

# Umwelt 2023

Gemeinsam gegen die globale Umweltverschmutzung:  
Bildung und Forschung für saubere Lösungen



11.-13. September 2023 in Muttenz (CH)

Gemeinsame Jahrestagung  
der  
SETAC GLB e.V.  
GDCh-FG-Umweltchemie & Ökotoxikologie

Tagungsband

# Inhaltsverzeichnis Tagungsband

Danksagung	3
Grussworte	4
Tagungsthema und -organisation	6
Allgemeine Informationen	7
Die Gastgeber	7
Tagungsort	8
Anreise	9
Am Campus	11
Verpflegung und Rahmenprogramm	12
Schweizerische Chemische Gesellschaft (SCG/SCS)	14
Übersicht Tagungsprogramm	16
Detailprogramm mit Sessions	18
Plenarvorträge	23
Preisverleihung	24
Vorträge	25
Poster	61

# Danksagung

Wir danken folgenden Firmen und Institutionen für ihre freundliche Unterstützung:



**SCS**  
Swiss Chemical  
Society

Section of Chemistry  
and the Environment



# Grussworte

## Gemeinsames Grußwort des Präsidenten der SETAC GLB und des Vorsitzenden der GDCh-Fachgruppe Umweltchemie & Ökotoxikologie

Liebe Tagungsteilnehmer\*innen,

wir begrüßen Sie herzlich zur Umwelt 2023 - der gemeinsamen Tagung des deutschsprachigen Zweiges von SETAC Europe (SETAC GLB) und der GDCh-Fachgruppe Umweltchemie & Ökotoxikologie.

Die viel zitierte Redewendung, auch bekannt als Chinesischer Fluch, „mögest du in interessanten Zeiten leben“ trifft mit einem Blick auf unsere aktuelle gemeinsame Welt wie auch auf viele Zeiten zuvor zu. So scheinen die globalen Tendenzen und Strömungen, heute stärker als noch vor wenigen Jahren, uns unsere Unterschiedlichkeit vor Augen zu führen. Übermächtig erscheinen zum Beispiel die globalen Herausforderungen der Klimakatastrophe und die damit verbundenen Sekundäreffekte auf sozialer, wirtschaftlicher, ökologischer und politischer Ebene. Eine globale Herausforderung stellt auch die Verschmutzung durch Chemikalien dar. Im März 2022 wurde die Einrichtung eines Welt-Chemikalienrates nach dem Vorbild des Weltklimarates und des Weltbiodiversitätsrates beschlossen, das als globales Gremium zu einer vernünftigen Handhabung von Chemikalien und Abfälle beitragen soll. Erste „ad hoc open-ended working groups (OEWG)“ haben bereits stattgefunden. Unterschiedlichste nationale und internationale Sicht- und Herangehensweisen existieren zum Umgang mit solchen globalen Herausforderungen.

Aus diesem Grund war es uns ein Anliegen mit dem Titel der diesjährigen Tagung ein Zeichen zu setzen und die Gemeinsamkeit unseres Handelns in den Vordergrund zu stellen. Getreu unserer langjährigen Ausrichtung verbinden wir in dieser Veranstaltung weiterhin die Diskussion aktueller Themen der Umweltwissenschaften mit der Nachwuchsförderung und der Kommunikation wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Öffentlichkeit. Indem wir gleichberechtigt Industrievertreter\*innen, Behördenvertreter\*innen und Hochschulvertreter\*innen eine Plattform für den Austausch bieten, schenken wir Raum Vertrauen zu schaffen, Durchgängigkeit zwischen Institutionen zu ermöglichen und denkbare Gräben gar nicht erst entstehen zu lassen. Besonders freuen wir uns dabei nach 2015 wieder in der Schweiz sein zu können und damit das feste Band zwischen den beteiligten Ländern weiter zu stärken. Ebenso freuen wir uns, dass dies die erste komplett vegetarisch/vegane Version der Umwelttagung ist und wir damit einen kleinen Beitrag zur Ressourcenschonung leisten können.

Wir danken allen Beteiligten im Organisations- und wissenschaftlichen Komitee, den Vorständen und allen engagierten Mitgliedern beider Gesellschaften, den Sponsoren sowie allen beteiligten Studierenden und Beitragenden. Vor allem danken wir den Organisator\*innen der Hochschule für Life Sciences FHNW in Muttens und all jenen, die mit Ihrem großen Einsatz im Hintergrund diese Tagung ermöglichen. Namentlich möchten wir ganz herzlich Miriam Langer, Xenia Klaus, Marion Junghans und Lukas Kruckenfellner für ihr großes Engagement danken.

Getreu dem Motto „nach der Tagung, ist vor der Tagung“ möchten wir darauf aufmerksam machen, dass die Umwelt 2024 bereits in Planung ist und wir den Standort am letzten Tag der Umwelt 2023 bekannt geben werden.

Wir wünschen allen Teilnehmer\*innen eine Tagung mit vielen Erkenntnissen und hoffen Sie können alte Kontakte auffrischen sowie neue Kontakte schließen, damit wir auch zukünftig gemeinsam daran arbeiten können den Herausforderungen unserer Zeit zu begegnen.

Mit besten Wünschen für eine erfolgreiche Veranstaltung

Dr. Lars Düster  
Präsident SETAC GLB e.V.

Dr. Stefan Hahn  
Vorsitzender der GDCh-Fachgruppe  
Umweltchemie & Ökotoxikologie

## «Häzlig Willkomme» in Muttenz

Im Jahre 1986 gab es in Schweizerhalle, weniger als 3 km vom Tagungsort FHNW Campus Muttenz entfernt, einen Grossbrand, in dessen Folge im Löschwasser 30 Tonnen Pflanzenschutzmittel in den Rhein gelangten. Dadurch wurde ein beispielloses Fischsterben über Hunderte von Kilometern im Rhein ausgelöst und das Ökosystem des Gewässers über weite Strecken stark beschädigt.

Die Region Basel, die Schweiz und die EU haben durch diese Katastrophe viel gelernt - das Augenmerk wurde vermehrt auf den Bereich Sicherheit gerichtet. Gleichzeitig wurde der Grundstein für einen funktionierenden betrieblichen Umweltschutz gelegt. Die Massnahmen zeigten Wirkung: Der Rhein hat sich erholt, der Standort gilt als saniert, bauliche Massnahmen zur Vermeidung von Havarien sind in den Produktionen von heute Standard und Nachhaltigkeitsmanagementsysteme haben Einzug erhalten. Allgemein ist ein hohes Sicherheitsbewusstsein für die Menschen und die Umwelt in der Ausbildung und den Betrieben entstanden.

Dieser gemeinsame Wandel hat es möglich gemacht, dass die gesamte Region Basel einerseits einer der Hauptproduktionsstätten im Bereich Life Sciences ist. Durch die vielen umwelttechnologischen Fortschritte im Bereich des Emissionsschutzes wurde es andererseits möglich, dass sich die Basler Bevölkerung ihrem grössten sommerlichen Vergnügen hingeben kann: In einer Grossstadt im sauberen Rhein zu schwimmen. Das ist ein Beweis, dass Krisen als Chancen genutzt werden können, um wirklich etwas zu bewegen.

Heute kommen auf die Menschheit viel grössere Herausforderungen zu - auch wenn diese sich durchaus leise und schleichend manifestieren. Der Klimawandel, der Biodiversitätsverlust und die chemische Belastung sind durch ihr gemeinsames Auftreten eine Gefahr für das globale Ökosystem geworden. Allein die stetig wachsende Anzahl von registrierten Stoffen, die eng mit den intensiver werdenden menschlichen Aktivitäten einhergehen, sollte uns darin bestärken, nach umweltverträglichen und gesellschaftlichen Lösungen zu suchen.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Fachbereiche Umweltchemie & Ökotoxikologie spielen hier eine immer wichtiger werdende Rolle: Sie generieren Daten, die die Belastungssituation repräsentieren; schreiben Modelle, die uns die zukünftigen Zustände prognostizieren; entwickeln Testsysteme, die Effekte wirklich abbilden und schaffen Lösungen, die sich nachhaltig zur Reduktion von Belastungen eignen. Diese Bemühungen werden unter Berücksichtigung von guter Kommunikation und multidisziplinärer Vernetzung wichtige Aktivitäten der Gesellschaft triggern und begleiten, wodurch umsetzbare Lösungen entstehen.

An der Hochschule für Life Sciences hier an der Fachhochschule Nordwestschweiz bilden wir Personen im Bereich Umwelttechnologie aus, die sich einerseits mit der Analyse von diversen Umweltproblemen auseinandersetzen und andererseits Lösungen durch neue Technologien entwickeln, um dann praktisch gross-technische Umsetzungen zu begleiten. Die Studierenden, Absolvierenden und Dozierenden wollen sich mit anderen Fachbereichen und Personengruppen vernetzen, um realistische Lösungen zu fördern.

Das zeigt sich bereits an der Organisation der diesjährigen Tagung, die gemeinsam mit den Mitarbeitenden der Hochschule für Life Sciences FHNW, der Eawag und des Oekotoxzentrum in der Schweiz und grenzüberschreitend mit vielen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus Deutschland getragen wurde.

Wir bedanken uns herzlich für die Unterstützung durch die Vorstände der Geschäftsstellen der SETAC GLB und GDCh, dem Wissenschaftlichen Komitee, den Sponsoren, den studentischen Helfer\*innen und Ihnen für ihre wertvollen und vielfältigen Beiträge.

In diesem Sinne freuen wir uns riesig, dass wir Sie in Muttenz auf der Umwelt 23 willkommen heissen dürfen, um die Ausbildung und Vernetzung von jungen und erfahrenen Wissenschaftler\*innen aus verschiedenen Bereichen und Ländern katalysieren zu dürfen. Ganz im Sinne des diesjährigen Mottos: Gemeinsam gegen die globale Umweltverschmutzung – Bildung und Forschung für saubere Lösungen – wünschen wir eine erfolgreiche Tagung und rufen allen zu:

Forschende vernetzt euch!

– und nehmt bei geeignetem Wetter/Wasserstand die Gelegenheit wahr, unter Anleitung im Rhein zu schwimmen.

Für das Organisationsteam



Prof. Dr. Miriam Langer

# Tagungsthema und -organisation

## Gemeinsam gegen die globale Umweltverschmutzung: Bildung und Forschung für saubere Lösungen

Chemikalien haben einen wichtigen Anteil daran, dass viele Menschen heute einen hohen Lebensstandard genießen. Errungenschaften liegen beispielsweise in der Medizin, der Landwirtschaft und der Produktion von Gütern. Dieser sehr weit verbreitete Einsatz von Chemikalien in modernen Gesellschaften hat jedoch seinen Preis: In Luft, Wasser, Böden, Organismen und Menschen werden verschiedenste Chemikalien nachgewiesen – in der Nähe von menschlichen Aktivitäten, aber auch in den entlegensten Gebieten der Welt. Es zeigt sich immer klarer, im Anthropozän tragen Chemikalien dazu bei, die planetaren Grenzen zu überschreiten.

Welche Auswirkungen haben verschiedene Chemikalien auf Menschen, Organismen und ganze Ökosysteme? Zur Beantwortung dieser Frage müssen geeignete Methoden entwickelt, optimiert und angewendet werden, mit denen wir verlässliche Ergebnisse auf verschiedenen Ebenen erreichen. Anhand dieser Daten werden Risikobewertungen durchgeführt und kommuniziert – mit dem Ziel, Schäden zu vermeiden oder zu beheben. Bei nüchterner Betrachtung der Vergangenheit und der derzeitigen globalen Situation kommen jedoch Zweifel auf, ob unsere heutigen Ansätze auch zukünftig ausreichen, um weitere negative Effekte zu vermeiden und ein Handeln zu ermöglichen, welches gesamtglobal auskömmlich ist.

Um dies zu ermöglichen, müssen angewandte Lösungen in Zusammenarbeit mit allen Beteiligten entwickelt werden. Da der Grad an globaler Vernetzung und Komplexität steigt, nimmt auch der Bedarf an vernetztem Denken und an inter- und transdisziplinärer Zusammenarbeit zu, um passende Lösungen anbieten zu können.

In diesem Sinne steht die gemeinsame Jahrestagung der SETAC GLB und der GDCh-Fachgruppe Umweltchemie & Ökotoxikologie 2023 in Muttenz im Zeichen der Gemeinsamkeit: Wir wollen die Vernetzung und Ausbildung von Experten fördern, damit nachhaltige Lösungen gegen die globale Umweltverschmutzung unserer Zukunft sind.

## Wissenschaftliches Komitee

Rébecca Beauvais (Oekotoxzentrum, Lausanne)  
Leonard Böhm (Justus-Liebig-Universität, Gießen)  
Lars Düster (Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz)  
Kathrin Fenner (Eawag, Dübendorf)  
Stefan Hahn (Fraunhofer ITEM, Hannover)  
Henner Hollert (Goethe Universität, Frankfurt)  
Marion Junghans (Oekotoxzentrum, Dübendorf)  
Xenia Klaus (Hochschule für Life Sciences FHNW, Muttenz)  
Alexandra Kroll (Oekotoxzentrum, Dübendorf)  
Miriam Langer (Hochschule für Life Sciences FHNW, Muttenz & Eawag)  
Marion Letzel (Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg)  
Silvia Mohr (Umweltbundesamt, Berlin)  
Wolfgang Schrader (MPI, Mülheim)  
Stefanie Wieck (Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau)  
Armin Zenker (Hochschule für Life Sciences FHNW, Muttenz)

## Organisationskomitee

Lars Düster (Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz)  
Peter Ebke (Mesocosm GmbH)  
Kathrin Fenner (Eawag, Dübendorf)  
Stefan Hahn (Fraunhofer ITEM, Hannover)  
Henner Hollert (Goethe Universität, Frankfurt)  
Marion Junghans (Oekotoxzentrum, Dübendorf)  
Xenia Klaus (Hochschule für Life Sciences FHNW, Muttenz)  
Lukas Kruckenfellner (Mesocosm GmbH)  
Miriam Langer (Hochschule für Life Sciences FHNW, Muttenz & Eawag)  
Jan Schwarzbauer (RWTH, Aachen)  
Stefanie Wieck (Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau)

# Allgemeine Informationen

## Die Gastgeber

Die Umwelt 2023 wird von der Hochschule für Life Sciences FHNW mit Unterstützung des Oekotoxentrums und der Eawag ausgerichtet.

Die **Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW)** ist eine der führenden Fachhochschulen in der Schweiz und ist mit ihren neun Hochschulen in Lehre, Forschung, Weiterbildung und Dienstleistung tätig. Ihr breites Angebot an Studiengängen, ihre Nähe zur Praxis, ihre anwendungsorientierte und innovationsstarke Forschung sowie ihre weltweite Vernetzung machen die FHNW zu einer attraktiven und vielfältigen Bildungsstätte, zu einer nachgefragten Praxispartnerin und zu einer attraktiven Arbeitgeberin in der Nordwestschweiz. Die **Hochschule für Life Sciences** der FHNW mit Sitz in Muttenz bei Basel ist Teil des grössten Life Sciences-Standorts Europas. Hier, im Zentrum von Pharma- und Medizintechnik, der chemischen Industrie sowie Umwelt- und Biotechnologie bilden wir kompetente Fachkräfte aus und erarbeiten Lösungen für die gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Anforderungen von morgen. Wir setzen uns für neue präventive und therapeutische Produkte und Dienstleistungen, eine verbesserte Lebensqualität und einen nachhaltigen Umgang mit der Umwelt ein. An der Hochschule für Life Sciences FHNW ist das **Institut für Entrepreneurship** angegliedert. In sechs Arbeitsgruppen (in den Bereichen Ökotoxikologie, nachhaltiges Ressourcenmanagement, angewandte Kreislaufwirtschaft, Umweltbiotechnologie, Umwelt- und Wassertechnologien, Wasser, Sanitärversorgung und Hygiene) wird angewandte Forschung zur Bewertung und Minderung von Umweltauswirkungen und Entwicklung ressourceneffizienter Verfahren und Managementkonzepte betrieben. Studierende können einen Bachelor und Master in Life Sciences u.a. mit Vertiefung in Umwelttechnologie erwerben und in diversen Projekten Erfahrung in der angewandten Umweltforschung sammeln.

Das **Oekotoxzentrum** ist die Anlaufstelle und Drehscheibe für Forschung, Entwicklung, Dienstleistung und Bildung in angewandter, praxisorientierter Ökotoxikologie in der Schweiz. Sein Ziel ist es, Effekte von Chemikalien auf die Umwelt zu erkennen und zu beurteilen, und Risiken zu minimieren. Mit Schwerpunkten in Wissensmanagement, Wissens- und Technologietransfer bildet es eine Brücke zwischen Forschung und Anwendung. Die Tätigkeiten des Oekotoxzentrum erfolgen in enger Zusammenarbeit mit externen Partnern aus Forschung, Behörden, und Wirtschaft. Der Hauptsitz des Oekotoxentrums ist an der Eawag, dem Wasserforschungs-Institut des ETH-Bereichs, in Dübendorf. Der zweite Standort mit den Schwerpunkten Boden- und Sedimentökotoxikologie befindet sich an der EPFL in Lausanne.

Die **Eawag** ist das Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs. Mit ihrer fachlichen Vielfalt, engen Partnerschaften mit der Praxis und einem internationalen Netzwerk bietet sie ein ausgezeichnetes Umfeld, um den Lebensraum und die Ressource Wasser umfassend zu verstehen, Probleme frühzeitig aufzuzeigen und breit akzeptierte Lösungen zu entwickeln. Mit ihrer Forschungsinfrastruktur bietet die Eawag ein hervorragendes Umfeld für die Forschung in aquatischer Wissenschaft und Technologie.

Mit der **gemeinsamen Professur von Miriam Langer in Ökotoxikologie** fördern die Eawag und die Hochschule für Life Sciences FHNW die Ausbildung von Spezialist\*innen für angewandte Ökotoxikologie. Die partnerschaftlich durchgeführten Projekte haben zum Ziel, dass erarbeitete Forschungsansätze verstärkt den Weg in die Praxis finden.

## Tagungsort



Die **Stadt Basel** liegt am Dreiländereck der Schweiz, Deutschlands und Frankreichs. Die gute Anbindung und moderne Infrastruktur sowie die Lage am Rhein begünstigte die Entwicklung von der ältesten Universitätsstadt zu einem der wichtigsten Wirtschaftsstandorte der Schweiz. Basel ist das Zentrum für Life Sciences und der chemisch-pharmazeutischen Industrie.

Basel ist auch ein wichtiger Messe- und Kongressstandort und gilt gemeinhin als Kulturhauptstadt der Schweiz mit der grössten Dichte an Museen und einer lebendigen Theater-, Musik- und Kunstszene. Zudem verfügt Basel über eine schöne Altstadt, moderne Architektur und den Rhein, der zum Verweilen und im Sommer zu einem Rheinschwimm einlädt. Der Botanische Garten, der Zoo Basel und zahlreiche Parks sind in Fussnähe zur Stadt erreichbar und erlauben eine Auszeit der Stadt im Grünen.

Die Tagung wird von der **Hochschule für Life Sciences FHNW** auf dem **FHNW Campus Muttenz** ausgerichtet. Am FHNW Campus Muttenz studieren, forschen und arbeiten rund 4500 Menschen. Es finden Aus- und Weiterbildungsveranstaltungen in den Bereichen Life Sciences, Architektur, Bau und Geomatik, Mechatronik, Pädagogik und Soziale Arbeit statt. Der grosszügige und attraktiv gestaltete Campus Park wurde im Jahr 2018 eröffnet und verfügt über eine sehr moderne Infrastruktur von Büros und Labors. Die Nähe zu Basel als wichtiger Life Sciences-Standort und zu einigen bedeutenden Industriearealen macht den FHNW-Standort Muttenz zu einem attraktiven Zentrum für Umweltforschung.



**NOACK  
LABORATORIEN**

**PhysChem, E. Fate  
and Ecotox Testing –  
30 Years of  
GLP Experience**

Chemicals  
UVCBs  
Biopesticides  
Biocides

[noack-lab.com](http://noack-lab.com)



## Anreise

Wir empfehlen eine Anreise zum FHNW Campus Muttenz mit öffentlichen Verkehrsmitteln. Für unbeschränkte Fahrten im Raum Basel und Agglomeration inkl. EuroAirport kann eine TNW-Tageskarte für CHF 9.90 erworben werden.

### Anreise mit Zug

- Ab **Basel SBB**: S-Bahn **S1** (Richtung Laufenburg/Frick) oder **S3** (Richtung Olten) im 10 bis 20 Minutentakt nach Muttenz (S1 jeweils hh:20, hh:50 und S3 jeweils hh:01 und hh:31) in rund 5 Minuten
- Ab **Bahnhof Muttenz**: Fussweg ca. 6 Minuten über die Hofackerstrasse (Achtung: Der Weg über die Grenzacherstrasse und durch den Campus Park ist vorübergehend gesperrt)
- Ab **Basel Badischer Bahnhof**: **Bus Nr. 46** (Richtung Muttenz, Bahnhof) bis zur Haltestelle «Fachhochschule», Fussweg ca. 2 Minuten

### Anreise mit Bus oder Tram (aus Basel)

- **Bus Nr. 47** (Richtung Muttenz, Bahnhof) bis zur Haltestelle «Fachhochschule», Fussweg ca. 2 Minuten
- **Tram Nr. 14** (Richtung Pratteln) bis Tramhaltestelle «Zum Park» Muttenz, Fussweg ca. 10 Minuten über die Zwinglistrasse und über die Kriegackerstrasse

### Anreise mit dem Auto

Über die **Autobahn A2**, an der Verzweigung Hagnau die A18 in Richtung Delémont und die Autobahnausfahrt **Muttenz-Nord** wählen. Anschliessend beim Pantheon links in die Hofackerstrasse einbiegen. Für Personenwagen stehen öffentliche kostenpflichtige Parkplätze an der Hofackerstrasse zur Verfügung (kurz vor dem Campus auf der rechten Seite). Für Menschen mit Mobilitätseinschränkungen sind entsprechend gekennzeichnete Parkplätze auf der Südseite des Campus vorhanden.



