesenheit von Chemikalien wahrnehmen und so ungünstige Lebensbedingungen erkennen. Die Tiere vermeiden belastete Böden und bevorzugen solche mit optimalen Bedingungen, was im Regenwurm-Vermeidungstest in mehrkammrigen Behältern untersucht wird. Die Ergebnisse liegen schon nach 48 Stunden vor; dieser Test ist also viel schneller als der Reproduktionstest und eignet sich daher auch als Screeningverfahren.

Beide Regenwurmtests sollen in Zukunft als Ergänzung zu Feldstudien mit dem Köderstreifentest (siehe Oekotoxzentrum News Nr. 2) oder im Rahmen einer Testbatterie für Böden durchgeführt werden. Parallel dazu werden die Wissenschaftlerinnen am Oekotoxzentrum weiterhin Reproduktionstests mit Springschwänzen durchführen, da diese Tiere auf andere Stoffe empfindlich reagieren als die Regenwürmer. Leider gibt es keinen Biotest oder Testorganismus, der auf alle Substanzen am empfindlichsten reagiert. Daher müssen stets verschiedene Tests gegeneinander abgewogen werden und je nach Fragestellung die geeignetsten ausgesucht werden.

Kontakt:

Sophie Campiche, sophie.campiche@oekotoxzentrum.ch
Emilie Grand, emilie.grand@oekotoxzentrum.ch

Kurzmeldungen aus dem Oekotoxzentrum



Oekotoxzentrum trug zu EU-Grenzwerten für neue prioritäre Substanzen bei

Die Europäische Kommission schlägt vor, 15 neue Chemikalien zu den bisher 33 prioritären Substanzen hinzuzufügen, die in EU-Oberflächengewässern unter der Wasserrahmenrichtlinie überwacht und kontrolliert werden. Zum ersten Mal sollen Arzneimittel-Wirkstoffe in der Umwelt reguliert werden, nämlich 17- α -Ethinylestradiol und 17- β -Estradiol, die in der Antibabypille eingesetzt werden, und das Schmerzmittel Diclofenac, Wirkstoff von Voltaren. Bei den anderen Substanzen handelt es sich um Pflanzenschutzmittel (Aclonifen, Bifenox, Cypermethrin, Dicofof, Heptachlor und Quinoxifen), Biozide (Cybutryne = Irgarol, Dichlorvos und Terbutryn), Industriechemikalien (Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) und Hexabromocyclododekan (HBCDD)) und Verbrennungsnebenprodukte (Dioxin und Dioxin-ähnliche PCBs).

Die Substanzen sollen in Zukunft nur noch unterhalb ökotoxikologisch basierter Grenzwerte zulässig sein. An der Erarbeitung von 4 der 15 EU-Grenzwerte für die neuen Substanzen war auch das Oekotoxzentrum beteiligt – dies im Rahmen seiner wissenschaftlichen Mitarbeit in der Working Group E, die sich mit chemischen Aspekten der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie beschäftigt. Das Oekotoxzentrum hat inzwischen Vorschläge für wirkungsbasierte Qualitätskriterien für eine grosse Zahl von Substanzen erarbeitet; die komplette Liste findet sich auf unserer Webseite und wird laufend erweitert.

http://ec.europa.eu/environment/water/water-dangersub/pdf/com_2011_876.pdf
www.oekotoxzentrum.ch/qualitaetskriterien



Neue Sediment-Ökotoxikologin am Oekotoxzentrum

Am 1. Januar 2012 hat Carmen Casado-Martinez als neue Verantwortliche für Sediment-Ökotoxikologie am Oekotoxzentrum in Lausanne begonnen. Fast gleichzeitig hat Rebecca Flück ihre Arbeit im Bereich Sediment-Ökotoxikologie beendet und eine Dissertation zum Thema Ecotoxicogenomics am Institut F.-A. Forel der Universität Genf begonnen. Wir wünschen ihr dabei alles Gute! Carmen Casado-Martinez hat schon in ihrer Doktorarbeit an der Universität von Cadix, Spanien, ein Konzept zur Beurteilung der Sedimentqualität erarbeitet. Nach Forschungstätigkeiten am Natural History Museum in London, UK, und der Universität von Tromsø, Norwegen, freut sie sich nun darauf, ihre Erfahrungen ins Oekotoxzentrum einzubringen.

