

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR MOLEKULARBIOLOGIE UND ANGEWANDTE OEKOLOGIE IME

Sehr geehrte Partner und Freunde des Fraunhofer IME,

das Umweltrisiko von Chemikalien analysieren und die Qualität von Umweltmedien bewerten – das sind zentrale Aufgaben der Angewandten Oekologie am Fraunhofer IME. In dieser Ausgabe berichten wir über ein neuartiges Testsystem für empfindliche Fließgewässerorganismen und den Nachweis von Rattengift in deutschen Binnengewässern mit einer im Rahmen des Umweltprobenbank-Monitorings entwickelten Multimethode. Am Beispiel der Abwasserreinigung gehen wir der Frage nach, ob aus der chemischen Zusammensetzung auf die Ökotoxizität von Nanomaterialien geschlossen werden kann. Zudem stellen wir Ihnen Matthias Teigeler vor, der unser weltweit anerkanntes Fischlabor leitet.

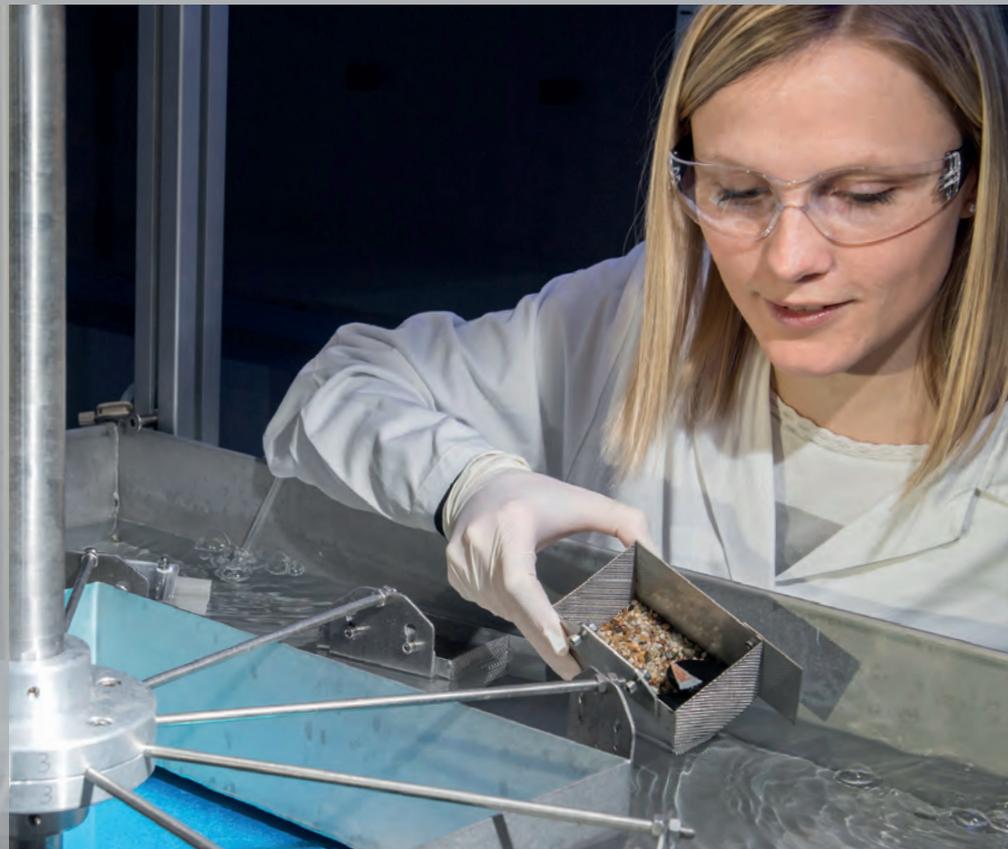
Herzlich, Ihr



Prof. Dr. Christoph Schäfers

Titelbild: Testsystem zur Ermittlung chronischer Effekte auf Insektenlarven.

Foto: Fraunhofer IME



KLEINES FLIEßGEWÄSSER ENTLARVT EFFEKTE VON PFLANZENSCHUTZMITTELN

Lesen Sie in dieser Ausgabe:

- Kleines Fließgewässer entlarvt Effekte von Pflanzenschutzmitteln
- Gut für die Socken – schlecht für die Umwelt: Sind sulfidierte Silbernanomaterialien bioverfügbar?
- Umweltmonitoring von Rodentiziden
- Im Porträt: Matthias Teigeler

Mit neuem Testsystem chronische Effekte auf Fließgewässerorganismen aufdecken

Durch den Eintrag von Pflanzenschutzmitteln in Oberflächengewässer werden aquatische Organismen zahlreichen Wirkstoffen ausgesetzt. Fließgewässerorganismen gelten als besonders empfindlich, werden aber in ökotoxikologischen Testverfahren kaum berücksichtigt. Wir haben ein Testsystem entwickelt, mit dem wir chronische Effekte auf typische Fließgewässerorganismen untersuchen können.