## Nachhaltigkeit: Unser Weg in die Zukunft

### Vertrauen ist der Anfang von allem

Weltweit und in verstärktem Maße auch in Deutschland wollen wir mit unseren Bemühungen um Nachhaltigkeit Vertrauen schaffen. Besonders in diesen vier Bereichen verstärken wir unser Engagement:

- Management des Klimawandels
- Erhaltung und Verbesserung der Biodiversität
- Schutz unserer Wasserressourcen
- Weitestgehende Reduktion des Fußabdrucks unserer Technologien und Produkte



syngenta®

## Schädlinge im Haus?

Ratten im Keller?  
Holzwurmlöcher im alten Schreibsekretär?  
Motten in der Vorratskammer?  
Schaben in der Küche?

Umwelt  
Bundesamt

## Alternative Maßnahmen im Biozid-Portal finden!

Im **Biozid-Portal** des Umweltbundesamtes informieren wir über Möglichkeiten, wie man in diesen Situationen auch ohne chemische Mittel auskommen kann und worauf man bei einem eventuell erforderlichen Einsatz von Biozid-Produkten achten muss.

Der verantwortungsbewusste Umgang mit Bioziden, vorbeugende Maßnahmen und der Einsatz von Alternativen können beitragen, die Belastung durch Biozide bei Ihren Mitmenschen, Ihren Haustieren, der Umwelt und bei sich selbst zu verringern.

- » Was sind Biozide?
- » Nützlinge und Schädlinge unterscheiden
- » Geeignete Maßnahmen finden

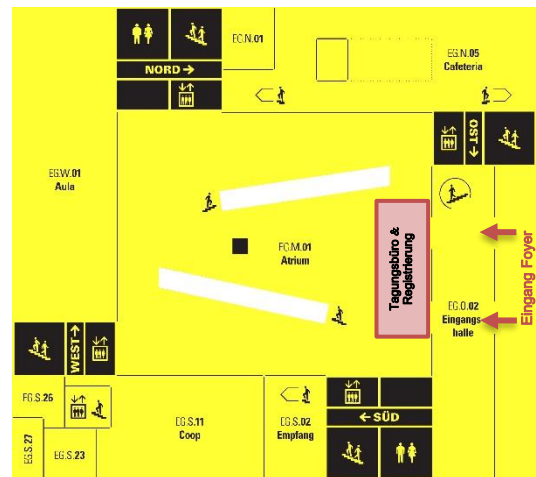
Besuchen Sie das **Biozid-Portal** unter:

[www.biozid.info](http://www.biozid.info)



© Artyom Belozyorov / Fotolia.com

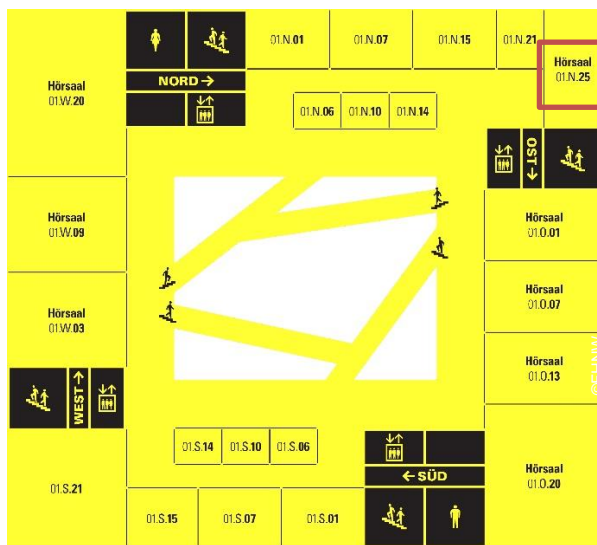
## Am Campus



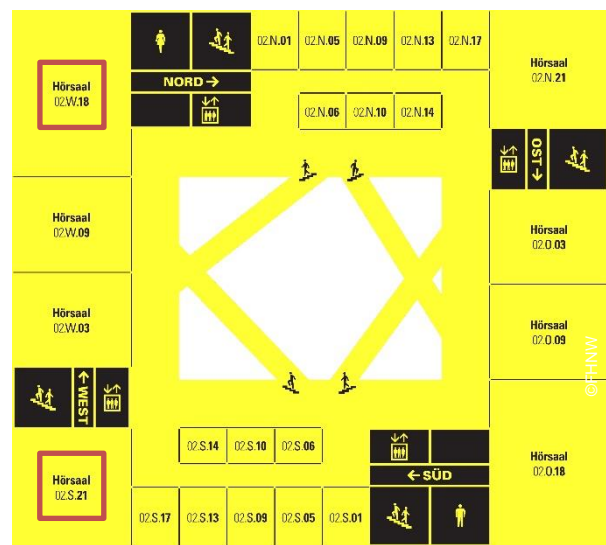
Nach Erreichen des FHNW Campus Muttenz in das grosse Foyer eintreten und nach erfolgter Registrierung über die Treppen ins 1.OG (für **Hörsaal 01.N.25**) bzw. 2.OG (für **Hörsäle 02.S.21** und **02.W.18**) gelangen.

Alternativ steht ein Lift zur Verfügung (für **01.N.25** den Lift Nord, für **02.S.21** den Lift Süd und für **02.W.18** den Lift West betreten).

### 1.OG (01.N.25)



### 2. OG (02.S.21 und 02.W.18)



## Tagungsbüro/Registration

Das **Tagungsbüro mit dem Registrationsdesk** befindet sich im Foyer des Campus Muttenz und ist am Montag 11.9 ab 13:00 Uhr, am Dienstag 12.9. ab 7:30 Uhr und am Mittwoch 13.9. ab 8:15 Uhr geöffnet.

## WLAN-Netz: fhnw-public

Unsere Tagungsgäste können das Gäste-Netzwerk der FHNW nutzen. Für den Zugang das WLAN-Netzwerk (SSID) "**fhnw-public**" auswählen und den Browser starten. Anschliessend erfolgt eine automatische Umleitung auf die Landingpage für eine Authentifizierung. Beachten Sie, dass die Daten unverschlüsselt übertragen werden.

## Verpflegung und Rahmenprogramm

### Mittagessen (Dienstag/Mittwoch)

Die Kosten für ein **vegetarisches Mittagessen** sind im Tagungsbeitrag enthalten. Dazu werden bei der Registrierung zwei Bons ausgehändigt, die am Dienstag und Mittwoch in der Mensa am Campus eingelöst werden können. Nicht-vegetarische Menüs sind nur für Selbstzahler möglich (Achtung: die Bons gelten ausschliesslich für vegetarische Menüs und können nicht anteilmässig für Fleisch- oder Fischmenüs eingelöst werden). In den Kaffeepausen stehen Kaffee, Tee und andere Getränke sowie kleine Snacks im Foyer und im Windfang bereit.

### Abendprogramm und Abendessen

Am **Montag, 11.9.** findet **ab 20 Uhr** für angemeldete Tagungsgäste ein **Get together mit Apéro** statt. Es stehen nicht-alkoholische und alkoholische Getränke sowie vegetarische Snacks und eine traditionelle Schweizer Suppe zur Verfügung. Bei schönem Wetter findet der Apéro draussen auf dem **Campus Vorplatz**, bei schlechtem Wetter in der Mensa statt.

Der **Social Event** (Party mit DJ) am **Dienstag, 12.9.** findet **ab 19:30 Uhr** im **Sudhaus Basel** (sudhaus.ch; Burgweg 7, 4058 Basel) für angemeldete Tagungsgäste statt. Die Kosten von insgesamt CHF 25.- für Getränke sind bei angemeldeten Gästen automatisch im Tagungsbeitrag enthalten. Die Getränkebons mit dem entsprechenden Guthaben werden beim Einlass ins Sudhaus für angemeldete Gäste ausgehändigt.

Das Abendessen ist nicht im Tagungsbeitrag enthalten. Wir empfehlen, vor dem Social Event die Location **KLARA Basel** (klarabasel.ch; Clarastrasse 13, 4058 Basel) zu besuchen (für Selbstzahler). Im Street-Food Tempel können internationale Spezialitäten aus insgesamt neun Küchen sowie diverse Getränkekreationen an der Bar ausgewählt werden. Für die Tagungsgäste ist am Dienstag ab 18:00 Uhr im hinteren Teil (Separée) ein Sitzbereich reserviert.

### Wegbeschreibungen

Das **Sudhaus Basel** befindet sich im Kleinbasel am **Burgweg** in der Nähe des Wettsteinplatzes. Das **KLARA Basel** befindet sich an der **Clarastrasse** ebenfalls unweit des Wettsteinplatzes.

- Ab **Campus Muttenz**: Fussweg zum Bahnhof Muttenz, anschliessend **S1** oder **S3** (Richtung Basel)
- Ab **Basel SBB**: **Tram Nr. 1** oder **Nr. 2** (Richtung Eglisee/Badischer Bahnhof) bis Tramhaltestelle «Wettsteinplatz»
- Zum **Sudhaus Basel** der Grenzacherstrasse folgen bis Burgweg und anschliessend rechts einbiegen (Fussweg 4 Minuten)
- Zum **KLARA Basel** dem Claragraben bis zum Claraplatz folgen und anschliessend rechts in die Clarastrasse einbiegen (Fussweg 5 Minuten)

# Mastering your scientific and regulatory challenges

- In-depth data gap analysis
- Planning and monitoring tailor-made testing programmes
- From predictive in silico (eco)toxicology to intelligent non-standard laboratory/community level studies and population modelling
- Environmental and human health risk assessments
- Assessing potential endocrine disruption via mode of action (MoA), adverse outcome pathway (AOP) and weight of evidence (WoE) approaches
- Dossier/dRR preparation, submission and follow-up

**OUR EXPERTISE – YOUR SUCCESS ON THE MARKET!**



SCC Scientific Consulting Company  
Chemisch-Wissenschaftliche Beratung GmbH  
Am Grenzgraben 11 • 55545 Bad Kreuznach • Germany  
scc@scc-gmbh.de • www.scc-gmbh.de



# Schweizerische Chemische Gesellschaft (SCG/SCS) und ihre Sektion «Chemie und Umwelt» (SCE)

Die **Schweizerische Chemische Gesellschaft (SCG, engl. Swiss Chemical Society SCS)** wurde 1901 gegründet und fusionierte 1992 mit dem Verband Schweizerischer Chemiker. Ihre Vision ist, chemiebasierte Wissenschaften und Innovationen in der Schweiz zu fördern und damit einen positiven Beitrag für Gesellschaft und Umwelt zu leisten. Um dieses Ziel zu erreichen, fördert die SCG den Wissens- und Innovationsaustausch innerhalb der Community und unterstützt Aktivitäten, die der chemischen Forschung aus der Akademie, der Industrie und den Behörden zu Gute kommen.

Die SCG bietet und organisiert...

- Veranstaltungen wie Konferenzen, Kongresse und Kurse zur Förderung des wissenschaftlichen Austauschs ([scg.ch/events](http://scg.ch/events))
- Plattformen für Networking und Karriereentwicklung ([scg.ch/network](http://scg.ch/network))
- Vertretung und Informationsaustausch in nationalen und internationalen Organisationen ([scg.ch/about-scg](http://scg.ch/about-scg))
- Preise und Auszeichnungen für herausragende Leistungen ([scg.ch/awards](http://scg.ch/awards))
- Publikationen als aktiver Herausgeber oder Partner ([scg.ch/publishing](http://scg.ch/publishing))

Die **Sektion "Chemie und Umwelt" (SCE)** der SCG wurde 2019 gegründet und beschäftigt sich mit der Wechselwirkung von natürlichen und synthetischen Chemikalien mit Bio- und Anthroposphäre. Obwohl es bereits einen regen Austausch zwischen Schweizer Behörden und Forschenden zu diesem Thema gab, strebte die neue Sektion insbesondere an, die Verbindungen zur chemischen Industrie in Umweltthemen zu stärken und den Austausch zwischen schweizerischen Forschungsgruppen zu intensivieren. Entsprechend setzt sich der SCE-Vorstand gleichberechtigt aus Vertretern der akademischen und industriellen Forschung in den Bereichen Umweltchemie und Ökotoxikologie zusammen. Ein Vorstandsmitglied vertritt die SCG/SCE zudem in der Abteilung für Chemie und Umwelt der Europäischen Chemischen Gesellschaft. Die SCE beschäftigt sich mit chemischen Prozessen, die Moleküle in der terrestrischen, aquatischen und atmosphärischen Umwelt durchlaufen. Diese weit gefasste Definition der SCE ermöglicht die Förderung des interdisziplinären Austauschs und bietet Anknüpfungspunkte für ein breites Spektrum an umweltchemischer und (öko-)toxikologischer Forschung in der Schweiz. Hauptziele der Sektion sind die Förderung hochwertiger Forschung in Umweltchemie und (Öko-)toxikologie, die Entwicklung innovativer Forschungs-ideen zwischen Hochschulen und der chemischen Industrie sowie die Schaffung einer Plattform für junge Umweltchemiker und Ökotoxikologen.

Die SCE organisiert sektionsspezifische Aktivitäten im Rahmen des jährlichen SCG-Herbsttreffens, Veranstaltungen zu Jobmöglichkeiten für junge Umweltwissenschaftler in der Chemie- und Pharmaindustrie sowie Publikationen zu sektionsspezifischen Themen. Geplante Aktivitäten umfassen Rundtischgespräche und gemeinsame Lehrinhalte.

Interessiert an einer Mitgliedschaft bei SCG und SCE? Registrieren Sie sich unter [scg.ch/membership](http://scg.ch/membership) und wählen Sie unsere Sektion aus!

MEETING THE NEEDS

# STRATEGIES FOR SUSTAINABILITY



Are you looking for a partner with whom you can master any current or future challenges related to sustainability in the industry? We accompany you from the very beginning and ensure that your substances and products comply with the latest developments in the individual regulatory areas.  
Think globally, act locally. **Contact us:** [sustainability@knoell.com](mailto:sustainability@knoell.com)



# Übersicht Tagungsprogramm

Montag, 11. September 2023

Uhrzeit	Programmpunkt	Ort
9:00 bis 15.00	<i>Junges Umweltforum JuF (separate Anmeldung nötig)</i>	Campus Muttenz 01.N.25
Ab 13:00 Uhr	Registrierung offen und Poster-Wände für Aufbau verfügbar	Campus Muttenz (CM) Foyer
18:30 Uhr	Eröffnung der Tagung und Begrüssung durch die Fachgesellschaften und Gastgeber	CM 02.W.18
19:00 Uhr	Plenarvortrag von Prof. Dr. Martin Scheringer (ETH Organische Umweltchemie & RECETOX) <i>Globale Umweltverschmutzung: Was kann, was soll die Wissenschaft tun?</i>	CM 02.W.18
20:00 Uhr	Apéro und Get together	Bei schönem Wetter draussen auf dem Campus Vorplatz, alternativ in der CM Mensa

Dienstag, 12. September 2023

Uhrzeit	Programmpunkt	Ort
Ab 7:45 Uhr	Registrierung offen und Poster anbringen	Campus Muttenz (CM) Foyer
8:35 Uhr	Begrüssung durch die Fachgesellschaften	CM 02.W.18
8:45 Uhr	Plenarvortrag von Dr. Bettina Hitzfeld (Bundesamt für Umwelt BAFU Abteilung Boden und Biotechnologie) <i>Globale Umweltverschmutzung: was sind die aktuellen Herausforderungen für die Regulatorik in der Schweiz?</i>	CM 02.W.18
9:30 Uhr	Sessions	CM 02.W.18 CM 02.S.21 CM 01.N.25
10:30 Uhr	Kaffeepause und Poster Session	CM Foyer
11:00 Uhr	Sessions	CM 02.W.18 CM 02.S.21 CM 01.N.25
12:30 Uhr	Mittagessen	CM Mensa
13:30 Uhr	Sessions	CM 02.W.18 CM 02.S.21
15:00 Uhr	Kaffeepause und Poster Session mit Poster Corner	CM Foyer
16:00 Uhr	Sessions	CM 02.W.18 CM 02.S.21
17:15 Uhr	Vollversammlung GDCh	CM 01.N.25
18:00 Uhr	Vollversammlung SETAC GLB	CM 02.S.21
Ab 19:30 Uhr	Party vorab Abendessen für Selbstzahler	Sudhaus Basel Burgweg 7, 4058 Basel  Tipp: KLARA Clarastrasse 13, 4058 Basel



Mittwoch, 13. September 2023

Uhrzeit	Programmpunkt	Ort
Ab 8:00 Uhr	Registrierung offen	Campus Muttenz (CM) Foyer
8:45 Uhr	Plenarvortrag von Dr. Claudio Srepani (Syngenta Crop Protection, Soil Health Center) <i>Chemical Innovation for Sustainable Agriculture by Investing in Soil Health</i>	CM 02.W.18
9:30 Uhr	Sessions	CM 02.W.18 CM 02.S.21 CM 01.N.25
10:30 Uhr	Kaffeepause und Poster Session	CM Foyer
11:00 Uhr	Sessions inkl. SCS Special Session	CM 02.W.18 CM 02.S.21(SCS)
12:30 Uhr	Mittagessen	CM Mensa
13:30 Uhr	Preisverleihung mit Vorträgen und Verabschiedung	CM 02.W.18
15:00 Uhr	Ende der Tagung	


always  
inspiring more ...

symrise

—  
always inspiring more ...  
—

Sich ernähren und pflegen. Riechen und schmecken. Der Natur auf der Spur — nachhaltig, innovativ und kreativ. So wünschen sich Verbraucher ihre Produkte heute, 24 Stunden am Tag, sieben Tage die Woche. Mit unseren Ideen und Lösungen bereichern wir das Leben von Menschen und ihren vierbeinigen Begleitern. Mit Einfallsreichtum und unternehmerischem Schwung arbeiten wir daran, dass diese die alltäglichen und besonderen Momente genießen können — zuhause und in aller Welt.