Zur Ökotoxikologie zog die Meereswissenschaftlerin die Mischung aus den Disziplinen Biologie, Chemie, Toxikologie und Ökologie und die Möglichkeit, Labor- und Feldarbeit zu verbinden. «Ich schätze es sehr, dass meine neue Stelle so angewandt ist», sagt Casado-Martinez. Besonders interessiert sich die erfahrene Sediment-Ökotoxikologin für die Entwicklung und Standardisierung von Methoden zur Beurteilung der Sedimentqualität. So hat sie sich zum Beispiel schon mit der Evaluation von ökotoxikologischen Tests, mit Qualitätsrichtlinien zur Vorhersage der Sedimenttoxizität und mit Studien zur Bioverfügbarkeit von Schadstoffen beschäftigt.



Zusammenarbeit mit Humantoxzentrum SCAHT

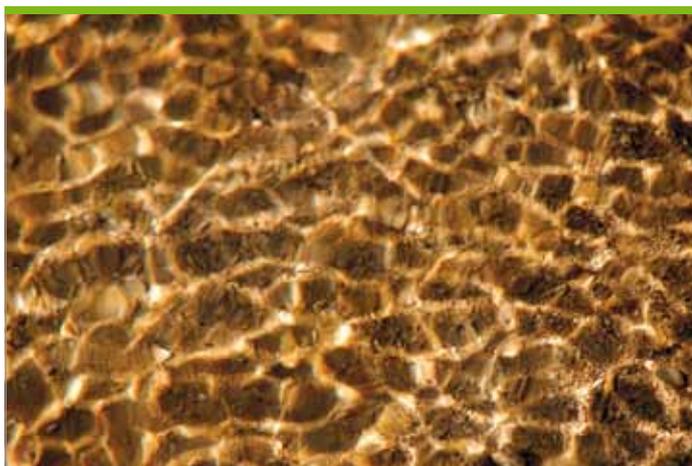
Mensch und Umwelt gehören zusammen, da sind sich alle einig. Um ein Gesamtbild der Schadstoffwirkung auf Umwelt und Mensch zu erhalten, arbeitet das Oekotoxzentrum eng mit seinem Partnerzentrum SCAHT, dem Schweizerischen Zentrum für angewandte Humantoxikologie, zusammen. Für die Eurotox Konferenz 2013 in Interlaken organisieren die beiden Zentren gemeinsam eine Session zum Thema «Integration of human and environmental risk assessment – is it the future?». Das Oekotoxzentrum trägt ausserdem regelmässig zum vom SCAHT organisierten «Master of Advanced Studies in Toxicology» in Lausanne und Genf bei, und auch das SCAHT beteiligt sich an den Weiterbildungsveranstaltungen des Oekotoxzentrums. Der beidseitige Einsitz im Leitungsgremium des Partnerzentrums und ein regelmässiger fachlicher Austausch tragen dazu bei, dass toxikologische Probleme für Mensch und Umwelt ganzheitlicher betrachtet werden können.



Gute Noten für Beitrag zu MAS Toxikologie

Im Januar führte das Oekotoxzentrum zum ersten Mal den Modul Ökotoxikologie im neuen Master of Advances Studies in Toxikologie durch, den die Schule für Pharmazie Genf/Lausanne zusammen mit der Universität Genf und dem Zentrum für Humantoxikologie (SCAHT) anbietet. Partner des Auftritts war die Universität Lausanne. Der Modul erhielt von den Studenten durchweg gute Noten – 92% waren sehr zufrieden damit. Besonders gelobt wurde die gelungene Balance aus Theorie und Praxis und die gute Interaktion mit den Studenten. Der zweite Durchlauf des Teilzeit-Studiengangs beginnt im September 2012.