Im Rahmen der Risikobewertung von Chemikalien werden zunehmend Art-Empfindlichkeitsverteilungen (Species Sensitivity Distributions, SSDs) verwendet. SSDs fassen Daten zur Toxizität einer Substanz für mehrere Arten zusammen. Bisher basieren die meisten SSDs auf Daten aus akuten Toxizitätstests. Die Datenlage für chronische Tests ist häufig unzureichend, da für viele Arten kein geeignetes Testdesign existiert. ▶

Erweiterung des Spektrums für chronische Tests mit Fließgewässerorganismen

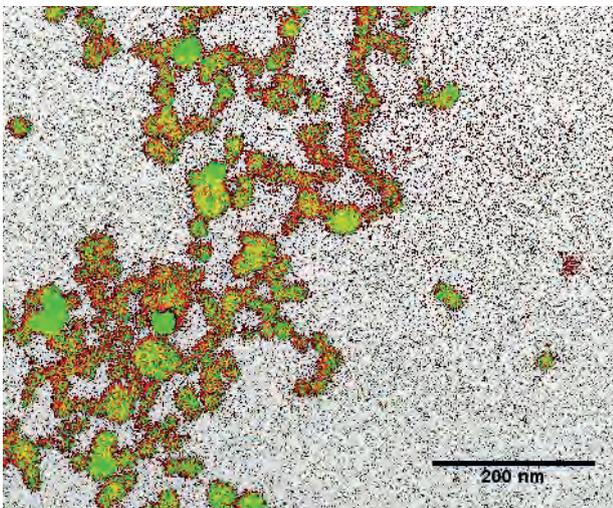
Einige Insektenlarven heimischer Gewässer wie Eintagsfliegen, Steinfliegen und Köcherfliegen gelten als besonders sensitiv gegenüber Pflanzenschutzmitteln. Zur Durchführung chronischer Tests mit diesen Organismen werden Testsysteme benötigt, die deren Lebensweise berücksichtigen. Das im IME entwickelte Testsystem ist genau auf ihre Bedürfnisse abgestimmt. Maria Brüggemann, wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung Ökotoxikologie: »Wir haben Wasserströmung, Temperatur, Sauerstoffgehalt, Lichtintensität und Nahrungsangebot an die natürlichen Bedingungen eines kleinen Fließgewässers angepasst.« Im Gegensatz zu üblichen Indoor-Fließgewässieranlagen

wird das Wasser nicht durch einen künstlichen Flusslauf geführt, sondern es zirkulieren einzelne Körbe durch das Wasser, um die gewünschte Strömung zu erhalten. Dieser platzsparende Aufbau ermöglicht die Beurteilung einzelner Tiere; ein Korb dient jeweils als individuelle Einheit für einen Testorganismus. Pro Testbecken können jeweils zehn solcher Körbe eingesetzt werden. Als Endpunkte werden während eines 21-tägigen Versuchszeitraums Größe, Emergenz und Mortalität bestimmt. Bisher wurde das Testsystem erfolgreich für die Steinfliegenart *Protonemura spp.* sowie für die Eintagsfliegenart *Epeorus spp.* getestet. Verschiedene Expositionsszenarien, zum Beispiel statisch, semi-statisch, Peak Exposition oder Durchfluss, können simuliert werden. ■

GUT FÜR DIE SOCKEN – SCHLECHT FÜR DIE UMWELT: SIND SULFIDIERTE SILBER-NANOMATERIALIEN BIOVERFÜGBAR?

Simulationen im Labor und im Freiland geben Aufschluss

Die Bioverfügbarkeit ist ein wichtiges Kriterium für die Beurteilung des Umweltrisikos von Silbernanomaterialien (AgNM), die über die landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlämmen in die Umwelt gelangen. Kläranlagenversuche mit einem AgNM und Simulation der anschließenden landwirtschaftlichen Verwertung weisen auf eine potenzielle, langfristige Wirkung auf die Bodenmikroflora hin.