[www.symrise.com](http://www.symrise.com)



# Detailprogramm mit Sessions

Montag, 11.9.2023

Uhrzeit	02.W.18
18:30	Eröffnung der Tagung durch die Fachgesellschaften und die Gastgeber
19:00	Prof. Dr. Martin Scheringer, ETH & RECETOX Globale Umweltverschmutzung: was kann, was soll die Wissenschaft tun?
20:00	Apéro und Get together (Vorplatz/Mensa)

Dienstag, 12.9.2023

Uhrzeit	02.W.18		
8:35	Grussworte der Fachgesellschaften GDCH und SETAC GLB		
8:45	Dr. Bettina Hitzfeld, BAFU Globale Umweltverschmutzung: was sind die aktuellen Herausforderungen für die Regulatorik in der Schweiz?		
	02.W.18	02.S.21	01.N.25
	1 Ökotoxikologische Methoden Chairs: Marcus Lukas + Dominik Nerlich	2 Verhalten in der Umwelt Chairs: Jan Schwarzbauer + Katrin Wiltschka	3 Abwasser I Chairs: Kathrin Fenner + Xenia Klaus
9:30	1.1 Morlock G.: 2LabsToGo: Werden planare multiplex Bioassays die vorherrschenden in vitro-Assays ersetzen?	2.1 Böhm L.: Tonminerale als Sorbenten für hydrophobe organische Chemikalien: Betrachtung von Einflussfaktoren	3.1 Langer M.: Biotests und Industrieabwasser: Visualisierung zur Priorisierung
9:50	1.2 Thalmann B.: Relevance of Serum-free Media for New Approach Methodologies (NAMs)	2.2 Honert C.: Pesticide Residues Over the Course of a Year in Soil and Vegetation of Fields and Meadows	3.2 Klaus X.: Dem Unsichtbaren auf der Spur: Abbau- und Biotests für die Charakterisierung von Industrieabwässern (ABIScreen)
10:10	1.3 Langer M.: Online in situ Messungen von Gammariden während Pestizidexposition im Feld	2.3 Gallé T.: Die Dynamik von Pestizidtransformationsprodukten in Oberflächengewässern als Indikator für Verlagerungen ins Grundwasser: Hydrologische Differenzierung und quantitative Auswertung	3.3 Kizgin A.: Anwendung von Biologischen Frühwarnsystemen in Kläranlagen: Einführung eines vielversprechenden Ansatzes zur Überwachung von Veränderungen in der Abwasserzusammensetzung
10:30	Kaffeepause und Poster Session (Foyer)		

Uhrzeit	02.W.18	02.S.21	01.N.25
	<b>4</b> <b>Effekte I</b> Chairs: Julia Regnery + Alexandra Grundmann	<b>5</b> <b>Analytische Methoden</b> Chairs: Jan Wiederhold + Eric Rosenheinrich	<b>6</b> <b>Abwasser II</b> Chairs: Wolfgang Schrader + Christiane Meier
11:00	<b>4.1 von Wyl M.:</b> Molekulare Grundlagen von vorübergehender und anhaltender Neurotoxizität in Zebrafischlarven	<b>5.1 Belkouteb N.:</b> 68 Elemente in einem Analysenlauf zur Erfassung von elementaren Fingerabdrücken in Fließgewässern	<b>6.1 Liedtke A.:</b> Eliminierungspotenzial von Pestizidwirkstoffen mittels gängigen Wasseraufbereitungsverfahren
11:20	<b>4.2 Saalman V.:</b> Establishment of new sublethal behavioral endpoints in the acute and chronic toxicity test with Daphnia magna	<b>5.2 Meyer C.:</b> Novel Identification of Human Pharmaceutical Metabolites in Untreated Wastewater by Wide Scope Suspect Screening	<b>6.2 Peschke K.:</b> Flohkrebse in Zeiten des Klimawandels: Untersuchungen zur Auswirkung von multiplem Stress durch Temperaturerhöhung und Kläranlagenabwasser auf die Widerstandsfähigkeit und den Gesundheitszustand wirbelloser Gewässerorganismen
11:40	<b>4.3 Soose L.J.:</b> Verhaltensökotoxikologie in der Praxis	<b>5.3 Fischer M.:</b> Analysis of Paint Particles with (reactive) Pyrolysis-Gas Chromatography/ Mass Spectrometry	<b>6.3 Trejos-Delgado C.:</b> Cytotoxicity and Endocrine Disruption Activity in two German conventional Wastewater Treatment Plants
12:00	<b>4.4 Christen V.:</b> Pestizidexposition von Pollensammlerinnen: Korrelation zwischen Flugdauer und Genexpression	<b>5.4 Schwarzbauer J.:</b> Pyrolysis-based Determination of Water Soluble Synthetic Polymers in Waste Water	<b>6.4 Wiltshka K.:</b> Hydrodechlorierung grubenwasserspezifischer polychlorierter Biphenyle (PCB) mithilfe von Palladiumkatalysatoren
12:30	<b>Mittagessen</b> (Mensa)		
Uhrzeit	02.W.18	02.S.21	
	<b>7</b> <b>Effekte II</b> Chairs: Nicole Bandow + Anna Bell	<b>8</b> <b>Monitoring I</b> Chairs: Lars Düster + Angus Rocha Vogel	
13:30	<b>7.1 Hörchner S.:</b> Effect-based Assessment on the Failure to Achieve Successful Stream Restoration	<b>8.1 Koschorreck J.:</b> Langzeit-Monitoring mit der Umweltprobenbank des Bundes für ein effektives Chemikalien- und Umweltmanagement	
13:50	<b>7.2 Kienle C.:</b> Anwendung einer Biotestbatterie zur ökotoxikologischen Beurteilung der Wasserqualität in 15 Schweizer Fließgewässern	<b>8.2 Harhash M.:</b> ICP-MS at-line Automation for High-time Resolution Multi-element River Monitoring	
14:10	<b>7.3 Schönborn A.:</b> Routine-Überwachung von Umweltproben und Lebensmitteln auf schädliche Stoffe mit wirkungsbasierten, planaren Bioassays	<b>8.3 Wiederhold J. G.:</b> Quecksilber in Schwebstoffen und Sedimenten deutscher Flüsse: Einfluss von Probenahme und Saisonalität auf Hg-Speziesdynamik und mikrobielle Gemeinschaften	
14:30	<b>7.4 Voisin A.-S.:</b> Gene Expression Biomarkers for Water Quality Monitoring with the Brown Trout Salmo trutta	<b>8.4 Zenker A.:</b> Organic UV Filters in Remote Alpine Lakes	
15:00 – 16:00	<b>Kaffeepause und Poster Session</b> (Foyer)		
15:20	<b>Poster Corner mit Flashvorträgen (bei Anmeldung für Nachwuchswissenschaftler Posterpreis)</b> (Foyer)		

Uhrzeit	02.W.18	02.S.21
	9 Effekte III Chairs: Jochen Zubrod + Markus Schmitz	10 Monitoring II Chairs: Jan Koschorreck + Nadine Belkouteb
16:00	9.1 Zubrod J.: Die Berücksichtigung physiologischer Variablen in Maschinelles Lernen-basierten QSARs ermöglicht Vorhersagen über Chemikalien und Arten hinweg	10.1 Düster L.: Wohin geht die Reise chemisches Gewässermonitoring?
16:20	9.2 Betz-Koch S.: Effekte wiederholter pulsartiger Pyrethroid-Expositionen auf eine benthische Lebensgemeinschaft	10.2 Badry A.: Ad hoc Bewertung von Non-target Screening Daten für die behördliche Gewässerbeobachtung der Zukunft
16:40	9.3 Liess M.: Latente Mortalität und hormetische Kompensation kurzer Pestizidpulse	10.3 Kroll A.: Linking Surface Water Monitoring and Pesticide Regulation in Selected European Countries
17:00		10.4 Hitzfeld K.: KgM: Vom Monitoring zum Handeln
17:15	Vollversammlung der GDCh (01.N.25)	
18:00	Vollversammlung der SETAC GLB (02.S.21)	
Ab 19:30	Party (Sudhaus in Basel)	



**oekotoxzentrum**  
**centre ecotox**

Schweizerisches Zentrum für angewandte Ökotoxikologie  
Centre Suisse d'écotoxicologie appliquée

#### Brücke zwischen Forschung und Anwendung

- Drehscheibe für Experten aus Praxis, Behörden, Industrie und Wissenschaft
- Validierung und Standardisierung von praxisrelevanten Test- und Analysemethoden
- Ökotoxikologische Evaluierung von Umweltproben
- Retrospektive Risikobewertung von Schadstoffen

#### Weiterbildung für Fachleute aus der Praxis

#### Beratung

- Mitwirken in nationalen und internationalen Gremien
- Erteilen von Fachauskünften

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

Mittwoch, 13. September 2023

Uhrzeit	<b>02.W.18</b>		
8:45	Dr. Claudio Screpanti, Syngenta Crop Protection Chemical Innovation for Sustainable Agriculture by Investing in Soil Health		
	<b>02.W.18</b>	<b>02.S.21</b>	<b>01.N.25</b>
	<b>11</b> <b>Mikroplastik</b> Chairs: Stefan Hahn + Stefan Meinecke	<b>12</b> <b>Anthropogene Stressoren</b> Chairs: Stefanie Wieck + Armin Zenker	<b>13</b> <b>Effekte IV</b> Chairs: Peter Ebke + Miriam Langer
9:30	<b>11.1 Rocha Vogel A.:</b> Spurenelementakkumulation an Reifen- und Straßenabrieb mit Straßensediment nach dem Eintrag ins Gewässer	<b>12.1 Hof D.:</b> Stadt, Land, Fluss: Lässt sich ein Zusammenhang zwischen der Umlandnutzung und dem ökotoxikologischen Zustand in Fließgewässern herstellen?	<b>13.1 Reininger N.:</b> Endokrine Aktivität von Bi- sphenol A und elf Strukturana- loga
9:50	<b>11.2 Lukas M.:</b> Ein neues Konzept zur ökotoxi- kologischen Bewertung von Kunststoffen unter Berücksich- tigung von Alterungsprozes- sen	<b>12.2 Casado-Martine C.:</b> Sediment quality assessment at small streams affected by different types of anthropo- genic pressures	<b>13.2 Völker J.:</b> Testung auf endokrine Wirkung - Bestehende Lücken und Empfehlungen aus der Sicht- weise eines CROs
10:10	<b>11.3 Meinecke S.:</b> Fragmentierung von gealterten und nicht gealterten Kunststof- fen im Uferbereich: Ergebnisse einer Mesokosmos-Studie	<b>12.3 Bosshard J.:</b> Wirkstoffemissionen aus formu- lierenden Pharmabetrieben - Wie viel Wirkstoff gelangt ins Gewässer?	<b>13.3 Frelih M.:</b> Toxicogenomic Signatures of Estrogen-dependent Modes of Action in the Zebrafish Em- bryo
10:30	<b>Kaffeepause und Poster Session</b> (Foyer)		
Uhrzeit	<b>02.W.18</b>	<b>02.S.21</b>	
	<b>14</b> <b>Boden</b> Chairs: Leonard Böhm + Micha Wehrli	<b>Swiss Chemical Society (SCS)</b> <b>Special Session</b> Chairs: Kathrin Fenner	
11:00	<b>14.1 Frische T.:</b> Save Our Soils (SOS): aktuelle Forschungs- arbeiten des Umweltbundesamtes (UBA) für einen wirksameren stofflichen Bodenschutz	<b>SCS 1 Groh K.:</b> Synthese der wissenschaftlichen Erkenntnisse als Grundlage für die Chemikalienpolitik	
11:20	<b>14.2 Medici L.:</b> Influence of Realistic Pesticide Application Spray Plans on the Nitrogen Cycle in Bare Soil Systems	<b>SCS 2 Hernández A. C.:</b> Deposition, Cycling, and Ecological Impacts of Plant Protection Products	
11:40	<b>14.3 Walder F.:</b> Retrospective Risk Assessment: an Ecologi- cal Approach to Explore Effects of Pesticide Residues on Soils	<b>SCS 3 Steinbacher M.:</b> Eine Reise durch 50 Jahre atmosphärischer Spu- rengas- und Aerosolmessungen auf dem Jung- frauoch (3'500 m über dem Meer)	
12:00	<b>14.4 Bandow N.:</b> Langzeittrends für PFAS und PFAS-Vorläu- fersubstanzen in Böden aus verschiedenen Ökosystemtypen in Deutschland		
12:30	<b>Mittagessen</b> (Mensa)		
13:30	<b>Preisverleihung mit Vorträgen</b> (02.W.18)		
15:00	<b>Ende der Tagung</b>		



# Plenarvorträge

**Montag, 11. September**

**Martin Scheringer**

Globale Umweltverschmutzung: Was kann, was soll die Wissenschaft tun?

Die umweltchemische und ökotoxikologische Forschung hat in den letzten 30 Jahren ein umfassendes Bild der Belastung von Mensch und Umwelt durch synthetische Chemikalien geliefert. Dies umfasst die Einsatzbereiche, Emissionen in die Umwelt, das Verhalten in der Umwelt sowie die toxischen Effekte einer Vielzahl ganz verschiedener Substanzen. Damit wird nun der "chemische Fussabdruck" der modernen globalisierten Wirtschaft erkennbar, wie er z.B. im Global Chemicals Outlook II oder dem Global Environment Outlook 6 von UNEP dargestellt wird. Die Belastung von Mensch und Umwelt durch toxische Chemikalien wird mittlerweile neben Klimawandel und Artensterben als eine von drei "planetaren Krisen" angesehen. Als eine Reaktion darauf wird zur Zeit ein Weltchemikalienrat ("science-policy panel") ähnlich dem Weltklimarat (IPCC) durch UNEP vorbereitet. Was sind die Implikationen dieser Entwicklungen für die Forschung in Umweltchemie und Ökotoxikologie, für die Chemikalienregulierung und für die Kommunikation zwischen Wissenschaft einerseits und Gesellschaft, Wirtschaft und Politik andererseits? Im Vortrag werden mögliche Antworten auf diese Fragen diskutiert, und künftige Aufgaben für Umweltchemie und Ökotoxikologie werden beleuchtet.

**Dienstag, 12. September**

**Bettina Hitzfeld**

Globale Umweltverschmutzung: was sind die aktuellen Herausforderungen für die Regulatorik in der Schweiz?

Die globale Umweltverschmutzung macht auch vor der Schweiz nicht halt. Belastungen durch persistente organische Schadstoffe oder Schwermetalle zeugen von der hohen industriellen Aktivität in der Schweiz oder sind das Resultat von Verfrachtungen. Techniken in der analytischen Umweltchemie, das Monitoring oder in der Ökotoxikologie werden immer genauer und können komplexe biologische Vorgänge besser erfassen. Die Bedeutung der Umwelt – gesundes Wasser, gesunde Böden – ist als Folge aktueller Krisen, wie Pandemien oder des Klimawandels, gewachsen. Auch das One Health Prinzip fordert dazu auf, neue gemeinsame Wege zu gehen. Regulatoren sind somit gefordert, dieser Entwicklung zu folgen und die Rechtsetzung entsprechend auszugestalten.

Die konkreten Herausforderungen in der Schweiz – belastete Böden, durch Industriestandorte belastete Standorte oder belastete Sedimente – verlangen komplexe Vorabklärungen inklusive Festlegung von Sanierungszielen sowie technische Lösungen für die Sanierungen. Neue Stoffgruppen, wie die PFAS verlangen von den Vollzugsbehörden in den Kantonen und dem Bund sowie der Politik ein flexibles und angepasstes Reagieren auf neue regulatorische Anforderungen wie auch neue technische Methoden.

Die Unterstützung der Forschung, insbesondere der angewandten, ist für die Behörden essentiell. Eine gute Ausbildung von Ökotoxikologinnen und Ökotoxikologen, Umweltchemikern und Umweltchemikerinnen, die Zusammenarbeit aller notwendigen Disziplinen und eine gute Risikokommunikation gehören dazu.

**Mittwoch, 13. September**

**Claudio Screpanti**

Chemical Innovation for Sustainable Agriculture by Investing in Soil Health

There is an increasing urgency for a more resilient and sustainable way to produce food, feed and fibres. Whilst we witness notable advances in many areas of fundamental and more applied research, there is a pressing need to review the innovation models that bring new solutions for crop production. In this context chemistry can play a key role. By exploring new frameworks on chemical innovation by focusing on soil health and bringing few concrete examples on how to merge public and private R&D efforts a new way forward can be foresighted.

# Preisverleihung

Am Mittwoch, 13.9. findet die Preisverleihung für die besten Vorträge und Poster der Tagung sowie für die Nachwuchsförderpreise der SETAC GLB und den Paul-Crutzen-Preis der GDCh-Fachgruppe Umweltchemie & Ökotoxikologie statt.

## SETAC GLB Nachwuchsförderpreise

Auch in diesem Jahr werden Preise für die beste Master- und Doktorarbeit von der SETAC GLB vergeben. Die Preisträger\*innen werden während der Tagung bekannt gegeben und halten einen Vortrag im Rahmen der Preisverleihung. Die SETAC GLB Nachwuchsförderpreise sind vom Verband der Chemischen Industrie e.V. gefördert.



## Paul-Crutzen-Preis

Die GDCh-Fachgruppe Umweltchemie & Ökotoxikologie verleiht diese Auszeichnung seit dem Jahr 2000 für eine herausragende wissenschaftliche Publikation des wissenschaftlichen Nachwuchses. Der Paul-Crutzen-Preis 2023 umfasst eine Verleihungsurkunde, ein von der Bayer AG gestiftetes Preisgeld und eine einjährige kostenlose Mitgliedschaft in der Fachgruppe. Der/die Preisträger\*in wird auf der Tagung bekannt gegeben und hält einen Vortrag im Rahmen der Preisverleihung.



Fachgruppe  
**Umweltchemie &  
Ökotoxikologie**





# Vorträge

<b>1</b>	<b>Ökotoxikologische Methoden</b>	<b>27</b>
1.1	2LabsToGo: Werden planare multiplex Bioassays die vorherrschenden in vitro-Assays ersetzen?	27
1.2	Relevance of Serum-free Media for New Approach Methodologies (NAMs)	27
1.3	Online in situ Messungen von Gammariden während Pestizidexposition im Feld	28
<b>2</b>	<b>Verhalten in der Umwelt</b>	<b>29</b>
2.1	Tonminerale als Sorbenten für hydrophobe organische Chemikalien : Betrachtung von Einflussfaktoren	29
2.2	Pesticide Residues Over the Course of a Year in Soil and Vegetation of Fields and Meadows	29
2.3	Die Dynamik von Pestizidtransmutationsprodukten in Oberflächengewässern als Indikator für Verlagerungen ins Grundwasser: Hydrologische Differenzierung und quantitative Auswertung	30
<b>3</b>	<b>Abwasser I</b>	<b>31</b>
3.1	Biotests und Industrieabwasser: Visualisierung zur Priorisierung	31
3.2	Dem Unsichtbaren auf der Spur: Abbau- und Biotests für die Charakterisierung von Industrieabwässern (ABIScreen)	31
3.3	Anwendung von Biologischen Frühwarnsystemen in Kläranlagen: Einführung eines vielversprechenden Ansatzes zur Überwachung von Veränderungen in der Abwasserzusammensetzung	32
<b>4</b>	<b>Effekte I</b>	<b>33</b>
4.1	Molekulare Grundlagen von vorübergehender und anhaltender Neurotoxizität in Zebrafischlarven	33
4.2	Establishment of new sublethal behavioral endpoints in the acute and chronic toxicity test with <i>Daphnia magna</i>	33
4.3	Verhaltensökotoxikologie in der Praxis	34
4.4	Pestizidexposition von Pollensammlerinnen: Korrelation zwischen Flugdauer und Genexpression	34
<b>5</b>	<b>Analytische Methoden</b>	<b>36</b>
5.1	68 Elemente in einem Analysenlauf zur Erfassung von elementaren Fingerabdrücken in Fließgewässern	36
5.2	Novel Identification of Human Pharmaceutical Metabolites in Untreated Wastewater by Wide Scope Suspect Screening	36
5.3	Analysis of Paint Particles with (reactive) Pyrolysis-gas Chromatography/Mass Spectrometry	37
5.4	Pyrolysis-based Determination of Water Soluble Synthetic Polymers in Waste Water	37
<b>6</b>	<b>Abwasser II</b>	<b>38</b>
6.1	Eliminierungspotenzial von Pestizidwirkstoffen mittels gängigen Wasseraufbereitungsverfahren	38
6.2	Flohkrebse in Zeiten des Klimawandels: Untersuchungen zur Auswirkung von multiplen Stress durch Temperaturerhöhung und Kläranlagenabwässer auf die Widerstandsfähigkeit und den Gesundheitszustand wirbelloser Gewässerorganismen	38
6.3	Cytotoxicity and Endocrine Disruption Activity in two German Conventional Wastewater Treatment Plants.	39
6.4	Hydrodechlorierung grubenwasserspezifischer polychlorierter Biphenyle (PCB) mithilfe von Palladiumkatalysatoren	39
<b>7</b>	<b>Effekte II</b>	<b>41</b>
7.1	Effect-based Assessment on the Failure to Achieve Successful Stream Restoration	41
7.2	Anwendung einer Biotestbatterie zur ökotoxikologischen Beurteilung der Wasserqualität in 15 Schweizer Fließgewässern	41
7.3	Routine-Überwachung von Umweltproben und Lebensmitteln auf schädliche Stoffe mit wirkungsbasierten, planaren Bioassays	42
7.4	Gene Expression Biomarkers for Water Quality Monitoring with the Brown Trout <i>Salmo trutta</i>	42
<b>8</b>	<b>Monitoring I</b>	<b>44</b>
8.1	Langzeit-Monitoring mit der Umweltprobenbank des Bundes für ein effektives Chemikalien- und Umweltmanagement	44
8.2	ICP-MS at-line Automation for High-time Resolution Multi-element River Monitoring	44
8.3	Quecksilber in Schwebstoffen und Sedimenten deutscher Flüsse: Einfluss von Probenahme und Saisonalität auf Hg-Speziesdynamik und mikrobielle Gemeinschaften	45
8.4	Organic UV filters in remote alpine lakes	45
<b>9</b>	<b>Effekte III</b>	<b>47</b>
9.1	Die Berücksichtigung physiologischer Variablen in Maschinelles Lernen-basierten QSARs ermöglicht Vorhersagen über Chemikalien und Arten hinweg	47
9.2	Effekte wiederholter pulsartiger Pyrethroid-Expositionen auf eine benthische Lebensgemeinschaft	47

9.3	Latente Mortalität und hormetische Kompensation kurzer Pestizidpulse	48
<b>10</b>	<b>Monitoring II</b>	<b>49</b>
10.1	Wohin geht die Reise chemisches Gewässermonitoring?	49
10.2	Ad hoc Bewertung von Non-target Screening Daten für die behördliche Gewässerbeobachtung der Zukunft	49
10.3	Linking Surface Water Monitoring and Pesticide Regulation in Selected European Countries	50
10.4	KgM: vom Monitoring zum Handeln	50
<b>11</b>	<b>Mikroplastik</b>	<b>51</b>
11.1	Spurenelementakkumulation an Reifen- und Straßenabrieb mit Straßensediment nach dem Eintrag ins Gewässer	51
11.2	Ein neues Konzept zur ökotoxikologischen Bewertung von Kunststoffen unter Berücksichtigung von Alterungsprozessen	51
11.3	Fragmentierung von gealterten und nicht gealterten Kunststoffen im Uferbereich: Ergebnisse einer Mesokosmos-Studie	52
<b>12</b>	<b>Anthropogene Stressoren</b>	<b>53</b>
12.1	Stadt, Land, Fluss: Lässt sich ein Zusammenhang zwischen der Umlandnutzung und dem ökotoxikologischen Zustand in Fließgewässern herstellen?	53
12.2	Sediment Quality Assessment at Small Streams Affected by Different Types of Anthropogenic Pressures	53
12.3	Wirkstoffemissionen aus formulierenden Pharmabetrieben - Wie viel Wirkstoff gelangt ins Gewässer?	54
<b>13</b>	<b>Effekte IV</b>	<b>55</b>
13.1	Endokrine Aktivität von Bisphenol A und elf Strukturanaloga	55
13.2	Testung auf endokrine Wirkung - Bestehende Lücken und Empfehlungen aus der Sichtweise eines CROs	55
13.3	Toxicogenomic signatures of Estrogen-dependent Modes of Action in the Zebrafish Embryo	56
<b>14</b>	<b>Boden</b>	<b>57</b>
14.1	Save Our Soils (SOS) : aktuelle Forschungsarbeiten des Umweltbundesamtes (UBA) für einen wirksameren stofflichen Bodenschutz	57
14.2	Influence of realistic pesticide application spray plans on the nitrogen cycle in bare soil systems	57
14.3	Retrospective risk assessment: an ecological approach to explore effects of pesticide residues on soils	58
14.4	Langzeittrends für PFAS und PFAS-Vorläufersubstanzen in Böden aus verschiedenen Ökosystemtypen in Deutschland	58
<b>SCS Sondersession</b>		<b>59</b>
SCS 1	Synthese der wissenschaftlichen Erkenntnisse als Grundlage für die Chemikalienpolitik	59
SCS 2	Deposition, Cycling, and Ecological Impacts of Plant Protection Products	59
SCS 3	Eine Reise durch 50 Jahre atmosphärischer Spurengas- und Aerosolmessungen auf dem Jungfraujoch (3'500 m über dem Meer)	60

## 1 Ökotoxikologische Methoden

### 1.1 2LabsToGo: Werden planare multiplex Bioassays die vorherrschenden in vitro-Assays ersetzen?

**Gertrud Morlock**

Justus-Liebig-Universität Gießen, Lebensmittelwissenschaften, Heinrich-Buff-Ring 26-32, 35392 Gießen, Deutschland  
gertrud.morlock@uni-giessen.de

Um Hormon-ähnlich wirkende Substanzen in Lebensmitteln zu analysieren, sucht man entweder nur nach ausgewählten Zielverbindungen oder man verliert sich in den Tausenden von Signalen unbekannter Verbindungen oder man erhält einen verfälschten *in vitro* Assay-Summenwert oder der analytische Aufwand wird zu groß (Bioassay-unterstützte Fraktionierung) [1,2]. Gibt es nichts Besseres?