www.unige.ch/formcont/toxico/toxicology.pdf



Neuer Bericht zur Bewertung der Sedimentqualität

In Zusammenarbeit mit Vertretern der kantonalen Fachstellen, der Forschung und privaten Labors hat das Oekotoxzentrum die verfügbaren Methoden und Kenntnisse zur Sedimentbewertung in der Schweiz evaluiert. Ein neuer Bericht beschreibt den Stand, zeigt Lücken auf und schlägt weitere Massnahmen vor – dies als ersten Schritt zu einem umfassenden Bewertungskonzept für Sedimente. Sedimente dienen als wertvolles Habitat zahlreicher Tierarten, gelten aber auch als langfristige Schadstoffquelle. Daher ist es wichtig, verlässliche Methoden zur Bestimmung der Sedimenttoxizität zur Verfügung zu haben.

www.oekotoxzentrum.ch/dokumentation/berichte

Kontakt:

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

Sophie Campiche, sophie.campiche@oekotoxzentrum.ch



Neuer Weiterbildungskurs zu Biotests

Neben den Standardtests der Ökotoxikologie gibt es eine Vielzahl weiterer Tests für die Anwendung in aquatischen und terrestrischen Ökosystemen. Ein Weiterbildungskurs des Oekotoxzentrums am 3. und 4. Oktober 2012 in Dübendorf gibt einen Überblick über diese Methoden und stellt ausgewählte Testverfahren in praktischen Demonstrationen genauer vor. Es wird gezeigt, welche Tests sich für welche Fragestellungen eignen, was ihre Aussagekraft ist und wie sie kombiniert werden können.

www.oekotoxzentrum.ch/weiterbildung/2012

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 Oekotoxentrums wider.

Können Pestizide in niedrigen Dosen Bienen schädigen?

Der unerklärliche Verlust von Bienenvölkern hat in den letzten Jahren Besorgnis hervorgerufen. Zwei neue Studien liefern nun Beweise, dass Insektizide, die regelmässig in der Landwirtschaft eingesetzt werden, verschiedene Bienenarten indirekt schädigen und so zum Bienensterben beitragen könnten. Die Studien zeigen, dass Honigbienen nach dem Kontakt mit dem Neonicotinoid Imidacloprid Probleme haben, nach der Futtersuche wieder nachhause zu finden, und Hummelkolonien schlechter wachsen und weniger Königinnen produzieren. Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit erarbeitet neue Richtlinien für die Risikoabschätzung von Pflanzenschutzmitteln für Bienen, die noch in diesem Jahr publiziert werden sollen.

Henry, M., Beguin, M., Requier, F., Rollin, A., Odoux, J.-F., Aupinel, P., Aptel, J., Tchamitchian, S., Decourtye, A. (2012) A common pesticide decreases foraging success and survival in honey bees. *Science* 336, 348-350

Whitehorn, P.R., O'Connor, S., Wackers, F.L., Goulson, D. (2012) Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. *Science* 336, 351-352

Risikobewertung für Pflanzenschutzmittel

Da Pflanzenschutzmittel regelmässig in Gewässer gelangen, müssen Wasserorganismen vor zu hohen Belastungen geschützt werden. In Europa und der Schweiz wird das ökotoxikologische Risiko dieser Substanzen jeweils unter zwei verschiedenen gesetzlichen Regelwerken bewertet, nämlich der Pflanzenschutzmittelzulassung und der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, EU) beziehungsweise dem Gewässerschutzgesetz (CH). Damit sind auch unterschiedliche Schutzziele und Methoden verbunden (siehe Oekotoxzentrum News Nr. 3), die zu unterschiedlichen Grenzwerten führen können. Das kann beim Risikomanagement problematisch sein. Ein Bericht aus den Niederlanden möchte die beiden Risikobewertungen zusammenbringen und schlägt dazu vor, dass in Entwässerungsgräben generell die Werte aus der Zulassung gelten sollen, in grösseren Gewässern die Werte aus der WRRL.

Brock, T.C.M., Arts, G.H.P., ten Hulscher, T.E.M., de Jong, F.M.W., Luttik, R., Roex, E.W.M., Smit, C.E., van Vliet, P.J.M. (2011) Aquatic effect assessment for plant protection products; Dutch proposal that addresses the requirements of the Plant Product Regulation and Water Framework Directive. Wageningen, Alterra, Alterra Report 2235.