Elementspezifische Aufnahme des sulfidierten AgNM.
Grün: Silber; rot: Schwefel
Foto: Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V.

Als antibakterielle Substanz können AgNM über Klärschlamm auf landwirtschaftlich genutzte Flächen gelangen. Marco Kraas, Doktorand der Abteilung Ökotoxikologie, untersuchte in seiner Arbeit den Einfluss der Klärschlammbehandlung auf die Bioverfügbarkeit von AgNM. Besonderes Augenmerk lag auf der Sulfidierung der AgNM und den Folgen für die Ökotoxizität. Dazu führte er Kläranlagenversuche mit einem sphärischen AgNM und Ag-Referenzmaterialien im Kläranlagenzulauf durch. Nach anschließender Aufbereitung der Klärschlämme etwa durch Faulung oder Kalkung wurde neben einer Direktaufbringung die landwirtschaftliche Verwertung im Labor und Freiland simuliert.

Sulfidierung führt nicht zwangsläufig zu einer vollständigen Detoxifizierung der AgNM

Untersuchungen mit energiedisperser Röntgenspektroskopie am Transmissionselektronenmikroskop zeigten die Sulfidierung der AgNM bereits in der Kläranlage. In allen Behandlungen der Langzeitstudien über 140 bis 196 Tage im Labor war die Nitrifikation erheblich gehemmt, nur Kalkung führte durch eine Anhebung des Boden-pH-Wertes zu weniger ausgeprägten Effekten. Marco Kraas: »Der Einfluss der

Kalkung muss aber als zeitlich begrenzt betrachtet werden, so dass die AgNM grundsätzlich bioverfügbar bleiben.« Auch unter Laborbedingungen hergestellte Ag₂S-NM riefen ausgeprägte Effekte hervor. Kraas: »Unsere Untersuchungen zeigen, dass die Sulfidierung nicht zwangsläufig zu einer vollständigen Detoxifizierung führt. Um die Folgen einer Aufbringung belasteter Klärschlämme zu erkennen, müssen die Untersuchungen über längere Zeiträume

durchgeführt werden, da sich die Ökotoxizität langsam ausprägt.« Die Ergebnisse der Laborexperimente wurden durch eine Freilandysimeterstudie mit mehr als zwei Jahren Laufzeit bestätigt. Es traten Hemmungen der Nitrifikation und der Bodenatmung auf. Die Effekte waren zwar geringer ausgeprägt als in Laborstudien, aber über den Untersuchungszeitraum konstant. ■

UMWELTMONITORING VON RODENTIZIDEN

Funde von Rattengift in deutschen Binnengewässern

Bislang wurde einer möglichen Exposition der aquatischen Umwelt durch Rattengift wenig Beachtung geschenkt. Das Fraunhofer IME hat nun eine Methode entwickelt, um in Deutschland zugelassene Rattengifte in verschiedenen Matrices zu bestimmen.

Die Bekämpfung von Ratten und Mäusen zum Infektions- und Materialschutz erfolgt größtenteils mit Antikoagulanten Rodentiziden (gerinnungshemmende Mittel zur Nagetierbekämpfung). Ein Großteil dieser Biozidprodukte enthält Wirkstoffe, die auch persistent und bioakkumulierend sind. Bislang gibt es nur wenige Daten zur Exposition der aquatischen Umwelt mit diesen Stoffen. Um diese Informationslücke zu füllen, haben wir im Auftrag des Umweltbundesamtes Fischleber- und Schwebstoffproben aus der Umweltprobenbank des Bundes (UPB) auf den Gehalt von Antikoagulanten Rodentiziden (AR) analysiert. Dr. Matthias Kotthoff, Laborleiter in der Abteilung Umwelt- und Lebensmittelanalytik: »Wir haben eine Multimethode entwickelt und validiert, die es erlaubt, die in Deutschland zugelassenen AR in Fischleber und Schwebstoffen im Spurenbereich zu bestimmen.«

Erster Nachweis von Antikoagulanten Rodentiziden in Fisch

Für die Jahre 2011 und 2015 wurden archivierte Brassenleberproben verschiedener Flüsse, darunter Rhein, Donau und Elbe, untersucht. Fünf der acht Wirkstoffe waren in den Fischproben sicher nachweisbar. Brodifacoum fand sich 2015 in 88 % der Proben mit Höchstkonzentrationen bei 12,5 µg/kg Frischgewicht. In einigen Proben wurden auch Difenacoum, Bromadiolon, Difethialon und Flocoumafen

nachgewiesen. Anders bei den Schwebstoffproben: In 9 von 16 Proben wurde der Wirkstoff Bromadiolon nachgewiesen, andere AR wurden nicht gefunden. Kotthoff: »Unseres Wissens ist dies der erste Nachweis von Antikoagulanten Rodentiziden in Fisch überhaupt.«