Im planaren Wirkungsprofil einer Probe detektiert man bekannte wie unbekannte Wirkstoffe. Man kann differenzieren zwischen agonistischen, antagonistischen, falsch-positiv antagonistischen und synergistischen endokrinen Wirkungen. Dies ist wichtig für richtige Schlußfolgerungen, für das Erkennen und Verständnis von Zusammenhängen und den Wissenszuwachs. Dosis-Wirkungs-Kurven ( $EC_{50}$ ,  $IC_{50}$ , etc.) können mittels digitaler Bildauswertung berechnet werden.

Stellt man sich positive und negative Respons-Signale im planaren Wirkungsprofil einer getrennten Probe [3-5] als *in vitro*-Mikrotiterplattenassay-Well-Summenwert vor, erkennt man: Wirkstoff-Signale werden in komplexen Gemischen schnell überlagert oder gehen im starken Quenching-Signal unter, das beispielsweise durch Pigmente oder stark absorbierende Substanzen verursacht wird. Das liegt daran, dass die entscheidende chromatographische Trennung fehlt. Daher sind planare non-target multiplex Assays für die Lebensmittelanalytik von großem Vorteil.

Zur Verbreitung der leistungsstarken Technik wurde ein miniaturisiertes, portables, open-source-basiertes 2LabsToGo-System entwickelt, das ein Chromatographie-Labor und ein Toxikologie-Labor kostengünstig zusammenfaßt [6].

[1] Morlock GE, Anal. Chim. Acta 2021, 1180, 338644.

[2] Morlock GE, Phytochem. Review, 2023, <https://doi.org/10.1007/s11101-022-09844-x>.

[3] Schreiner T, et al., Front. Pharmacol. 2021, 12, 755941.

[4] Ronzheimer A, et al., Phytomedicine, 2022, 103, 154230.

[5] Schreiner T, et al., Food Chem. 2022, 395, 133610.

[6] Sing L, et al., Anal. Chem. 2022, 94, 14554–14564.

### 1.2 Relevance of Serum-free Media for New Approach Methodologies (NAMs)

**Beat Thalmann**

Scinora GmbH  
beat@scinora.com

Since the 1980s, serum-free media have become established and are successfully used in various areas of cell-based research. After the BSE crisis, which peaked in 1992-1993, the biopharmaceutical industry switched completely to the use of serum-free and eventually chemically defined media. These approaches have led to a steady increase in productivity and reproducibility.

With the increasing use of new methods (NAMs), the demand for foetal calf serum (FCS) is increasing, leading to higher prices. Concerns about reproducibility in the use of FCS have been an issue for some time and there is no end in sight. FCS is, on the one hand, a seemingly indispensable reagent for cell culture, but on the other hand it masks numerous signals by the substances it contains, such as serum albumin. The latter property makes it possible to facilitate the cultivation of numerous cell lines *in vitro*, to provide sufficient growth-promoting signals and to intercept cytotoxic signals.

The development of serum-free media for NAMs and (eco)toxicological applications therefore requires immense efforts to adapt existing routine cell lines as well as new test systems to animal component-free culture media, previously cultivated for decades with FCS of varying quality.

These steps are also necessary with regards to human relevance in order to generate defined, human-based test systems with improved reproducibility as well as flexibility.

In this review and outlook, the steps for conversion to serum-free media are presented using explicit examples, ultimately leading to concrete recommendations for carrying out these conversions in various other laboratories.

### 1.3 Online in situ Messungen von Gammariden während Pestizidexposition im Feld

Miriam Langer, Alba Lopez-Mangas, Heinz Singer

FHNW, IEC, Hofackerstrasse 30, 4132 Muttenz & Eawag, Überlandstrasse 133, 8600 Dübendorf  
miriam.langer@fhnw.ch

Bei der aktuellen Risikobewertung von Pestiziden wird das Risiko von Einzelsubstanzen ermittelt. In der Umwelt sind Organismen aber meistens komplexen sich verändernden Mischungen ausgesetzt. Deshalb spiegelt das aktuelle Vorgehen bei der Risikobewertung von Einzelpestiziden reale Schlüsselaspekte wie Mischungen und Expositions-dynamiken für aquatische Organismen in Fließgewässern nicht ausreichend wider.

Wir haben die Dynamik von Pestizideintragsspitzen und ihre Auswirkungen auf das Verhalten des Modellorganismus *Gammarus spec.* im Feld untersucht. Zum ersten Mal wurde das MS2field, ein völlig autonomes analytisches Online-MS-Labor mit einer Messauflösung von 20 Minuten, parallel zu einem Biomonitoring-System betrieben. Dieses misst die Bewegungsaktivität von in situ eingesetzten Gammariden in einem Bypass eines kleinen Schweizer Baches in einem intensiv landwirtschaftlich genutzten Gebiet. Mit den hochauflösend gemessenen Pestizidkonzentrationen wurden die Mischungsrisiken spezifisch für *Gammarus spec.* errechnet und mit den Verhaltensbeobachtungen verglichen.

Im Feld zeigten die Testorganismen nach gemessenen Pestizidspitzen während und nach Niederschlägen Verhaltensänderungen an, wobei die hochauflösend gemessenen Pestizidbelastungen maximal bei  $\approx 0,03$  TU lagen. Während und nach den Pestizidspitzen konnten wir unterschiedlich langanhaltende Veränderungen im Verhaltensmuster der Gammariden feststellen.

Um den Einfluss von natürlichen Stressoren auszuschliessen, untersuchten wir in einem zweiten Experiment die Auswirkungen von gezielten Pestizidimpulsen auf die Bewegungsaktivität von Gammariden unter kontrollierten Laborbedingungen. Hier wurde der zirkadiane Rhythmus von *Gammarus fossarum* nach Pestizidimpulsen mit geringem Risiko - d.h. 0,17 und 0,08 Toxic Units - gestört.

Diese Experimente zeigen, dass Veränderungen in der Bewegungsaktivität und Bewegungsmuster Endpunkte sind, deren weitere Erforschung sich lohnt, da sie sensitiv und nicht destruktive kontinuierlich Effek-tinformationen liefern können. Auch liefert die Studie Hinweise, dass Pestizidmischungen bereits weit unterhalb eines TU von 1 Effekte auslösen können. Diese Beobachtung unterstützt die aktuelle Forderung zur zukünftigen Anwendung eines Mixture Assessment Factors auch bei der Pestizidzulassung.

## 2 Verhalten in der Umwelt

### 2.1 Tonminerale als Sorbenten für hydrophobe organische Chemikalien : Betrachtung von Einflussfaktoren

Leonard Böhm, Peter Grančič,<sup>2</sup> Jan Siemens,<sup>1</sup> Daniel Tunega,<sup>2</sup> Martin H. Gerzabek<sup>2</sup>

Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung, Gießen, Deutschland;

<sup>1</sup> Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung, Gießen, Deutschland;

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Bodenforschung, Wien, Österreich

Leonard.Boehm@umwelt.uni-giessen.de

Hydrophobe organische Chemikalien (HOC), wie halogenierte aromatische Kohlenwasserstoffe, können in der Umwelt sehr persistent sein und zu negativen Effekten für Menschen und andere Biota führen. Für die Bewertung ihres Umweltverhaltens und Risikos sind Sorptionsprozesse hoch relevant. In diesem Zusammenhang werden vor allem die Wechselwirkungen zwischen HOC und organischer Substanz intensiv untersucht. Eine nennenswerte Adsorption von HOC kann jedoch auch an Mineralphasen stattfinden (Böhm et al. 2023).

Zur weiteren mechanistischen Aufklärung der HOC–Mineral-Interaktionen wurden in der vorliegenden Arbeit Adsorptionsexperimente mit verschiedenen HOC–Mineral-Systemen durchgeführt, für die fünf halogenierte Benzole ( $\log K_{OW}$  2,6–6,5) als HOC-Vertreter und 20 smektitreiche Bentonite als Mineralphasen eingesetzt wurden.

Die Experimente zeigten einen großen wechselseitigen Einfluss der Charakteristika von HOC und Tonmineralen auf das Ausmaß der Adsorption. Die ermittelten Fest–Flüssig-Adsorptionskoeffizienten  $K_d$  variierten für spezifische HOC–Mineral-Interaktionen über mehrere Größenordnungen. Dabei spielte die Hydrophobizität der HOC eine relevante Rolle für die Höhe der Adsorption, jedoch in geringerem Maße als die Mineraleigenschaften. Exemplarisch lässt sich dies am Bsp. von zwei ausgewählten HOC ( $\log K_{OW}$  2,6 und 5,6) verdeutlichen, deren Adsorption mineralabhängig bei Substanz A ( $\log K_d$  1,8–2,5) um bis zu Faktor 5, bei Substanz B ( $\log K_d$  2,1–4,0) jedoch um bis zu Faktor 90 variiert.

Die Einordnung der Ergebnisse erfolgt vor dem Hintergrund weiterer HOC-Charakteristika sowie beeinflussender Parameter der Tonminerale wie spezifischer Oberfläche, Porenverteilung, Ladungsdichte, Kationenaustauschkapazität und Kationenbelegung. Eine Interpretation der Sorptionsprozesse findet ebenfalls anhand durchgeführter Molekularsimulationen statt.

Die Ergebnisse zeigen den großen Einfluss spezifischer HOC–Mineral-Interaktionen für die Abschätzung des Verteilungsverhaltens von HOC. Darüber hinaus verdeutlichen die Ergebnisse den generellen Einfluss von Mineralen auf die Adsorption von HOC und ihre Bedeutung für den Verbleib von HOC in der Umwelt, z. B. bei langfristigen Quelle/Senke-Phänomenen in Böden und Sedimenten.

Böhm L, Grančič P, Scholtzová E, Heyde BJ, Düring R-A, Siemens J, Gerzabek MH, Tunega D. 2023. Adsorption of the hydrophobic organic pollutant hexachlorobenzene to phyllosilicate minerals. *Environmental Science and Pollution Research* 30: 36824–36837. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24818-4>.

Grančič P, Böhm L, Gerzabek MH, Tunega D. 2023. On the nature of hydrophobic organic compound adsorption to smectite minerals using the example of hexachlorobenzene-montmorillonite interactions. *Minerals* 13: 280. <https://doi.org/10.3390/min13020280>.

### 2.2 Pesticide Residues Over the Course of a Year in Soil and Vegetation of Fields and Meadows

Carolina Honert, Ursel Jäger, Carsten Brühl

Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau, iES Landau, Fortstraße 7, 76829 Landau

carolina.honert@rptu.de

In recent decades, awareness of the potential impact of pesticides on the environment has increased. Pesticides are widely used in agriculture to control pests and diseases and to increase crop yields. However, they can also have negative impacts on the environment. To gain a better understanding of the presence and seasonal variations of pesticide residues in agricultural land and its environment, a comprehensive study was conducted.

The main objective of this study was to record pesticide residues in fields and meadows over a period of one year and to analyse the occurrence of different pesticide cocktails as well as seasonal variations. For this purpose, monthly soil and vegetation samples were taken from different agricultural fields (vineyards, orchards, arable fields) in the crop and at three points of increasing distance (1 m, 5 m, 20 m from the field) in adjacent meadows. Flower and water samples were also taken during the summer months. The analyses for residues of 98 different pesticides were carried out by HPLC-MS/MS to ensure accurate qualification and quantification of the pesticide residues.

The results of our study show that pesticide residues are widespread in the fields and meadows studied. We detected a variety of pesticides in different concentrations and cocktails, with residues of some substances (fluopyram, boscalid) being found in almost all samples. In addition, seasonal variations were found, with pesticide concentrations being highest at the time of most applications and the composition of pesticide cocktails varying throughout the year.

The available data provide important insights into the long-term fate of pesticides in the environment and allow for a sound assessment of the risks to ecosystems. These results help to develop targeted measures to reduce pesticide exposure and protect the environment.

### **2.3 Die Dynamik von Pestizidtransmutationsprodukten in Oberflächengewässern als Indikator für Verlagerungen ins Grundwasser: Hydrologische Differenzierung und quantitative Auswertung**

**Tom Gallé**, Michael Bayerle, Denis Pittois, Viola Huck, Christian Braun, Julien Farlin  
Luxembourg Institute of Science and Technology, ERIN Dept, 5, Avenue des Hauts-Fourneaux L-4362  
Esch-sur-Alzette  
tom.galle@list.lu

Rund ein Drittel der für die Trinkwasserversorgung genutzten Grundwasserquellen in Luxemburg sind mit Transformationsprodukten von Pestiziden über dem Schwellenwert von 100 ng/L belastet. Dies hat im Jahre 2015 zum Verbot von Metazachlor und S-Metolachlor und einigen anderen Wirkstoffen in Trinkwasserschutz-zonen geführt, mit der Folge, dass auf Substitutionsprodukte zurückgegriffen wird, deren Transformationsprodukte nicht unbedenklicher im Verlagerungsrisiko als die verbotenen Wirkstoffe sind. Aufgrund von hohen mittleren Grundwasseraufenthaltszeiten von mehr als 10 Jahren im Hauptaquifer manifestieren sich diese Verschiebungen in den Wirkstoffprofilen nur mit großer Verzögerung und langen Wartezeiten zur Selbstreinigung im Falle von Kontaminationen.

Es wurde daher ein Ansatz verfolgt über die zeitliche Beobachtung des Auftretens von Transformationsprodukten in Oberflächengewässern ein quantitatives Bild über die Verschiebungen von Nutzungsprofilen von Pestiziden und der tatsächlichen Generierung von Abbauprodukten zu erstellen. Das Monitoring erfolgte über eine Kombination von Passivsammlern und Handproben in unterschiedlichen hydrogeologischen Gegebenheiten, um die Fließwege der Substanzen im hydrologischen Zyklus zu unterscheiden (Basisabfluss, Zwischen- und Oberflächenabfluss).

Dieser Beitrag wird eine differenzierte Auswertung der Stoffflüsse von Pestiziden und ihren Transformationsprodukten herleiten, ihre Abhängigkeit von Fließwegen beleuchten und das Potential und die Grenzen einer Verallgemeinerung für Einzugsgebiete aufzeigen.

### 3 Abwasser I

#### 3.1 Biotests und Industrieabwasser: Visualisierung zur Priorisierung

**Miriam Langer**, Xenia Klaus, Ali Kizgin, Cornelia Kienle  
FHNW, IEC, Hofackerstrasse 30, 4132 Muttenz & Eawag, Überlandstrasse 133, 8600 Dübendorf  
miriam.langer@fhnw.ch

Eine produktive und florierende Industrie ist erstrebenswert für jedes Land. Allerdings benötigt die industrielle Produktion viel Energie und produziert Emissionen. Bei der industriellen Produktion gelangt ein kleiner Teil der eingesetzten und hergestellten Substanzen sowie deren Transformations- und Abbauprodukte in wässrige Abfallströme. Je nach gewähltem Entsorgungsweg gelangt ein Teil des industriellen Abwassers in die Kläranlage – und je nach biologischer Abbaubarkeit der einzelnen Stoffe gelangen Rückstände davon auch in die Gewässer.

Die stoffliche Zusammensetzung von industriellen Abwässern ist weitgehend unbekannt. Ein Teil der Industrien ist zwar in der Lage, die von ihnen produzierten Stoffe chemisch zu überwachen, weitere zugefügte Stoffe, Transformations- und Abbauprodukte werden jedoch nicht erfasst. Diese chemische Herausforderung spiegelt sich auch an der gesetzlichen Vorgabe für organische Stoffe wider, die sich meist auf Summenparameter (TOC, DOC) beschränken.

Studien der letzten Jahre zeigen, dass die Industrie einen nicht unerheblichen Anteil an Stoffeinträgen in die Gewässer hat. Um gezielte Massnahmen an der Quelle zu fördern und die Emissionen effizient zu reduzieren, sind deutlich mehr Informationen über die Branchen und eingeleitete Abwasserströme notwendig.

Aus chemisch-analytischer Sicht ist es eine grosse Herausforderung, Industrieabwässer zu untersuchen und das grosse Stoffspektrum abzubilden. Dafür sind insbesondere zwei Punkte verantwortlich: a) Die stoffliche Zusammensetzung industrieller Abwässer ist komplex und unbekannt. b) Die meisten Produktionen weisen eine sehr hohe Dynamik in ihren Abwasserströmen auf.

Aus diesen Gründen wird in der Schweiz daran geforscht, verstärkt biologisch basierte Tests für die Untersuchung von Industrieabwässern anzuwenden. Durch den Einsatz von effektbasierten Methoden soll die Detektion von problematischen Stoffen im Abwasser ermöglicht werden, ohne dass diese chemisch vollständig identifiziert worden sind. Darüber hinaus wird der Einsatz von Online-Überwachungssystemen untersucht, um hochdynamische Produktionen begleiten zu können.

Mehrere angewandte Projekte laufen derzeit oder sind bereits abgeschlossen und werden vorgestellt:

- i) Prüfung von Online-Toxizitätsüberwachungssystemen von Zuflüssen aus der Industrie auf Kläranlagen
- ii) OnBiA: Anwendung von Online-Biomonitoring-Systemen mit geklärten Abwässern
- iii) ABIScreen (Abbauteil Biotest Industrieabwasser Screening)

Die vorgestellten Projekte ergänzen die chemischen Ansätze und sollen sichtbar machen, ob problematische Einträge vorliegen und damit eine Priorisierung ermöglichen, welche technischen Massnahmen an der Quelle angegangen werden sollten.

#### 3.2 Dem Unsichtbaren auf der Spur: Abbau- und Biotests für die Charakterisierung von Industrieabwässern (ABIScreen)

**Xenia Klaus**, Aline De Courten, Fabienne Eugster, Nicolas Furler, Rebekka Gulde, Katharina Lühmann, Yves Saladin und Miriam Langer  
FHNW, Institut für Ecopreneurship, Hofackerstrasse 30, 4132 Muttenz  
xenia.klaus@fhnw.ch

Industrie- und Gewerbeabwasser enthält oft unbekannte Bestandteile und Stoffmischungen, die durch chemische Analysen nur bedingt und mit grossem Aufwand identifiziert werden können. Aus diesem Grund ist es von grossem Interesse, praxistaugliche Methoden für die Charakterisierung von Abwasserströmen zu entwickeln. Damit werden sinnvolle Entscheidungen bezüglich geeigneter Entsorgungswege und allfälliger benötigter Abwasservorbehandlungsschritte ermöglicht.

Das Potential von Biotests für die Charakterisierung von Industrieabwässern wird bisher in der Schweiz nur selten genutzt, da es keine gesetzlichen Grundlagen zum Einsatz von biologischen Testmethoden gibt und die Erfahrungen bei den Betrieben und Behörden fehlen.

Das neuentwickelte Screeningtool ABIScreen (Abbauteil Biotest Industrieabwasser Screening) kombiniert einen neuentwickelten zeiteffizienten Abbauteil und eine Biotestbatterie, um Industrieabwässer zu charakterisieren und diese Lücke zu schliessen.

Der Alternative Inhärente Abbauteil (AIA) ermittelt die biologische Abbaurrate und die refraktäre organische Fracht einer (Industrie-)Abwasserprobe in kürzerer Zeit als der derzeit gängige Zahn-Wellens-Test und gibt zusätzlich Hinweise zur Nitrifikanteninhibition. Mithilfe der ökotoxikologischen Biotestbatterie wird anschliessend das toxische Potential der biologisch nicht abbaubaren Substanzen in der Probe abgeschätzt. Die

eingesetzten Testorganismen Daphnien, Algen und Leuchtbakterien sowie ein Mutagenitätstest visualisieren die Effekte aller in einer Probe enthaltenen Bestandteile, unabhängig von ihrem chemischen Identifikationsstatus und sind deshalb eine wertvolle Ergänzung zur chemischen Analytik.