Antiandrogene in gereinigtem Abwasser

Östrogen aktive Stoffe werden für die Verweiblichung von Fischen flussabwärts von Kläranlagen verantwortlich gemacht. Gereinigtes Abwasser kann allerdings auch antiandrogene Stoffe enthalten, die das körpereigene Testosteron in Fischen blockieren und sie so ebenfalls verweiblichen. Eine neue Studie hat die Identität von 14 Antiandrogenen aus gereinigtem Abwasser enthüllt und gezeigt, dass diese Stoffe tatsächlich von Fischen aufgenommen werden. Darunter waren auch Chlorophen und Triclosan, zwei verbreitete Keimtöter aus Seifen.

Rostkowski, P., Horwood, J., Shears, J.A., Lange, A., Oladapo, F.O., Besselink, H.T., Tyler, C.R., Hill, E.M. (2011) Bioassay-directed identification of novel antiandrogenic compounds in bile of fish exposed to wastewater effluents. *Environ. Sci. Technol.* 45, 10660-10667.

Unerwartete Effekte bei geringen Konzentrationen

Normalerweise kann die Wirkung niedriger Schadstoffkonzentrationen auf Organismen von der Wirkung höherer Konzentrationen abgeschätzt werden – dies ist ein Grundpfeiler der Risikobewertung. Ein umfangreicher Review zeigt, dass diese Technik bei Dutzenden von hormonaktiven Stoffen nicht funktioniert. Meist hängt dies mit nichtlinearen Konzentrations-Wirkungskurven zusammen. Aus den Resultaten folgt, dass grundlegende Änderungen im Testen und der Sicherheitsbestimmung von Chemikalien notwendig sind, um die Gesundheit von Mensch und Tier zu schützen.

Vandenberg, L.N., Colborn, T., Hayes, T.B., Heindel, J.J., Jacobs, D.R., Lee, D.-H., Shioda, T., Soto, A.M., vom Saal, F.S., Welshons, W.V., Zoeller, R.T., Myers, J.P. (2012) Hormones and Endocrine-Disrupting Chemicals: Low-Dose Effects and Nonmonotonic Dose Responses. *Endocrine Reviews*, June 2012, doi:10.1210/er.2011-1050

Titandioxid-Nanopartikel wirken im Sonnenlicht toxisch auf Phytoplankton

Sonnencreme, Fassadenfarbe, Sport-Shirts: Immer mehr Produkte enthalten Nanopartikel aus Titandioxid, die daher verstärkt in die Umwelt gelangen. Forscher haben nun herausgefunden, dass Titan-dioxid-Nanopartikel im Sonnenlicht giftig auf marines Phytoplankton wirken. In der Gegenwart von UV-Strahlen bilden die Nanopartikel hochreaktive Sauerstoffspezies, die die Zellwand des Planktons angreifen können. Viele Nanomaterialien werden durch Sonnenlicht aktiviert – ihre Toxizität im Sonnenlicht sollte daher bei der Risikoabschätzung stets berücksichtigt werden.

Miller, R.J., Bennett, S., Keller, A.A., Pease, S., Lenihan, H.S. (2012) TiO₂ Nanoparticles are phytotoxic to marine phytoplankton. *PLoS ONE* (1): e30321. Doi:10.1371/journal.pone.0030321

Impressum

Herausgeber: Oekotoxzentrum

Eawag/EPFL

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 und nicht gezeichnete Texte: Anke Schäfer, Oekotoxzentrum

Copyright: Nachdruck möglich nach Absprache mit der Redaktion

Copyright der Fotos: Oekotoxzentrum, Andreas Schönborn (S.4,5), Bernhard Stettler (S. 6)

Erscheinungsweise: zweimal jährlich

Gestaltungskonzept, Satz und Layout: visu'1 AG, Zürich

Druck: Mattenbach AG, Winterthur

Gedruckt: auf Recyclingpapier

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