Der räumliche Vergleich der Fischkonzentrationen der Jahre 2011 und 2015 zeigt zwei Belastungsschwerpunkte mit einem vergleichsweise breiten AR-Spektrum an der oberen Elbe und im Ballungsraum an der oberen Saar. Eine Zeitreihenanalyse der Brassenleberproben über einen Zeitraum von bis zu 23 Jahren ergab einen signifikant steigenden Trend für Brodifacoum an der Saar. Die mögliche Relevanz der Ergebnisse soll nun durch die zuständigen Bundesoberbehörden bewertet werden. ■



Matthias Teigeler...

... leitet seit April 2017 gemeinsam mit Dr. Elke Eilebrecht die Abteilung Ökotoxikologie. Sein wichtigstes Forschungsziel: Die Gefährdung aquatischer Lebewesen durch Umweltschadstoffe identifizieren.

/// *Um Substanzen zu identifizieren, die auf das Hormonsystem von Umweltorganismen wirken, brauchen wir bessere und effizientere Methoden.*

Matthias Teigeler absolvierte nach seiner Ausbildung zum Biologisch-technischen Assistenten den Studiengang Umweltschutz an der TH Bingen. Seine Diplomarbeit »Vitellogenin als Biomarker für die Umweltbelastung durch östrogen wirksame Stoffe im Wasser« war gleichzeitig der Einstieg in Forschungsthemen der aquatischen Ökotoxikologie. Sein Hauptinteresse ist heute die Fortentwicklung von Methoden zur Identifizierung hormonaktiver Substanzen. So erarbeitet er für regulatorische Behörden und Industriekunden Konzepte für Studien zur chronischen Fischtoxizität. Diese Verfahren finden Anwendung bei Umweltsicherheitsprüfungen für Pflanzenschutzmittel, Industriechemikalien und Arzneimittel.

Die Regulierung von Chemikalien setzt standardisierte Prüfverfahren zur Identifizierung potenzieller Risiken für die Umwelt voraus. Neue Forschungsergebnisse erfordern Änderungen in den Stoffbewertungs- und Zulassungsregularien, denen Testprozeduren und technische Anlagen stetig angepasst werden müssen. Und das möglichst kostengünstig. Das von Matthias Teigeler und seinem Team aufgebaute »Fischtoxikologielabor« erfüllt diesen Anspruch: Es gehört zu den wenigen Laboren weltweit, die langjährige Erfahrung mit Lebenszyklusstudien mit Fischen unter einem Qualitätssicherungssystem haben. Teigeler: »Solche Studien werden unter anderem benötigt, um die Wirkung hormonaktiver Substanzen auf aquatische Organismen nachzuweisen«.

WISSEN DURCH LEHRTÄTIGKEIT UND MITARBEIT IN WISSENSCHAFTLICHEN GREMIEN VERMITTELN...

... das ist Matthias Teigeler ein wichtiges Anliegen. Mit Lehraufträgen an der TH Bingen und der TU Braunschweig zu Themen der Ökotoxikologie trägt er wesentlich zur Vernetzung des Fraunhofer IME mit deutschen Hochschulen bei. Seine Vorlesungen im Rahmen des Beruflichen Weiterbildungslehrgangs zum Fachtoxikologen der DGPT und Tierschutzrechtliche Fortbildungen zur Fischtoxikologie vermitteln Wissen für die berufliche Praxis.

Auf internationaler Ebene ist Matthias Teigeler als Mitglied der Fish Drafting Group der OECD an der Erstellung von Richtlinien zur Untersuchung von Chemikalienwirkungen auf Fische beteiligt.

Lesen Sie mehr über unsere Forschungsaktivitäten auf www.ime.fraunhofer.de

IMPRESSUM

Herausgeber

Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie
und Angewandte Oekologie IME

Bereich Angewandte Oekologie und Bioressourcen
Auf dem Aberg 1
57392 Schmallenberg

Telefon +49 2972 302-0
Fax +49 2972 302-319

Leitung

Prof. Dr. Christoph Schäfers
christoph.schaefers@ime.fraunhofer.de

Redaktion

Brigitte Peine
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Layout und Satz

die Medialisten, Aachen

Druck

Schloemer und Partner GmbH, Düren