Mit ABIScreen können problematische Industrieabwässer mit nicht biologisch abbaubaren Substanzen und erhöhtem toxischen Potenzial identifiziert werden. Das ist ein erster wichtiger Schritt für die Rückverfolgung der Toxizität an die Quelle und eröffnet Möglichkeiten für Prozessadaptationen in der Produktion.

In der Schweiz läuft derzeit die erste grossflächige ABIScreen-Kampagne an, um Industrieabwässer aus diversen Branchen mit ABIScreen zu testen und eine breite Datensammlung anzulegen.

### **3.3 Anwendung von Biologischen Frühwarnsystemen in Kläranlagen: Einführung eines vielversprechenden Ansatzes zur Überwachung von Veränderungen in der Abwasserzusammensetzung**

**Ali Kizgin**, Danina Schmidt, Adriano Joss, Julian Bosshard, Heinz Singer, Juliane Hollender, Eberhard Morgenroth, Cornelia Kienle, Miriam Langer  
Schweizerisches Zentrum für angewandte Ökotoxikologie, Überlandstrasse 133, 8600 Dübendorf, Schweiz  
ali.kizgin@oekotoxzentrum.ch

Kläranlagen sind einer der Hauptquellen für Mikroverunreinigungen in Oberflächengewässern. Das Überwachen von geklärtem Abwasser ist hier ein wertvoller Ansatz, um mehr Wissen über das Vorhandensein, die möglichen Auswirkungen und die Entfernung von Mikroverunreinigungen zu gewinnen. Derzeit wird dies durch Verwendung von Stichproben oder Mischproben des Abwassers realisiert. Dies bedeutet, dass die Proben nur temporäre Werte angeben, da sie nur eine Momentaufnahme der aktuellen Abwasserzusammensetzung darstellen. Insbesondere in Kläranlagen mit industriellem Zulauf kann die Abwasserzusammensetzung jedoch sehr variabel sein, und eine kontinuierliche Überprüfung wäre von Vorteil, ist jedoch sehr arbeits- und kostenintensiv. Ein vielversprechendes Konzept ist die Überwachung des Abwassers durch automatisierte biologische Frühwarnsysteme (BEWS). Hierbei stehen lebende Organismen ständig im Kontakt mit dem Wasser, das überwacht werden soll. Detektiert das System anhand der Verhaltensreaktionen der Organismen, dass eine Schwelle der akuten Toxizität überschritten wird, zeigt das System einen Alarm an. Derzeit werden BEWS für Trinkwasser und Oberflächenwasser verwendet, aber nur selten zur Überwachung von Abwässern eingesetzt. Diese Studie zeigt, dass eine Auswahl von BEWS mit Algen (*Chlorella vulgaris* im Algen-Toximeter, BBE Moldaenke), Wasserflöhen (*Daphnia magna* im Daphtox II, BBE Moldaenke) und Gammariden (*Gammarus pulex* im Sensaguard, Remondis Aqua) für die Abwasserüberwachung im Kläranlagenablauf adaptiert werden kann. Für einen kontinuierlichen, wartungsarmen Betrieb ist eine rückspülbare Membranfiltrationsanlage zur adäquaten Aufbereitung des geklärten Abwassers unabdingbar. In ersten Pilotversuchen wurden nur geringfügige Abweichungen in der Reaktion der Organismen auf Abwasser im Vergleich zu Oberflächengewässern festgestellt. Nach Exposition der BEWS mit Abwasser und zugesetzten Modellsubstanzen wie Diuron, Chlorpyrifos-Methyl und Sertralin waren deutliche Reaktionen in Abhängigkeit von der jeweiligen Substanz, der Konzentration und der Wirkungsweise zu beobachten. Es wurden neben den Datenauswertungsroutinen der Geräteherstellerweiterführende, selbst entwickelte Auswertelgorithmen entwickelt, um mehr Informationen aus den spezifischen Verhaltensmerkmalen extrahieren zu können. Mit diesem Hintergrund wurden die Systeme erstmals in einer kommunalen Kläranlage mit unterschiedlicher Abwasserzusammensetzung aufgestellt. Während eines Zeitraums von fünf Wochen wurde ihre Anwendbarkeit im Kläranlagenablauf untersucht und das Potenzial einer kontinuierlichen biologischen Überwachung parallel zur chemischen Überwachung bewertet. Insgesamt bilden diese Ergebnisse eine wichtige Grundlage dafür, dass BEWS als Alarmsysteme für Verschmutzung im Abwassersektor eingesetzt werden können.



## 4 Effekte I

### 4.1 Molekulare Grundlagen von vorübergehender und anhaltender Neurotoxizität in Zebrafischlarven

**Melissa von Wyl**, Colette vom Berg, Ksenia Groh, Severin Ammann, René Schönenberger  
Eawag, Umwelttoxikologie, Überlandstrasse 133, 8600, Dübendorf  
melissa.vonwyl@eawag.ch

Neurotoxizität tritt auf, wenn die Exposition gegenüber toxischen Substanzen die normale Funktion des Nervensystems beeinträchtigt. Dafür werden oft Veränderungen im Verhalten als Endpunkt gemessen, da sie die kombinierte Wirkung von neuronalen, neuroendokrinen und neuromuskulären Signalen widerspiegeln. Es ist jedoch nicht ganz klar, inwieweit die beobachteten Verhaltensänderungen auf spezifische Veränderungen des Nervensystems hindeuten und ob solche Veränderungen vorübergehend oder dauerhaft sind. Um diese Wissenslücke zu schließen, untersuchen wir mechanistischen Zusammenhänge, die bei der Interpretation von Verhaltensbeobachtungen helfen könnten. Dafür analysieren wir das Verhalten von Zebrafischlarven in Verbindung mit molekularen, zellulären und strukturellen Veränderungen im Nervensystem. Frühe Lebensstadien vom Zebrafisch (*Danio rerio*) werden oft für toxikologische Verhaltensuntersuchungen verwendet. Gründe dafür sind seine geringe Körpergröße, gut entwickelte Testmethodik und die kommerzielle Verfügbarkeit entsprechender Instrumente, die zur Zeit- und Kosten-Effizienz solcher Untersuchungen beitragen. Die Zebrafischlarven werden zu unserem Zweck einer Reihe von neurotoxischen Substanzen ausgesetzt. Um das Erholungspotenzial zu bewerten, werden sie zudem anschließend wieder in chemikalienfreies Wasser umgesetzt. Wir haben früher gezeigt, dass die meisten durch Insektizide ausgelösten Verhaltensänderungen bei Zebrafischlarven vorübergehender Natur sind, selbst wenn gleichzeitig strukturelle Veränderungen in der Motoneuronenentwicklung oder den Muskeln auftreten. Wir haben nun die Persistenz von Verhaltensänderungen bei Exposition gegenüber anderen neuroaktiven/neurotoxischen Chemikalien (z. B. dem Opioid Fentanylcitrat, dem Serotoninrezeptor-Agonisten Buspiron und der Kunststoffchemikalie Bisphenol A) untersucht und festgestellt, dass sich die meisten Verhaltenseffekte ebenfalls teilweise oder vollständig erholen, wenn auch mit unterschiedlicher Geschwindigkeit. Mit den derzeit laufenden molekularen Analysen wollen wir molekulare Marker identifizieren, die Vorhersagen über die Dauer neurotoxischer Wirkungen machen könnten. Diese Erkenntnisse werden die Interpretation von Testergebnissen aus Zebrafisch-Verhaltenstests erleichtern und dazu dienen, zu untersuchen, ob und wie Verhaltenstests in die Risikobewertung neurotoxischer Substanzen einbezogen werden können.

### 4.2 Establishment of new sublethal behavioral endpoints in the acute and chronic toxicity test with *Daphnia magna*

**Vanessa Saalman**, Kirsten Germing, Lena Alix Kosak  
Fraunhofer IME, Ökotoxikologie, Auf dem Aberg 1, 57392 Schmallenberg; Heinrich Heine-Universität Düsseldorf, Universitätsstr. 1, 40225 Düsseldorf  
vanessa.saalman@ime.fraunhofer.de

The crustacean *Daphnia magna* is a widely used model organism in ecotoxicological testing. So far, according to the OECD guidelines 202 and 211, immobility and reproduction are the main endpoints used for the determination of toxicity. Recent studies show, that sublethal concentrations of chemicals can result in behavioral changes in daphnids, which are not assessed in current guidelines. Since these behavioral changes can have an effect on population-relevant traits they can be of major importance for populations. Behavioural endpoints regarding the mobility, phototaxis and chemotaxis were tested in a 48-hour behavioural acute test with the neurologically active insecticides imidacloprid and thiacloprid. Both have shown to cause alterations in swimming behaviour in sublethal concentrations and the behavioural parameters appear to be more sensitive than the classical endpoint of immobilization. The determined NOEC values for behavioural parameters under imidacloprid were < 2.50 mg/L for the mobility and 5.00 mg/L for phototaxis for imidacloprid, while the NOEC for immobilization was >50 mg/L. For thiacloprid, the NOEC was determined at < 2.50 mg/L for the mobility, < 2.50 mg/L for phototaxis and 7.50 mg/L for chemotaxis and 15.0 mg/L for the classical endpoint immobilization. The activity time has shown to be the most sensitive parameter for imidacloprid while the targeted swimming behaviour was the most sensitive parameter for thiacloprid.

In further tests, fipronil will be tested as well and the test substances will be evaluated regarding the respective mode of action. Thiacloprid and imidacloprid are nicotinic acetylcholine receptor competitive modulators while fipronil is a GABA-gated chloride channel antagonist. The effects of each test substance on the behavioural related endpoints will be compared with each other as well as the classical EC<sub>x</sub> values. The different behavioural endpoints will be evaluated according to their applicability, in order to use the behavioural endpoints as a more sensitive endpoint allowing a predictability of substance effects. In reproduction tests according to OECD 211 (OECD, 2012) with chronic exposure for 21 days beside the parental daphnia

(F0 generation) also the behavioural parameters of the juvenile daphnia (F1) will be investigated, in order to evaluate generational effects and differences in sensitivity.

### 4.3 Verhaltensökotoxikologie in der Praxis

**Laura Johanna Soose**, Jörg Oehlmann, Andreas Schiwy, Henner Hollert, Jonas Jourdan  
Goethe Universität Frankfurt, Institut für Ökologie, Evolution und Diversität, Aquatische Ökotoxikologie,  
Max-von-Laue-Str. 13, 60438 Frankfurt am Main  
soose@bio.uni-frankfurt.de

Subletale Verhaltensendpunkte rücken zunehmend in den Fokus der ökotoxikologischen Forschung. Sie stellen ein vielversprechendes Instrument an der Schnittstelle zwischen Grundlagenforschung und regulatorischer Praxis dar. Jedoch werden sie aufgrund der fehlenden Standardisierung bisher im regulatorischen Kontext kaum berücksichtigt, obwohl sie verglichen mit Standardendpunkten eine höhere Sensitivität aufweisen und als Frühwarnsystem dienen können.

Wir stellen hier ein neues, videobasiertes Gerät vor, das Verhaltensbeobachtung im Hochdurchsatzverfahren ermöglicht. In unserer Pilotstudie legen wir den Fokus auf den Einfluss von anthropogenen Schadstoffeinträgen, die zu einem veränderten Verhalten führen können. Verhaltensveränderungen können bedeutend sein, weil sie z.B. Verdriftung im Gewässer bewirken, die Paarfindung beeinflussen und das Prädatonsrisiko steigern und damit wesentlichen Einfluss auf die Populationsdynamik haben. Dabei wirken anthropogenen eingetragene Schadstoffe in der Umwelt nie allein, sondern immer im Zusammenhang mit verschiedenen anderen Stressoren, einschließlich natürlicher Stressoren wie Parasiten und invasive Arten. Diese Wechselwirkungen machen Verhaltensstudien sehr vielschichtig. Um diese komplexen Interaktionen und daraus resultierenden Verhaltensreaktionen zu quantifizieren und zu vergleichen, haben wir vier einheimische Amphipodenarten (*Gammarus fossarum*, *G. pulex*, *G. roeselii* und *Dikerogammarus villosus*) verwendet. Diese Arten haben unterschiedliche historische (z. B. einheimisch, invasiv), aber auch ökologische (z. B. Parasitierung) Hintergründe. Im Fall der Parasitierung ist bekannt, dass Acantocephalen als Endoparasiten das Verhalten ihrer Zwischenwirte manipulieren und zudem Schadstoffe akkumulieren können. Die Acantocephalen stehen außerdem im Verdacht, den Schadstoffmetabolismus ihrer Wirte zu beeinflussen. Daher haben wir neben verschiedenen anthropogenen Chemikalien, wie Arzneimittelwirkstoffe und Insektizide, auch Parasitierung als zusätzlichen Stressor untersucht.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass sich das Verhalten der Amphipoden bereits innerhalb kurzer Zeiträume (90-120 Minuten) und bei subletalen und umweltrelevanten Konzentrationen von anthropogenen Chemikalien verändert. Darüber hinaus zeigen unsere Ergebnisse, dass neben unterschiedlichem Basisverhalten auch die Verhaltensreaktionen artspezifisch sind, wobei empfindliche Oberlaufarten die stärksten Verhaltensreaktionen zeigen. Unabhängig von der chemischen Belastung mit Acanthocephalen zeigen befallene *G. roeselii* ein anderes Verhaltensmuster als nicht befallene Tiere.

Mit unserem Ansatz zeigen wir das große Potenzial der Verhaltensökotoxikologie und die Dringlichkeit, umweltrealistische Szenarien abzubilden. Unsere Methode leistet einen Beitrag zur weitergehenden Standardisierung von Verhaltensendpunkten. Wir sind überzeugt, dass es möglich ist, einen umfassenden, interdisziplinären, Multi-Skalen-Ansatz zur systematischen Identifizierung von Verhaltensendpunkten zu schaffen und diese in die Risikobewertung von Substanzen einzubringen.

### 4.4 Pestizidexposition von Pollensammlerinnen: Korrelation zwischen Flugdauer und Genexpression

**Verena Christen**, Anna Keodara, Lukas Jeker, Daniela Grossar, Lars Straub  
Fachhochschule Nordwestschweiz, Hochschule für Life Sciences, Hofackerstrasse 30, 4132 Muttenz  
verena.christen@fhnw.ch

Honigbienen sind zusammen mit Hummeln und Wildbienen wichtige Bestäuber von Kultur- und Wildpflanzen. Weltweit wurde in den letzten Jahren ein Rückgang dieser Insekten beobachtet. Pflanzenschutzmittel wie Neonicotinoide stehen zusammen mit anderen Faktoren im Verdacht, diesen Rückgang zu verursachen. Als Agonisten binden Neonicotinoide an Acetylcholin Rezeptoren und lösen neurotoxische Effekte aus. Es ist bekannt, dass die Reproduktion, die Orientierung, das Sammelverhalten und das Flugverhalten bei Bienen durch Neonicotinoide wie Thiamethoxam beeinflusst werden. Mittels RFID-Technologie konnte gezeigt werden, dass Neonicotinoidexposition einerseits zu einer reduzierten Rückkehrate von Sammelbienen führt und andererseits die Rückflugdauer verlängert. Die genauen molekularbiologischen Mechanismen dieser Effekte sind noch nicht bekannt. Vorherige Studien konnten jedoch zeigen, dass es eine Korrelation zwischen der Expression von Transkripten des Energiemetabolismus und einer verlängerten Flugdauer gibt. In der hier präsentierten Studie sollen diese Zusammenhänge nochmals genauer untersucht werden. Hierfür wurden Sammelbienen gleichen Alters aus drei verschiedenen Völkern an Thiamethoxam und das Fungizid Pyraclostrobin exponiert. Danach wurde die Rückkehrate und die Rückkehrzeit zum Bienenstock mittels RFID-Technologie bestimmt. Zurückkehrende Bienen wurden eingesammelt und es wurde die Expression verschiedener Transkripte der endokrinen Regulation und des Energiemetabolismus

im Gehirn mittels quantitativer PCR bestimmt. Die Auswahl der analysierten Transkripte basiert auf vorherigen Studien. Mit diesem Ansatz soll der Zusammenhang zwischen Rückflugdauer und Expressionsmuster gezeigt werden. Parallel dazu wurden gleichaltrige Sammelbienen an die beiden Pestizide exponiert und die Expression der gleichen Transkripte wurde analysiert, jedoch ohne dass die Sammelbienen einen Flug durchgeführt haben. Mit diesem Ansatz soll untersucht werden, ob nur die Pestizidexposition das gefundene Expressionsmuster verursacht und somit mögliche Biomarker für ein verändertes Flugverhalten identifiziert werden, oder ob eine Kombination aus Exposition und Flug für das Expressionsmuster verantwortlich ist. Mögliche identifizierte Biomarker könnten in zukünftige Risikoanalysen von Pflanzenschutzmitteln integriert werden. Nach Analyse der RFID-Experimente konnte eine Korrelation zwischen dem Expressionsniveau der Energiemetabolismustranskripte *cox5a* und *cox5b* sowie des endokrinen Regulators *hbg-3* und der Rückflugdauer gezeigt werden. Im Laborexperiment ohne Rückflug konnten signifikante Expressionsänderungen von *cox5a*, *cox6c* und *cox17*, alles Transkripte des Energiemetabolismus, gezeigt werden. Beim Vergleich der Expressionsmuster zwischen RFID-Experiment und Laborexposition wurden Unterschiede ersichtlich. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es eine Korrelation zwischen verändertem Energiemetabolismus und verlängerter Rückflugzeit gibt.

## 5 Analytische Methoden

### 5.1 68 Elemente in einem Analysenlauf zur Erfassung von elementaren Fingerabdrücken in Fließgewässern

**Nadine Belkouteb**, Henning Schroeder, Renee van Dongen, Simon Terweh, Aron Slabon, Julia Arndt, Jan G. Wiederhold, Thomas A. Ternes, Lars Duester  
Bundesanstalt für Gewässerkunde, Abteilung G - Qualitative Gewässerkunde, Am Mainzer Tor 1, 56068, Koblenz  
belkouteb@bafg.de

In Fließgewässern findet sich eine große Zahl an Substanzen, die noch nicht vollständig erfasst werden und entweder natürlichen oder anthropogenen Ursprungs sind. Die Elementanalytik erlaubt Rückschlüsse auf verschiedene Eintragspfade. Neben Elementen mit einer langen Historie im Monitoring, insbesondere den regulierten Elementen wie Arsen oder Blei, gibt es weitere Elemente, die aufgrund neuer Anwendungsfelder in den Fokus rücken. Beispiele sind Gadolinium (in Krankenhausabwässern aufgrund der Verwendung als Kontrastmittel in der Magnetresonanztomographie) oder Gallium (Halbleiter-Industrie). In der Regel bedarf es mehrerer Analysemethoden und Geräte, um die Vielzahl der in sehr unterschiedlichen Konzentrationen in Fließgewässern vorhandenen Elemente zu quantifizieren. In Ereignisfällen und Online-Monitoringprozessen ist eine effiziente Analytik sehr wichtig, um schnell auf mögliche Verursacher rückschließen zu können. Die simultane Analyse von 68 Spuren- und Hauptelementen – darunter Metalle, Metalloide und Nicht-Metalle – wird durch unsere an der letzten Tagung vorgestellte Multielementmethode mittels Triple Quadrupol Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-QQQ-MS) ermöglicht. Diese wurde um die Analyse der Gesamtwasserprobe durch Anpassung und Entwicklung einer für die Multielementanalytik geeigneten Aufschlussmethode erweitert. Da die Gesamtwasserprobe alle Fraktionen des Gewässers – gelöst, kolloidal und partikulär – enthält, stellt sie eine wertvolle Probenart im Gewässermonitoring dar, u.a. zur Abschätzung von Frachten. Beide Methoden wurden in Messkampagnen zur Ermittlung der raumzeitlichen Variabilität von Stofffrachten in Fließgewässern an drei Standorten am Nieder- und Mittelrhein zu unterschiedlichen Wasserständen (von Niedrig- bis Hochwasser) genutzt. Dabei wurden einerseits Beprobungen in hoher Frequenz (Intervall von 1 min, n=10) und andererseits Probenahmen, die das Gewässer-Querprofil räumlich durch Verwendung von Van-Dorn-Flaschen (2 l) mit automatischem Schließmechanismus abdecken, durchgeführt. Dabei stellte sich heraus, dass die Elementgehalte deutliche Konzentrationsunterschiede im Gesamtwasser (Bsp: Gadolinium um einen Faktor 4 (räumlich)) und in der gelösten Fraktion (Bsp: Cer um einen Faktor 4 (räumlich) und 2 (zeitlich)) sowohl räumlich als auch zeitlich aufweisen. Die beobachtete Variabilität partikulär gebundener Elemente in der Gesamtwasserprobe entspricht den Schwankungen der Schwebstoffgehalte (z.B. Aluminium oder Mangan mit Pearson-Korrelationskoeffizienten von 0,97 bzw. 0,89). Diese ersten Erkenntnisse dienen dazu, Unsicherheiten bei der Probenahme durch die Variabilität in der zeitlichen und räumlichen Komponente besser einschätzen zu können und bestehende Probenahmeverfahren zu verbessern. Die Vielzahl an gewonnenen Daten wird zur Tagung gebündelt vorgestellt.

### 5.2 Novel Identification of Human Pharmaceutical Metabolites in Untreated Wastewater by Wide Scope Suspect Screening

**Corina Meyer**, Juliane Hollender  
Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Environmental Chemistry, Überlandstrasse 133, 8600 Dübendorf, Switzerland & ETH Zurich, Institute of Biogeochemistry and Pollutant Dynamics, Sälimstrasse 101, 8092 Zurich, Switzerland  
corina.meyer@eawag.ch

Humans are exposed to a multitude of chemical compounds, including pharmaceuticals. Upon intake, they are often metabolized in order to increase polarity and facilitate their excretion. Detection of these metabolites in the influent of wastewater treatment plants (WWTPs) can give information on the exposure of a large fraction of the human population. Many human metabolites arrive at WWTPs in higher amounts compared to their parents, still many studies analyze the parent compounds or focus on already identified metabolites of single compounds. Therefore, this study aims to identify and analyze metabolites originating from a broad range of pharmaceutical parent compounds by online-SPE-LC-ESI-HRMS/MS in combination with suspect screening. For this purpose, untreated wastewater of three Swiss WWTPs was sampled for one week in early 2022 during dry weather conditions. The suspect list was generated based on the yearly consumption amounts of parent pharmaceutical compounds in Switzerland. To complete the suspect list with the respective human metabolites, literature search, mainly with Drugbank and Swiss medical compendium, was performed. The resulting list encompasses around 1100 metabolites of which 80 were covered by a targeted approach. Feature detection and suspect list filtering were performed with Compound Discoverer. To elucidate the structures of the prioritized features, a combination of database search with

mzCloud, MassBank and NIST as well as *in silico* prediction with MetFrag, SIRIUS/CSI:FingerID and FISH scoring was applied. Additional confidence was gained by molecular networking, employing the fact that structural similarity between parent and metabolite can lead to similarity in MS2 spectra. Overall, more than 50 metabolites with confidence levels 2 or 3 could be identified in wastewater, several for the first time. Analytical reference standards were purchased for confirmation.

### 5.3 Analysis of Paint Particles with (reactive) Pyrolysis-gas Chromatography/Mass Spectrometry

**Marten Fischer**, Torben Kirchgeorg

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), Wüstland 2, D-22589 Hamburg  
Marten.Fischer@bsh.de

Marine paints, especially anti-corrosion or anti-fouling paints, could be the largest source of microplastics in the marine environment, according to new estimates\*. However, there is very little environmental data on marine paint particles. One of the reasons for this is the analytical challenge posed by the heterogeneous composition, density and structural complexity of these organic coatings.

Previous studies have mainly used optical and spectroscopic (FTIR or RAMAN spectroscopy) methods to identify and quantify individual marine paint particles. However, calculating mass balances to investigate the fate of these particles in the marine environment is difficult with these kind of data. In contrast, mass-based data, differentiated by different polymer types, as obtained by thermoanalytical methods, allow these mass balances and thus a verification of the estimated emission amounts.

Therefore, a thermoanalytical approach for the analysis of paint particles by (reactive) pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry is presented. Since the pyrograms of paint particles can be rather complex, a target list of the most important pyrolysis/thermochemolysis products for various commonly used paint binders (a total of 49 different coating materials, consisting of epoxy resin, different polyurethane resins, polysiloxane, polyacrylate, polyester) was created and integrated into an in-house database. Using this database and OpenChrom, a semi-automated data evaluation procedure was implemented so that different paint binders can be reliably identified even in complex environmental samples.

\*Paruta, P., Pucino, M., & Boucher, J. (2022). Plastic Paints the Environment. [https://www.e-a.earth/\\_files/ugd/425198\\_a864877fe7d74ade85d85080ae21e029.pdf](https://www.e-a.earth/_files/ugd/425198_a864877fe7d74ade85d85080ae21e029.pdf)

### 5.4 Pyrolysis-based Determination of Water Soluble Synthetic Polymers in Waste Water

**Jan Schwarzbauer**, Nada Vidovic, Ivana Jovancicevic

RWTH Aachen University, Labor für organisch-geochemische Analytik, Lochnerstrasse 4-20, 52056 Aachen  
jan.schwarzbauer@emr.rwth-aachen.de

The usage of water-soluble synthetic polymers (WSSPs) has strongly increased in the last decades and the corresponding economic market is predicted to further expand in the future. Correspondingly, this intensive usage results in a huge load of WSSPs in wastewater leading probably to a significant contamination of surface water systems. However, so far, only a few studies focused on their fate in natural environments and possible effects on ecological systems. This lack of knowledge is astonishing since a few studies indicate high concentrations of these polymers in waste and surface water with concentrations in the µg/L range but with maximum values up to few mg/L. Noteworthy, one main obstacle for systematic investigations is the lack of appropriate analytical methods and tools for identifying and quantifying WSSPs in water samples on environmental concentration levels.

Consequently, the main objective of the presented work is to implement a pyrolysis-based analytical approach for identification but, in particular, for quantification of selected WSSPs comprising poly(ethyleneimine) (PEI), poly(vinylpyrrolidone) (PVP), polyethyloxazoline (PEOX) and poly(N-vinylcaprolactam) (PNVCL) in wastewater samples. The applied approach includes: (i) identification of specific pyrolysis products obtained by both on-line and off-line pyrolysis that allow unambiguous identification of PEI in an environmental matrix and, further on, its accurate determination, (ii) quantification based on GC/MS analysis of pyrolysis products at low concentrations reflecting expected natural pollution levels and, finally, (iii) testing the applicability of the method by analyzing selected wastewater samples.

The developed analytical method has been characterized as a robust tool for PEI, PVP and PNVL analysis but failed in detecting unambiguously PEOX. The quantitation was applicable down to concentrations around 0.5 µg/L. Accuracy, sensitivity and reproducibility have been tested successfully as main analytical quality criteria. Application on wastewater revealed concentrations from the µg/L level up to the lower mg/L level in inflow and outflow samples. Hence, an emission of WSSPs on elevated concentration levels is evident.

## 6 Abwasser II

### 6.1 Eliminierungspotenzial von Pestizidwirkstoffen mittels gängigen Wasseraufbereitungsverfahren

**Anja Liedtke**, Larissa Wettstein, Aleksandar Vlaski, Philippe Matter  
Econetta AG, Ifangstrasse 11, 8952 Schlieren  
anja.liedtke@econetta.com

Bei der Herstellung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) fallen Abwässer an, die vor dem Einleiten in Oberflächengewässer behandelt werden müssen.

Die Art und Wirksamkeit der Behandlung hängt von mehreren Faktoren ab, darunter die PSM-Konzentration im Abwasser, die Persistenz und die Toxizität der einzelnen Wirkstoffe des formulierten PSM gegenüber Wasserlebewesen sowie die Größe des aufnehmenden Gewässers.

Zur Identifizierung von PSM-Formulierungen, deren Entfernung aus dem Abwasser wahrscheinlich schwierig ist, wurden Screening-Tests im Labormaßstab auf der Grundlage von zwei Kombinationen dreier gängiger Wasseraufbereitungsverfahren durchgeführt: Koagulation/Flockung/Sedimentation (CFS), gefolgt von Adsorption an granulierter Aktivkohle (GAC), und CFS, gefolgt von biologischem Abbauprozess.

Die Wirksamkeit der einzelnen Behandlungskombinationen wurde hauptsächlich anhand ihrer Fähigkeit bewertet, die Konzentration der untersuchten Wirkstoffe (Als) unter einen Schwellenwert zu senken, der als sicher für die aquatische Umwelt gilt.

Insgesamt wurden 75 PSM-Formulierungen getestet, die 50 Als enthielten, darunter 15 Herbizide, 22 Fungizide, 12 Insektizide (und 1 unbekanntes). Die CFS-Behandlung allein schnitt im Allgemeinen schlecht ab, was eine Kombination mit Aktivkohle (GAC) oder biologischer Behandlung rechtfertigte. CFS+GAC zeigte die beste Effizienz (AI-Entfernung), während CFS+biologische Behandlung im Allgemeinen ebenfalls schlecht abschnitt. Fungizide wurden durch CFS+GAC besser entfernt als Herbizide und Insektizide.

Da einige der Als in mehreren Formulierungen enthalten waren, wurde auch der Einfluss der Formulierung (d. h. das Vorhandensein von Zusatzstoffen) auf die Behandelbarkeit eines bestimmten Als untersucht - der Unterschied in der Entfernungseffizienz blieb gering.

Die gewonnenen Daten bieten eine gute Basis für die Identifizierung problematischer Als und Formulierungen für die Abwasserbereinigung und ermöglichen es, alternative Ansätze / mögliche Verbesserungen in Betracht zu ziehen. Da die Daten mit anderen AI-spezifischen Daten abgeglichen werden können, können auch alternative Behandlungsoptionen in Betracht gezogen werden (z. B. Oxidation, Nanofiltration usw.).

### 6.2 Flohkrebse in Zeiten des Klimawandels: Untersuchungen zur Auswirkung von multiplem Stress durch Temperaturerhöhung und Kläranlagenabwässer auf die Widerstandsfähigkeit und den Gesundheitszustand wirbelloser Gewässerorganismen

**Katharina Peschke**, Lillith Sawallich, Rita Triebskorn  
Universität Tübingen, Institut für Evolution und Ökologie, Physiologische Ökologie der Tiere, Auf der Morgenstelle 5, 72076, Tübingen  
katharina.peschke@uni-tuebingen.de

Mit Fortschreiten des Klimawandels sind unsere heimischen Fließgewässer immer vielfältigeren Einflüssen ausgesetzt. Seit den letzten Jahrzehnten wird auch in Fließgewässerökosystemen die globale Erwärmung in Form von steigenden Wassertemperaturen deutlich. In Kombination mit Spurenstoffeinträgen durch Kläranlagen kann eine Temperaturerhöhung zu multiplem Stress in wirbelloser Gewässerorganismen führen und deren Widerstandsfähigkeit bzw. ihren Gesundheitszustand negativ beeinflussen. Um zu erfassen, wie sich eine Temperaturerhöhung als ein Aspekt des Klimawandels auf einheimische Flohkrebse auswirkt, und inwiefern die Ausbaustufe von Kläranlagen temperaturbedingte Effekte in diesen Tieren verändern kann, wurden an zwei Flüssen in Baden-Württemberg Untersuchungen durchgeführt. An beiden Gewässern, die als Vorfluter von zwei Kläranlagen mit dritter bzw. vierter Reinigungsstufe dienen, wurden ober- und unterhalb der jeweiligen Kläranlage zu zwei Zeitpunkten Flohkrebse entnommen und anschließend im Labor unter konstanten Bedingungen gegenüber erhöhter Temperatur exponiert. Im ersten Versuch wurden Flohkrebse als Präkopulapaar gesammelt, der zweite Versuch wurde mit einzelnen Flohkrebsen, die randomisiert dem Gewässer entnommen wurden, durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass Flohkrebse im Präkopulastadium generell sensitiver auf eine Temperaturerhöhung reagieren als Tiere, die sich nicht in der Reproduktionsphase befinden. Adulte Tiere, die einzeln und nicht als Paar oberhalb und unterhalb der jeweiligen Kläranlagen entnommen wurden, reagierten unterschiedlich auf Hitzestress in Abhängigkeit von der Ausbaustufe der Kläranlage und der jeweiligen Entnahmestelle. Ober- und unterhalb der herkömmlichen Kläranlage zeigten die Flohkrebse ähnliche Toleranz gegenüber der Temperaturerhöhung; es traten keine Unterschiede in der Mortalität zwischen den beiden Probestellen auf. Dahingegen reagierten die Flohkrebse an Probestellen ober- und unterhalb der Kläranlage mit einer vierten Reinigungsstufe unterschiedlich. Die Mortalität nach Hitzestress war unterhalb der mit einer Pulveraktivkohlestufe ausgestatteten

Kläranlage deutlich niedriger als an der Probestelle oberhalb. Durch die Pulveraktivkohlestufe ist die Spurenstoffkonzentration im Ablauf der Kläranlage reduziert und die bereits oberhalb vorherrschende Belastung durch Regenüberlaufbecken oder Einträge aus der Landwirtschaft wird möglicherweise durch unbelastetes Abwasser verdünnt. Hierdurch sind Tiere, die unterhalb der mit einer vierten Reinigungsstufe ausgebauten Kläranlage entnommen wurden, geringeren Stoffkonzentrationen gegenüber exponiert und benötigen weniger energetische Ressourcen für den Abbau der stofflichen Belastungen, die ihnen für notwendige Reaktionen auf Hitzestress, wie z.B. die Induktion von Hitzeschockproteinen, zur Verfügung stehen. Dies verdeutlicht die Bedeutung des Ausbaus von Kläranlagen auch hinsichtlich des Klimawandels und die Dringlichkeit weiterer Forschung in diesem Bereich.

### 6.3 Cytotoxicity and Endocrine Disruption Activity in two German Conventional Wastewater Treatment Plants.

**Catalina Trejos-Delgado**, Oehlmann Jörg

Goethe-Universität Frankfurt, Aquatic Ecotoxicology, Max-von-Laue-Str. 13,60438, Frankfurt am Main  
mctrejosd@stud.uni-frankfurt.de

Aquatic bodies face increasing levels of pollution worldwide, particularly from specific contaminants called contaminants of emerging concern (CECs) that can generate adverse effects on ecosystems and human health (Stevens, 2019). The main entry path of these micro-pollutants into the aquatic environment is through treated and untreated wastewater. So, municipal wastewater treatment plants (WWTPs) have been implemented to reduce high levels of nitrogen, phosphorus, and organic matter. However, many studies have already shown that the elimination rate for CECs often remains poor (Gosset et al., 2021). These pollutants are thus continuously released in trace amounts (typically from ng/L to µg/L) into receiving watercourses.

In this context, this research study aimed to compare and analyze the cytotoxicity (*Aliivibrio fischeri*) and endocrine disruption activity (*Saccharomyces cerevisiae*) of two conventional WWTPs located in the German cities of Mörfelden-Walldorf (MW) and Bickenbach (B). Both activities were measured at four different points in each WWTP: Upstream (US), after mechanical treatment (MT), after biological treatment (BT), and downstream (DS) during the last spring and fall. Regarding cytotoxicity levels, the wastewater treatment plants reduced the baseline toxicity of raw wastewater by more than 89% in Mörfelden-Walldorf and Bickenbach in both seasons. Besides, estrogenic activity was significantly higher in fall than in spring in both WWTPs (approximately 60%). In contrast, dioxin-like activity was higher in spring than in fall (approximately 50%). Although both WWTPs provided a significant reduction in the effluent cytotoxicity and endocrine disruptive activity level compared to the raw wastewater, both activities increased in the receiving water bodies compared to the upstream site in both seasons. So, the implementation of an additional technique after the conventional treatment could be an excellent alternative to improve the water quality in these effluents.

### 6.4 Hydrodechlorierung grubenwasserspezifischer polychlorierter Biphenyle (PCB) mithilfe von Palladiumkatalysatoren

**Katrin Wiltschka**, Silviu Bobric, Rolf-Alexander Düring, Leonard Böhm

Justus-Liebig-Universität Gießen, Interdisziplinäres Forschungszentrum für biowissenschaftliche Grundlagen der Umweltsicherung (iFZ), Heinrich-Buff-Ring 26, 35392 Gießen  
katrin.wiltschka@umwelt.uni-giessen.de

Polychlorierte Biphenyle (PCB) wurden, bis zu ihrem weltweiten Verbot, aus Brandschutzgründen unter anderem im Bergbau eingesetzt. Durch Leckagen und dem Zurücklassen ganzer Maschinen können Bergwerke auch heute noch mit PCB kontaminiert sein [1]. Grubenwasser muss kontinuierlich abgepumpt werden und in Oberflächengewässer eingeleitet werden. Im Gegensatz zu diffusen Quellen können an diesen Punktquellen effiziente Technologien zur Umweltentlastung eingesetzt werden.

Ein perspektivisch vielversprechender Ansatz ist die katalytische Dechlorierung von PCB mit Hilfe von Palladiumnanopartikeln [2]. Ziel der vorliegenden Studie war, die Dechlorierungsraten ausgewählter, grubenwasserspezifischer PCB unter optimalen Reaktionsbedingungen zu bestimmen sowie die Dechlorierung vergleichend in matrixreichen Grubenwässern durchzuführen. Weiteres Ziel ist der Schutz der als Katalysatoren eingesetzten Nanopartikel vor Deaktivierung durch Katalysatorgifte. Die PCB-haltigen Laborlösungen und die Grubenwässer wurden hierfür mit geringen Mengen ( $0.15 \text{ mg L}^{-1}$ ) an suspendierten Palladium-Nanopartikeln versetzt. Die Experimente wurden unter anoxischen Bedingungen mit Wasserstoff zur Hydrodechlorierung durchgeführt. Die simultane Extraktion und Detektion von Reaktanten, Zwischenprodukten und vollständig dechloriertem Biphenyl fand mittels SPME-GC-MS statt. Unter Laborbedingungen zeigten die Palladiumpartikel hohe katalytische Aktivitäten von bis zu  $4400 \text{ L min}^{-1} \text{ g}^{-1}$  für grubenwasserspezifische PCB. Dies war in den matrixreichen Grubenwässern nicht der Fall. Hier wurde die katalytische Aktivität durch die in Grubenwässern vorhandenen Katalysatorgifte (z.B. Schwefelverbindungen) stark gehemmt.

Zur Aufrechterhaltung der katalytischen Aktivität dienen derzeit Experimente, um die Palladium-Partikel in eine Beschichtung der Reaktionsgefäße zu integrieren. Ziele sind der Schutz der Katalysatoren vor Deaktivierung sowie die Verhinderung eines Austrags der Nanopartikel in die Umwelt. Dies verhindert zusätzlich, dass die Partikel bei Vor-Ort-Anwendung in die Umwelt gelangen und weitere Probleme und Kosten verursachen. Diese Einbettung führt auch zu höheren Abbauraten, da die im Grubenwasser vorhandenen Katalysatorgifte dadurch einen geringeren Einfluss auf die Katalysatoraktivität haben. Zur darüberhinausgehenden Erhaltung der Katalysatoraktivität ist die Aufbringung einer zusätzlichen Schutzschicht geplant, die die Nanopartikel noch stärker gegen die Katalysatorgifte abschirmt, und eine hohe Einsatzdauer der Katalysatoren in der in-situ Dechlorierung gewährleisten soll.

[1] Wiltshka et al. (2023). Between Underground and the Deep Blue Sea - Contamination of Mine Water Effluents by Polychlorinated Biphenyls (PCBs). Under review.

[2] Wiltshka et al. (2020). Hydrodechlorination of hexachlorobenzene in a miniaturized nano-Pd(0) reaction system combined with the simultaneous extraction of all dechlorination products. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2020.119100>.



## 7 Effekte II

### 7.1 Effect-based Assessment on the Failure to Achieve Successful Stream Restoration

**Sarah Hörchner**, Ariane Moulinec, Andrea Sundermann, Klaus Peter Ebke, Thomas Bing, Jörg Oehlmann, Matthias Oetken  
Goethe Universität Frankfurt, Aquatische Ökotoxikologie, Max-von-Laue-Str. 13, 60438 Frankfurt am Main  
hoerchner@bio.uni-frankfurt.de

In 2027, the third planning cycle of the European Union Water Framework Directive (EU-WFD) ends and still more than 90 % of German surface waters do not meet its objectives. The main causes of aquatic ecosystem degradation are the presence of pollutants, morphological degradation, and high nutrient loads. Notably, eventual morphologically restored river sections often fail to achieve good status even years after implementation. Moreover, recent studies have shown that in rivers with a high proportion of treated wastewater, morphological restoration was unsuccessful in improving ecological status and the restored sections had higher toxicities than the unrestored reference sections of the same river. However, the extent to which water pollution affects the recovery of aquatic communities in morphologically restored river sections is difficult to predict with current monitoring methods. Therefore, effect-based methods (EBMs) are recommended to gain a better insight into the pollutants and mechanisms underlying the observed effects. Given this background, the present study aims to use EBMs to better assess five restored streams and their associated non-restored reference site in Hesse (Germany). All fail to achieve good ecological status according to the EU WFD. We aim to determine whether there is a difference between restored and non-restored river sections and if water pollution might cause the failure to achieve good ecological status. For this purpose, we performed various *in vitro* and *in vivo* tests on water and sediment samples.

So far, applied EBMs revealed cytotoxic, estrogenic, dioxin-like, and mutagenic activities in water and sediment samples at restored and non-restored sections. Differences between restored and non-restored sections did not show a consistent trend, depending on the individual test. The restoration measures carried out about 20 years ago, do not appear to have led to increased long-term toxicity due to remobilized sediments in the restored sections. As the ecological status of the restored river sections has not improved either, the water quality probably prevents the successful recolonization of aquatic species. The results of this case study indicate that chemical pollution counteracts the restoration success and therefore that structural restoration measures alone are not sufficient to restore good ecological status.

### 7.2 Anwendung einer Biotestbatterie zur ökotoxikologischen Beurteilung der Wasserqualität in 15 Schweizer Fließgewässern

**Cornelia Kienle**, Nadine Bramaz; Andrea Schifferli; Daniel Olbrich; Rébecca Beauvais; Carmen Casado-Martinez; Anne-Sophie Voisin; Inge Werner; Etienne Vermeirssen; Benoit Ferrari  
Oekotoxzentrum, Eawag, Überlandstrasse 133, 8600 Dübendorf  
cornelia.kienle@oekotoxzentrum.ch

Für die Bewertung der Wasserqualität sind wirkungsbasierte Methoden wie ökotoxikologische Biotests und Biomarker vielversprechend. Als Screening-Instrumente und Frühindikatoren bilden sie eine wichtige Brücke zwischen der Exposition, d.h. den vorhandenen Chemikalien und den damit verbundenen Risiken für aquatische Organismen, und den Wirkungen auf Organismen in der Umwelt. Sie ermöglichen die Beurteilung von Schadstoffgemischen in Umweltproben, insbesondere da nicht alle vorkommenden Stoffe gemessen werden können.

Das Oekotoxzentrum hat drei Projekte mit dem Ziel durchgeführt, die Bewertung der Gewässerqualität durch eine Auswahl von wirkungsbasierten Methoden zu erweitern. Dazu wurde die Wasserqualität an Standorten mit extensiver, landwirtschaftlicher bzw. landwirtschaftlich-urbaner Landnutzung mit einer umfangreichen Biotestbatterie aus weitgehend standardisierten Wasser- und Sedimentbiotests untersucht. Molekulare Biomarker in jungen Bachforellen wurden in Bächen in extensiv und landwirtschaftlich genutzten Gebieten eingesetzt. Ergebnisse der Sedimentbiotests und der Biomarkeruntersuchungen werden in den Beiträgen «Sediment quality assessment at small streams affected by different types of anthropogenic pressures» und «Gene expression biomarkers for water quality monitoring with the brown trout *Salmo trutta*» vorgestellt. Der aktuelle Beitrag präsentiert die Ergebnisse der aquatischen Biotests.

Zur Bewertung der Wasserqualität wurde eine umfangreiche Biotestbatterie angewendet. Eingesetzt wurden 14 größtenteils standardisierte *in vitro*- und *in vivo*-Biotests mit verschiedenen Zelllinien, Algen, Wasserwirbellosen (Muschelkrebse und Wasserflöhe) und Fischembryonen und -larven. Zusammen mit Messergebnissen von abiotischen Parametern und chemischer Analytik kann so ein umfassendes Bild der Einflüsse erhalten werden.

Standorte mit landwirtschaftlich-urbaner Landnutzung zeigten die stärksten Effekte, gefolgt von Standorten mit landwirtschaftlicher und extensiver Landnutzung. Die Biotests, die die meisten Überschreitungen von

effektbasierten Schwellenwerten ergaben, waren Reportergergen-Tests für Schadstoffwahrnehmung und oxidativen Stress sowie der kombinierte Algentest (Endpunkt Wachstum) und akute Toxizitätstests mit Fischembryonen und einer Fischzelllinie.

Der Vergleich mit etablierten Bewertungsmethoden, die auf chemisch-analytischen Daten basieren, hat gezeigt, dass diese effektbasierten Methoden und die chemische Analytik einander ergänzen und somit die Erkennung ökotoxikologischer Risiken verbessern. Die vorliegenden Resultate sollen in Zukunft dazu dienen, ideale Testbatterien vorzuschlagen, die den Belastungsquellen in der Schweiz angepasst sind.

### 7.3 Routine-Überwachung von Umweltproben und Lebensmitteln auf schädliche Stoffe mit wirkungs-basierten, planaren Bioassays

**Andreas Schönborn**, Evelyn Wolfram  
planar4 GmbH  
a.schoenborn@planar4.ch

Die Routine-Überwachung von Trinkwasser, Abwasser und Lebensmitteln auf schädliche Stoffe ist eine zunehmend wachsende Herausforderung. Wasserversorger, Kläranlagen und Industrien (z.B. die Chemische und Lebensmittel Industrie) müssen den Nachweis erbringen, dass unerwünschte Kontaminationen vermieden, entfernt, zerstört oder inaktiviert werden. Sie müssen auch sicherstellen, dass bei den Prozessen oder im Stoffwechsel keine schädlichen Reaktionsprodukte entstehen - deren Zahl geht u.U. in die Zehntausende.

Besonders relevant ist dies im Kontext der Kreislaufwirtschaft. Wenn z.B. mit Abwasser bewässert, in "Circular Cities" Grauwasser rezykliert oder stoffliche Recyclingprodukte mit der Witterung in Kontakt gebracht werden, können unerwünschte Stoffe z.B. in den Wasserkreislauf oder die Nahrungsmittelkette gelangen. Der Aufwand für eine komplette Qualitätsüberwachung wird mit den bisher gebräuchlichen Methoden auch in Zukunft zu aufwendig und damit kaum bezahlbar.

Einen möglichen Lösungsansatz bietet der Paradigmenwechsel vom Messen von Einzelsubstanzen zum Screening von Wirkungen mittels wirkungsbezogener Analytik (WBA), auf Englisch bekannt als Effect-Based Analysis (EBA). WBA basiert auf Indikatororganismen, die empfindlich auf spezifische Effekte reagieren, wie z.B. auf hormonelle Wirkung (YES/YAS; A-YES Varianten; auf Östrogene, Androgene etc.) oder Genotoxizität (z.B. der AMES MPF oder der umuC Test).

Entsprechende Tests mit sensitiven Mikroorganismen in Mikrotiterplatten sind in miniaturisierter und automatisiert auswertbarer Form bereits auf dem Markt. Ihr Handicap ist allerdings u.a. die geringe Empfindlichkeit, die besonders bei Wasserproben eine aufwändige Aufbereitung voraussetzen. Im Idealfall müsste ein geeigneter Test auf Genotoxizität in der Lage sein, einen gesundheitlichen Orientierungswert von 0.01 µg/L (besser noch tiefer) bestimmen können (UBA 2018).

Eine komplementäre Lösungsoption ist die Kombination von biologischen Testsystemen mit der planaren Hochleistungs-Dünnschicht-Chromatographie (HPTLC). Planare Biotests erlauben gegenüber den Mikrotitertests neben einer bis 100x höheren Empfindlichkeit auch die Option, Stoffgemische vor der Exposition aufzutrennen. Diese Methodik wird - besonders im Lebensmittelbereich - seit einigen Jahren intensiv entwickelt und getestet. Zu den Entwicklern gehören neben grossen Industriebetrieben, mehrere universitäre Arbeitsgruppen und Laboratorien, wie z.B. das Ökotoxzentrum, und unter anderem auch das Startup planar4 GmbH.

Im Beitrag wird an Anwendungs-Beispielen (planar-YES, planar-umuC) die aktuelle Entwicklung von planaren Bioassays reflektiert, sowie auf den dafür notwendigen technischen Rahmen und die gesetzlichen Vorbedingungen für eine Routine-Überwachung von Umweltproben eingegangen.

UBA Umweltbundesamt 2018 (Hrsg.), [http://riskwa.de/Verbundprojekte/TOX\\_BOX-p-52/\\_/TOXBOX\\_Leitfaden%202018.pdf](http://riskwa.de/Verbundprojekte/TOX_BOX-p-52/_/TOXBOX_Leitfaden%202018.pdf)

### 7.4 Gene Expression Biomarkers for Water Quality Monitoring with the Brown Trout *Salmo trutta*

**Anne-Sophie Voisin**, Melanie Fasel, Rébecca Beauvais, Cornelia Kienle, Benoit J.D. Ferrari, Inge Werner  
Ökotoxzentrum  
anne-sophie.voisin@oekotoxzentrum.ch

Analysis of gene expression biomarkers in resident organisms represents a promising effect-based approach for water quality monitoring. It allows a sensitive and integrated detection of environmental pressures, including contamination with micropollutants. In this study, we used microfluidic qPCR for the high-throughput analysis of 96 biomarker genes in brown trout. Genes were selected to detect the effects of micropollutants, in particular pesticides, and other stressors by reflecting a wide range of biological processes. The selection was based on scientific literature and databases (e.g. AOP-Wiki, Comparative Toxicogenomics Database, EcoToxChip) as well as previously established biomarkers (Ecotox Centre in collaboration with aQuaTox-Solutions GmbH). Biomarkers were measured in brain and liver of juvenile brown trout from ten sites in Switzerland, including five sites with extensive land use and five sites with agricultural

land use. Depending on the site, trout parr (less than one year old) and/or one-year-old trout were studied. In a parallel project carried out at the Ecotox Centre, water from the same sites were analyzed by detailed chemical analysis and a battery of bioassays. The biomarker results show an influence of size and sex on the expression of specific genes in the liver and brain and the need to take these confounding factors into account when interpreting the responses. Accounting for these factors, we detected biological effects (e.g. oxidative stress, effects on the immune system, endocrine disruption, effects on metabolism) at several sites in both categories, with the majority of effects attributed to sites with agricultural land use. While the chemical analysis-based risk assessment indicated a risk for vertebrates for only one of the sites, which was concordant with the biomarker results, we observed biological effects at several other sites that warrant further investigation. Our study demonstrates the potential of biomarkers in providing complementary information to chemical analysis and bioassays for the identification of problematic sites, biological effects and stressors. To fully leverage the potential of biomarkers, future research and monitoring studies should aim at establishing reference values, allowing to distinguish responses indicating a stressed or a healthy state. This study represents a step forward in the use of biomarkers in biomonitoring.

## 8 Monitoring I

### 8.1 Langzeit-Monitoring mit der Umweltprobenbank des Bundes für ein effektives Chemikalien- und Umweltmanagement

**Jan Koschorreck**

Umweltbundesamt

Jan.Koschorreck@uba.de

Daten der Umweltüberwachung spielen eine Schlüsselrolle für das Nullverschmutzungsziel des Europäischen Green Deal - als Schrittmacher für eine nachhaltigere Umweltpolitik und Wächter über ihren Erfolg. Dieser Vortrag wird das Potenzial der Umweltprobenbank des Bundes zur Unterstützung der Umwelt- und Chemikalienpolitik erläutern. Die hoch standardisierten Proben der letzten Jahrzehnte in den Umweltprobenbank Archiven werden zur Bewertung des Umweltzustands und zur Ableitung zeitlicher Trends für Umweltschadstoffe und andere Umweltstressoren verwendet. Die retrospektive Trendbeurteilung mit modernen Methoden der Umweltanalyse ermöglicht es, die Entwicklung des Zustands der Ökosysteme in den letzten Jahrzehnten neu zu bewerten, den aktuellen Zustand im historischen Zusammenhang besser zu verstehen und aussagekräftigere Vorhersagen für die zukünftige Entwicklung der Umwelt abzuleiten. Jüngste Studien der Umweltprobenbank belegen die Wirksamkeit des Chemikalienmanagements für regulierte PFAS, polybromierte Diphenylether, Chlorparaffine und Weichmacher. Darüber hinaus zeigen zeitliche Trends das Aufkommen von Ersatzstoffen wie kurzkettigen Perfluoralkylsubstanzen, Nicht-Phthalat-Weichmachern und langkettigen Chlorparaffinen. Summenparameter und das Non-Target-Screening erweisen sich als leistungsfähige Methoden, um die räumlichen und historischen Trends chemischer Mischungen in der Umwelt zu charakterisieren und neu auftretende Chemikalien zu identifizieren, die bisher nicht als Problemstoffe bekannt waren oder übersehen wurden, bspw. fluoridierte Arzneimittel. In ähnlicher Weise werden die Proben der Umweltprobenbank mit neuen genetischen Methoden retrospektiv untersucht, um Wissenslücken über Veränderungen der biologischen Vielfalt in den letzten Jahrzehnten zu schließen. Mit eDNA-Metabarcoding und anderen genetischen Verfahren stehen nun Daten über Veränderungen der Artengemeinschaften zur Verfügung, die mit den Probenarten der Umweltprobenbank assoziiert sind. Darüber hinaus werden populationsgenomische Analysen für die Probenarten entwickelt, um mikroevolutionäre Veränderungen in ihren Genomen zu erkennen. Die genetischen Daten ebnen den Weg für Vergleiche mit Daten zu Chemikalien und anderen Umweltstressoren, die in denselben Proben gemessen wurden. Die Proben der deutschen Umweltprobenbank stehen interessierten Arbeitsgruppen für innovative Forschungs-ideen zur Unterstützung des Umweltmanagements und der Umweltpolitik zur Verfügung.

### 8.2 ICP-MS at-line Automation for High-time Resolution Multi-element River Monitoring

**Mohamed Harhash**, Jan G. Wiederhold, Ingrid Nett, Julia Arndt, Thomas A. Ternes, and Lars Duester  
Federal Institute of Hydrology, G4 Environmental Radioactivity and Monitoring, Am Mainzer Tor 1, 56068  
Koblenz, Germany  
Harhash@bafg.de

Metals and metalloids in aquatic environments are of concern due to their potentially adverse effects on the ecosystem and human health and may be an indicator for water quality changes, as in the Oder catastrophe 2022. Therefore, close to real-time monitoring of many elements in a single sample with a high time resolution in rivers is required for rapid decision-making and the initiation of measures. For these reasons, a semi-automated at-line ICP-MS method to simultaneously measure 54 elements in river water continuously at high time resolution (e.g., one sample collected per hour, measurement of collected samples every 12 hours) at the river Rhine in Koblenz, Germany, was developed. To run an ICP-MS online would be technically feasible but has the following drawbacks: 24/7 argon consumption, as well as the maintenance of the device are costly, and the acquisition of full quantitative results remains challenging. To overcome these drawbacks, the ICP-MS was coupled with a self-designed and self-cleaning fraction collector/autosampler system (cat) at-line. The fraction collector operates autonomously to collect the samples (one sample/hour) continuously, and the measurement by ICP-MS is initialized remotely and carried out two times per day (every 12 hours). To minimize the time delay between the analysis and the result evaluation, we develop scripts to spot errors during the analysis and directly evaluate results. As a first step, the concentrations of major and trace elements in river Rhine were monitored every hourly for a defined time during changing hydrological conditions to examine temporal variations of their concentrations over time. Our system will allow to early spot any unusual alternations in their concentration levels for rapid correction action and to link these findings with other results from, e.g., the non-target screening of organic pollutants. Based on our results, a linked database of the concentration of the elements and potential pollutants in rivers can be established and implemented using e.g., machine learning systems, for future water quality evaluation in rivers.

### 8.3 Quecksilber in Schwebstoffen und Sedimenten deutscher Flüsse: Einfluss von Probenahme und Saisonalität auf Hg-Speziesdynamik und mikrobielle Gemeinschaften

**Jan G. Wiederhold**, Lorenz Gfeller, Alexandra Alten, Stephan Krisch, Andreas Breidenbach, Andreas Schüttler, Jens Hahn, Sebastian Buchinger, Arne Wick, Harald Biester, Lars Duester  
 Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Abteilung G (Qualitative Hydrologie), Am Mainzer Tor 1, 56068 Koblenz  
 wiederhold@bafg.de

Die Überschreitung der Umweltqualitätsnorm (UQN) für Quecksilber (Hg) in Biota ist einer der Hauptgründe für die Einstufung des chemischen Zustandes aller großen deutschen Fließgewässer als "nicht gut". Obwohl direkte Hg-Einleitungen in deutsche Flüsse über die letzten Jahrzehnte deutlich reduziert wurden, ist das Erreichen der UQN derzeit nicht absehbar. Ein Grund dafür sind die großen Hg-Mengen in kontaminierten Altsedimenten, die auf historische industrielle Einleitungen zurückgehen. Die biogeochemischen Prozesse und Umweltbedingungen, die die Remobilisierung und Umwandlung von Hg in bioverfügbare Formen und die anschließende Bioakkumulation in aquatischen Nahrungsketten kontrollieren, sind jedoch nur unzureichend verstanden. Eine Schlüsselrolle spielt dabei der Prozess der Hg-Methylierung durch anaerobe Mikroorganismen. Während lange davon ausgegangen wurde, dass dieser Prozess ausschließlich in anoxischen Sedimentschichten abläuft und Methyl-Hg von dort in die Wasserphase gelangt, deuten neuere Studien zunehmend auch auf die Bildung von Methyl-Hg in der Wasserphase hin (z.B. in anoxischen Mikrohabitaten von Schwebstoffen oder in Biofilmen). Unser interdisziplinäres Forschungsprojekt QUISS zielt auf ein besseres Verständnis der räumlichen und zeitlichen Variabilität von Hg-Spezies in Schwebstoffen und Sedimenten sowie zum Einfluss des Gewässermanagements (z.B. Baggermaßnahmen) auf die Hg-Speziesdynamik in Flüssen ab. Dabei stehen neben der Bestimmung anorganischer und organischer Hg-Spezies in vor Ort mit Flüssigstickstoff konservierten Feldproben auch die Charakterisierung mikrobieller Gemeinschaften (u.a. Hg-Methylierer) sowie die Untersuchungen von Prozessen an der Sediment/Wasser-Grenzschicht in Laborexperimenten im Vordergrund. Erste Ergebnisse von Schwebstoffproben aus überdurchschnittlich mit Hg kontaminierten deutschen Flüssen (Elbe, Saale, Mulde), die entweder per Durchflusszentrifuge innerhalb weniger Stunden gewonnen oder über jeweils einen Monat in Sedimentationskästen gesammelt wurden, weisen darauf hin, dass sich sowohl die Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaft als auch die Hg-Speziesierung in frisch abgelagerten Schwebstoffen in den Sedimentationskästen deutlich verändert, sowie dass in allen Probenarten saisonale Variationen auftreten. Während die Gesamt-Hg-Gehalte der Proben aus den Sedimentationskästen im Vergleich zu den Zentrifugenproben nur relativ geringe Unterschiede zeigten, wiesen die Proben aus Sedimentationskästen einen höheren Anteil von Methyl-Hg an der Gesamt-Hg-Konzentration auf. Konsistent damit wurde in diesen Proben auch ein höherer relativer Anteil bekannter Hg-Methylierer in der mikrobiellen Gemeinschaft gefunden. In der Präsentation werden aktuelle Ergebnisse der Feldkampagnen an Elbe/Saale/Mulde sowie von der Donau aus dem Frühjahr und Sommer 2023 vorgestellt.

### 8.4 Organic UV filters in remote alpine lakes

**Armin Zenker**; Simone Tinguely  
 FHNW, IEC, Hofackerstrasse 30, CH-4132 Muttenz  
 armin.zenker@fhnw.ch

UV filters are used extensively in sunscreen products, but also in other cosmetic products and industrial goods to reduce the harmful effects of UV radiation. Apart from the direct exposure during swimming activities, it is mainly sewage treatment plants that release the largest quantities of UV filters into the aquatic environment. In this study we wanted to investigate the ubiquitous presence of UV filters in smaller remote prealpine and alpine mountain lakes. These lakes are not affected by inputs from wastewater treatment plants, whereas swimming in summer should lead to inputs. Since most of the common UV filters are very lipophilic, we investigated the concentrations of UV filters with a surface microlayer sampler instead of taking grab samples.

The fate of the UV filters was investigated in four different lakes, three of which are located in the canton of Graubünden and one in the canton of Zurich. The size of the lakes varied between 20'000 and 360'000 square meters. After sampling the organic UV filters were preconcentrated by Oasis HLB solid phase extraction and afterwards determined on a high performance liquid chromatography coupled to triple quadrupole mass spectrometer.

Studied UV filters were currently used ingredients in sunscreens which were as follows 2-Ethylhexylsalicylate (EHS), 2-phenylbenzimidazole-5-sulphonic acid (PMDSA), Avobenzone (AB), Ethylhexyl methoxycinnamate (EHMC), Octocrylene (OC) and Oxybenzone (OB).

The concentrations of UV filters reached values of up to 112 µg/L for OC, followed by 3.4 µg/L for AB and 2.4 µg/L for PMDSA. The UV filters EHS and EHMC were found in concentrations ranging from 0.02 to 1.2 µg/L whereas OB was in the range of 0.01 and 0.02 µg/L. The sampling of the surface microlayer showed

very high values for OC in particular, which could not be observed in surface waters so far. This is of particular concern as octocrylene has a high potential for bioaccumulation which can lead to high concentrations in biota.

## 9 Effekte III

### 9.1 Die Berücksichtigung physiologischer Variablen in Maschinelles Lernen-basierten QSARs ermöglicht Vorhersagen über Chemikalien und Arten hinweg

**Jochen Zubrod**, Nika Galic, Maxime Vaugeois, David Dreier  
Zubrod Environmental Data Science  
zubrod@zubrod-eds.de

Eine bedeutende Herausforderung in der ökologischen Risikobewertung besteht darin, chemisch-bedingte Effekte über verschiedene Taxa hinweg abzuschätzen, ohne artspezifische Untersuchungen durchzuführen. In Fällen, in denen ökotoxikologische Daten schwer zugänglich sind, stehen physiologische Informationen für ein breites Spektrum an Arten zur Verfügung. Es ist bekannt, dass die Physiologie die Sensitivität von Arten beeinflusst, aber das Verständnis über den relativen Beitrag spezifischer zugrunde liegender Prozesse ist noch immer unklar. Das Ziel unserer Studie war daher, vorhandenes Wissen über die Physiologie von Organismen zu nutzen, um Unterschiede in der Sensitivität von Süßwasserfischen und -wirbellosen gegenüber Pestiziden zu verstehen und vorherzusagen. Dazu nutzten wir einen mehrstufigen Modellierungsansatz und setzten Maschinelles Lernen (u.a. Random Forests) sowie Verfahren aus dem Bereich der Explainable AI (erklärbare künstliche Intelligenz) ein. Akute Toxizität ( $LC_{50}/EC_{50}$ ; = target) wurde mithilfe chemischer Fingerabdrücke/Deskriptoren der Pestizide und physiologischen Eigenschaften, repräsentiert durch Parameter aus dynamic energy budget (DEB)-Modellen, der Testarten (= features) vorhergesagt. Wir stellten fest, dass Random Forest-Modelle in der Lage waren, die akute Toxizität von Pestiziden mit hoher Voraussagekraft über Chemikalien und Arten hinweg vorherzusagen und dass DEB-Parameter in den Modellen relativ wichtig waren, insbesondere für wirbellose Tiere. Unser Ansatz verdeutlicht, wie physiologische Eigenschaften die Sensitivität von Arten beeinflussen können, was realistischere und genauere Vorhersagen von artspezifischen Effekten ermöglicht, ohne zusätzliche Tierversuche durchführen zu müssen.

### 9.2 Effekte wiederholter pulsartiger Pyrethroid-Expositionen auf eine benthische Lebensgemeinschaft

**Sarah Betz-Koch**, Pia Lüdeke, Jörg Oehlmann, Matthias Oetken  
Aquatische Ökotoxikologie, Goethe Universität Frankfurt  
s.betz@stud.uni-frankfurt.de

Der zunehmende Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft ist einer der Hauptgründe für den schlechten chemischen Zustand von Gewässern und insbesondere von kleinen Fließgewässern. Es hat sich gezeigt, dass der Eintrag von Pestiziden von landwirtschaftlich genutzten Flächen insbesondere nach Niederschlagsereignissen innerhalb einer Applikationsperiode durch Run-off verursacht wird. Dies führt zu hohen Spitzenkonzentrationen sowie einer komplexen Expositionsdynamik in Fließgewässern, die erhebliche Auswirkungen auf die aquatische Umwelt haben können. Pyrethroid-Insektizide, welche hauptsächlich zur Bekämpfung von Arthropoden-Schädlingen eingesetzt werden, haben nachweislich das Potenzial, erhebliche Schäden bei wirbellosen aquatischen Organismen bei extrem niedrigen Konzentrationen (< 1 ppb) zu bewirken. Durch die Anwendungsverbote bestimmter Organophosphat-Insektizide gelangen Pyrethroid-Insektizide immer mehr in den Fokus der Öffentlichkeit. Auf der Grundlage der verfügbaren Wirkungsdaten werden für Oberflächengewässer regulatorisch akzeptable Konzentrationen (RAK) abgeleitet, die keine kurz- oder langfristigen Auswirkungen auf die Biozönose haben sollten. Jedoch können Pestizide ihren RAK-Wert nach Starkregenereignissen über einen Zeitraum von bis zu 24 h überschreiten. In der aquatischen Umwelt ist die Biozönose neben dem Pestizideintrag mit einer Vielzahl von biotischen und abiotischen Stressoren konfrontiert. Um realistischere Daten über die Auswirkungen auf aquatische Lebensgemeinschaften zu erhalten, ist es notwendig, die Exposition von Pestiziden an die in der Umwelt auftretenden Szenarien anzupassen und multiple Stressoren zu berücksichtigen.

In einem experimentellen Ansatz mit künstlichen Fließgewässern als Multistressor-System wurde eine benthische Lebensgemeinschaft, bestehend aus *Gammarus pulex*, *Chaetopteryx villosa*, *Lumbriculus variegatus* und *Potamopyrgus antipodarum*, innerhalb von 35 Tagen einer unterschiedlichen Anzahl von 12-stündigen Deltamethrin-Pulsen (ein- bis viermal) mit dazwischenliegenden Erholungsphasen ausgesetzt. Die Deltamethrin-Konzentration für die pulsartige Exposition orientierte sich an dem zugehörigen RAK-Wert von 0,64 ng/L. Im Anschluss wurden verschiedene letale und subletale Endpunkte untersucht.

Erste Ergebnisse zeigen, dass sich die Entwicklungsphasen von *C. villosa* ab einer viermaligen pulsartigen Exposition signifikant verschieben. Zudem weisen die Larven von *C. villosa*, die einer Deltamethrin-Exposition ausgesetzt wurden, einen tendenziell geringen Energiegehalt auf. Bei *L. variegatus* wurde mit einer steigenden Anzahl von Deltamethrin-Pulsen ein tendenziell geringeres Trockengewicht bei nahezu gleichbleibender Abundanz zwischen den verschiedenen Behandlungsgruppen festgestellt. Die zuvor genannten Beobachtungen unterstreichen, dass kurz- bzw. langfristige Auswirkungen bei einer pulsartigen Exposition

mit Deltamethrin in Höhe des RAK-Werts auf wirbellose aquatische Organismen nicht ausgeschlossen werden können.

### 9.3 Latente Mortalität und hormetische Kompensation kurzer Pestizidpulse

**Matthias Liess**, Jonas Gröning

UFZ - Helmholtzzentrum für Umweltforschung, System-Ökotoxikologie, Permoserstr. 15 , Leipzig  
matthias.liess@ufz.de

Die akute Reaktion auf einen Schadstoff weist meist ein monoton log-logistisches Muster auf. Im Gegensatz dazu zeigt die chronische Wirkung einer gepulsten Exposition in der Regel eine dreiphasige Beziehung, die sich im Laufe der Zeit aufgrund von latenten Effekten entwickelt. Um solche chronischen Wirkungen vorherzusagen, fehlt jedoch ein mechanistisches Verständnis der zugrunde liegenden Prozesse.

Hier zeigen wir, dass eine einstündige Exposition gegenüber dem Pyrethroid-Pestizid Esfenvalerat bei der Eintagsfliege *Cloeon dipterum* (i) sowohl eine sofortige als auch eine latente Mortalität und (ii) einen hormetischen Kompensationseffekt aufgrund einer latenten Stressreduktion auf individueller und Populations-ebene auslöst.

Bei hohen Konzentrationen dominierte die unmittelbare Pestizidmortalität mit einem Anteil von 70 bis 99 % (1 - 100 µg/L) innerhalb der ersten vier Tage nach der Kontamination. Bei ultraniedrigen Konzentrationen dominierte die latente Mortalität bis zum 29. Tag bis zum Ende des Auftauchens mit einem Beitrag von 99 bis 80 % (0,001 - 0,1 µg/L). Ein hormetischer Anstieg der Überlebensrate zwischen dem 8. und 15. Tag bei 0,1 µg/L war auf eine pestizidinduzierte individuelle Stressreduktion zurückzuführen. Ein populationsbezogener hormetischer Anstieg der Überlebensrate aufgrund reduzierter intraspezifischer Konkurrenz wurde ab 3 Wochen bei Konzentrationen von nur 0,001 µg/L beobachtet.

Wir zeigen, dass das Stress Addition Model (SAM) die Identifizierung relevanter Stressoren ermöglicht und somit die kombinierte Wirkung von Pestizidstress, intraspezifischer Konkurrenz und pestizidinduzierter Stressreduktion auf individueller und Populationsebene zu bewerten.



## 10 Monitoring II

### 10.1 Wohin geht die Reise chemisches Gewässermonitoring?

**Lars Düster**

Bundesanstalt für Gewässerkunde  
duester@bafg.de

Institutionen aus den Bereichen Industrie, Forschung und Verwaltung betreiben, häufig weitestgehend unabhängig voneinander, Trink-, Abwasser- und Gewässermonitoring. Die Motivation reicht dabei vom sehr grundsätzlichen Erfüllen gesetzlicher Auflagen mit einer überschaubaren Anzahl an Parametern bis hin zur Annäherung an die Utopie des vollständigen Verständnisses des chemischen Zustandes unserer Flüsse, inklusive der Fähigkeit diesen Zustand auf Basis klimatischer und gesellschaftlicher Veränderungen vorhersagen zu können. Nehmen wir die Vielzahl der verschiedenen wasserbaulichen und chemischen anthropogenen Einflüsse auf unsere Fließgewässer als Basis unserer Überlegung und fügen wir die sich verstärkenden Einflüsse der menschengemachten Klimaveränderungen hinzu, so ist absehbar, dass die gesellschaftlichen Ansprüche an unsere Fähigkeiten den aktuellen chemischen Status der Gewässer zu erfassen und zu prognostizieren weiter steigen werden. In dem Beitrag wird aus Sicht des ehemaligen Vorsitzenden der Expertengruppe Monitoring der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins der derzeitige Status analysiert, Potenziale, Defizite und Herausforderungen benannt, um von dieser Basis aus einen Blick auf eine mögliche Zukunft des gewässerchemischen Monitorings zu werfen. Dabei werden gesetzliche, verwaltungstechnische, analytische, datenkommunikative Aspekte sowie mögliche Interessenskonflikte skizziert und der Versuch unternommen dies zu einem gemeinsamen, möglichst realistischen Bild zusammenzufügen.

### 10.2 Ad hoc Bewertung von Non-target Screening Daten für die behördliche Gewässerbeobachtung der Zukunft

**Alexander Badry**, Anna Lena Kronsbein, Kevin S. Jewell, Nicole Bandow, Jan Koschorreck  
Umweltbundesamt, Wörlitzer Platz 1, 06813, Dessau-Roßlau  
alexander.badry@uba.de

Die Zero Pollution Ambition des Green Deal hat eine schadstofffreie Umwelt zum Ziel und wird gemeinsam mit der neuen Chemikalienstrategie für einen nachhaltigen Chemikalienmarkt sorgen, der Mensch und Umwelt vor gefährlichen Stoffen schützt. In den derzeitigen behördlichen Monitoringprogrammen werden Chemikalien jedoch lediglich mit herkömmlichen Targetanalysen überwacht, die nur einen kleinen Teil der vermarkteten Stoffe in Gewässern erfassen können. Umfassende Methoden wie das Suspect- und Non-Target Screening (NTS) bieten hingegen einen breiteren Überblick über neu auftretende Schadstoffe, sie werden aber noch nicht routinemäßig in behördlichen Programmen eingesetzt. Bislang fehlen rechtliche Leitlinien für die Implementierung solcher semi-quantitativer Daten. Auf der anderen Seite fehlen in Forschungsprogrammen häufig behördliche Informationen zu neuauftretenden Schadstoffen, wie z. B. der regulatorische Status, Verkaufs-/Produktionsmengen oder Gefahreninformationen. Bislang gibt es keine zentrale Datenbank, die unabhängig von der jeweiligen Gesetzgebung Informationen über Chemikalien bereitstellt. Ziel des Projekts „Ad hoc Bewertung von Non-target Screening Daten für die behördliche Gewässerbeobachtung der Zukunft (GdZ)“ ist es diese Lücke zu schließen. Konkret planen wir NTS-Daten der großen Bundeswasserstraßen mit behördlichen Informationen in einem NTS Portal zu kombinieren. In dem NTS Portal sind derzeit NTS-Daten aus Schwebstoffzeitreihen (2005-2020) der Umweltprobenbank, die Messdaten einzelner Bundesländer sowie Wassertagesmessungen der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) gespeichert. In dem Projekt GdZ haben wir begonnen diese Daten mit Priorisierungs- und Bewertungskonzepten zu erweitern, um problematische Schadstoffe schneller zu identifizieren und Informationen hinsichtlich ihrer Persistenz, Bioakkumulation und Toxizität bereitzustellen. Zusätzlich zur Einzelstoffbewertung planen wir Bewertungskonzepte für chemische Mischungen, ubiquitäre Schadstoffe, Punktquellen und Zeitreihen in Flussgebieten zu entwickeln. Durch die Verknüpfung von Monitoringdaten (z.B. Nachweisraten, relative Intensitäten), Verwendungsinformationen (z.B. Tonnagen) und gefahrenbasierten Parametern aus OECD/ISO-Richtlinien (z.B. PBT/PMT, Persistenz, Wirkungen) soll so eine ad-hoc-Risikobewertung von Schadstoffen unabhängig von ihrer jeweiligen Verwendung ermöglicht werden. Hier geben wir erste Einblicke einer solchen ad-hoc Bewertung für Stoffe unterschiedlicher Vollzüge (z.B. Biozide, Pharmazeutika, Pflanzenschutzmittel, REACH) die durch NTS-Workflows identifiziert und anschließend priorisiert wurden. Die Verknüpfung von behördlichen Informationen und Gewässerdaten in einer zentralen Datenbank ist von zentraler Bedeutung um den Umgang mit der Vielzahl von registrierten/zugelassenen Stoffen auf dem europäischen Markt zu verbessern. Perspektivisch sollen diese Ansätze die Etablierung eines Frühwarnsystems für Chemikalien auf Europäischer Ebene unterstützen.

### 10.3 Linking Surface Water Monitoring and Pesticide Regulation in Selected European Countries

**Alexandra Kroll**, Simon Spycher, Dennis Kalf, Joost Lahr, Annette Aldrich, Tobias Doppler, Gustaf Boström, Michaela Gönczi, Bodil Lindström, Emanuela Pace, Fabrizio Botta, Nolwenn Bougon, Pierre-François Staub, Kristina Hitzfeld, Alexandra Müller, Marion Junghans  
Oekotoxzentrum  
alexandra.kroll@oekotoxzentrum.ch

Around two decades ago, chemical monitoring of surface waters became obligatory for EU member states when the Water Framework Directive (WFD, 2000/60/EC) came into force. The WFD requires member states to measure chemicals defined as priority substances (Annex 1 of the EQS Directive 2008/105/EC) or included in the watchlist. However, based on the list of priority substances still in force, out of the 20 pesticides listed, 13 are already banned for application in European agriculture. Taking a measurement campaign in Swiss rivers as example the most frequently detected pesticides were not on this list. Apart from the limited number of analytes prescribed by the WFD, there are further reasons for underestimation of environmental risks of pesticides in surface waters. Timing and site selection seem to be unable to adequately capture the periodic occurrence of pesticides and the protectivity and availability of regulatory thresholds are deemed insufficient to ensure a good ecological status. As a consequence, EU member states complement the mandatory WFD monitoring with regional or national surface water monitoring programs in order to grasp the actual risk posed by pesticides.

Against this background, data was collected from interested member states via a detailed questionnaire with two main goals: exploring the (1) monitoring strategies and (2) use of data in PPP authorisation. We provide an overview of key indicators characterizing the surface water pesticide monitoring strategies in different European countries. The comparison also includes organizational aspects like funding and data accessibility. Secondly, we describe the available links between pesticide monitoring and risk assessment for PPP authorization and management and provide national case studies. Furthermore, benefits of different approaches and criteria needed for a future harmonization of national monitoring programs are presented.

### 10.4 KgM: vom Monitoring zum Handeln

**Kristina Hitzfeld**, Alexandra Müller, Oliver Weisner, Christina Pickl  
Umweltbundesamt, FG IV 1.3 Pflanzenschutzmittel, Wörlitzer Platz 1, D-06844 Dessau  
kristina.hitzfeld@uba.de

Die Pilotstudie Kleingewässermonitoring (KgM) konnte 2018/2019 zeigen, dass kleine Gewässer in der Agrarlandschaft Deutschlands nicht ausreichend vor Pflanzenschutzmittel (PSM)-Einträgen geschützt sind. In 80 % der untersuchten Gewässerabschnitte überschritten die gemessenen Wirkstoffkonzentrationen die im Zulassungsverfahren abgeleiteten regulatorisch akzeptablen Konzentrationen (UBA Text 07/2022). Trotz umfangreicher Umweltrisikobewertung und bereits existierender Umweltauflagen gelangen zu große Mengen an PSM-Rückständen in die Gewässer und zeigen dort unerwünschte Auswirkungen auf das Ökosystem. Detailauswertungen (UBA Text 63/2023) unter Einbezug von Anwendungsdaten, sowie eine kleinere Monitoring-Kampagne in 2021, deuten darauf hin, dass die Belastung der kleinen Gewässer auch 2023 unverändert besteht, obwohl in den letzten Jahren einzelne, besonders auffällige Stoffe reguliert und auch die Regelungen zu Gewässerrandstreifen verändert wurden. Für notwendige weitere Maßnahmen und Veränderungen sind alle Akteure rund um PSM und Gewässerschutz gefragt. Das Umweltbundesamt ruft dazu auf, gemeinsam zu den nötigen Verbesserungen beizutragen:

- durch schnelles Einbringen neuen Wissens in die Zulassung,
- durch fortgeführtes Monitoring der kleinen Gewässer,
- durch die systematische Erhebung aussagekräftiger Anwendungsdaten,
- durch Untersuchungen zur Wirkung von Schutzmaßnahmen und
- durch Umsetzung wirkungsvoller Maßnahmen im Feld.

Der Vortrag soll Diskussionsimpulse geben, die Ergebnisse des Kleingewässermonitorings aus Sicht des Umweltbundesamtes einordnen und in den Kontext bisheriger Bemühungen um einen besseren Schutz der Gewässer und Maßnahmen zur Reduktion des Eintrags von PSM-Rückständen stellen.

#### Literatur:

UBA Text 07/2022: Umsetzung des Nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP) – Pilotstudie zur Ermittlung der Belastung von Kleingewässern in der Agrarlandschaft mit Pflanzenschutzmittel-Rückständen (Abschlussbericht FKZ 3717634030)

UBA Text 63/2023: Belastung von kleinen Gewässern in der Agrarlandschaft mit Pflanzenschutzmittel-Rückständen – TV1 Datenanalyse zur Pilotstudie Kleingewässermonitoring 2018/2019 (Abschlussbericht FKZ 3720674011)

## 11 Mikroplastik

### 11.1 Spurenelementakkumulation an Reifen- und Straßenabrieb mit Straßensediment nach dem Eintrag ins Gewässer

**Angus Rocha Vogel**, Wolf von Tümpling  
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Brückstr. 3a, 39114, Magdeburg  
angus.rocha.vogel@ufz.de

Deutschlandweit werden jährlich bis zu 20.000 t Reifenabrieb in Oberflächengewässer emittiert. Verglichen mit der Gesamtmenge an eingetragenen Mikroplastik-Emissionen trägt der Reifenabrieb damit schätzungsweise zu 30 % bei. Da in Deutschland bzw. weltweit stetig mehr Fahrzeuge zugelassen werden, ist eine Abnahme der Reifenabriebs-Emissionen nicht zu erwarten. Bisherige Forschungsfragen befassen sich überwiegend mit den ökotoxikologischen Auswirkungen von Reifenabrieb auf aquatische Organismen. Dabei liegt der Fokus auf den Partikeln an sich und potenziellen Auslaugungen. Reifenabrieb als Trägermaterial für Schadstoffe ist bisher kein Forschungsschwerpunkt.

Durch die überwiegend hydrophobe Oberfläche des Reifenabriebs können bspw. Spurenelemente adsorbieren. Die so gebundenen Schadstoffe können von Wasserorganismen aufgenommen und im Verdauungssystem freigesetzt werden. Somit würden diese Schadstoffe bioverfügbar werden.

Unsere Forschungsarbeit versucht, diese Adsorptionsprozesse mit Bezug zu Spurenelementen anhand von Umweltproben nachzuweisen. Dazu wird zum einen Reifenmaterial verwendet, das hinter einem fahrenden Auto aufgesaugt wurde. Dieses Material enthält neben dem Reifenabrieb auch noch Straßenabrieb und sonstige verkehrsbedingte Partikel (TRWP+RS, engl.: tyre and road wear particles including road sediment). Zum anderen werden Wasserproben aus der Freiberger Mulde genutzt, als Beispiel für ein Flusswasser mit hohen Frachten an Spurenelementen und Schwermetallen.

Zur Bewertung wurden die Ergebnisse der Adsorptionsexperimente mit der Güteklassifikation für Schwebstoffe durch die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) verglichen. Damit konnte nachgewiesen werden, dass TRWP+RS an sich keine direkte Gefährdung der Gewässergüte darstellt. Lediglich für Zink und Kupfer sind Verschlechterungen der Gewässergüte zu erwarten. Diese sind mit dem Vergleich zum Schwebstoff bspw. in der Elbe vernachlässigbar. Im Ergebnis der Adsorptionsexperimente zeichnet sich ein anderes Bild ab: Eine z. T. signifikante Verschlechterung der Gewässergüte für Chrom, Nickel, Zink und Cadmium konnte nachgewiesen werden.

Insbesondere, wenn es um die Wiederverwendung von urbanem Regenwasser geht (Schwammstadtkonzept), sind Wasseruntersuchungen zum Adsorptions- und Desorptionsverhalten von im urbanen Bereich emittierten Spurenelementen bedeutsam. Dies vor dem Hintergrund, dass Straßenabfluss-Wasser in regenreichen Perioden gesammelt wird, um es in regenarmen Perioden zu nutzen.

### 11.2 Ein neues Konzept zur ökotoxikologischen Bewertung von Kunststoffen unter Berücksichtigung von Alterungsprozessen

**Marcus Lukas**, Maria Kittner, Korinna Altmann, Tanja Kremer, Rebecca Kochmann, Lisa Isernhinke, Ulrike Braun  
Umweltbundesamt, Fachgebiet Abwasseranalytik, Überwachungsverfahren, Schichauweg 58, 12307 Berlin  
marcus.lukas@uba.de

Mikroplastik ist in der aquatischen und terrestrischen Umwelt weit verbreitet, bisher ist jedoch wenig über die (öko-)toxikologischen Auswirkungen unter realistischen Bedingungen bekannt. Die Forschung konzentrierte sich bisher vor allem auf die Auswirkungen auf Organismen durch frische Kunststofffragmente oder -kügelchen. Die in der Umwelt vorkommenden Kunststoffe sind jedoch komplex zusammengesetzt, d. h. sie bestehen aus verschiedenen Polymertypen und -quellen, mit und ohne Zusatzstoffe sowie in allen Alterungsstufen und befinden sich daher in einem mehr oder weniger fortgeschrittenen Stadium der Degradation. Für oxidierte Abbauprodukte, die während der Alterung aus Kunststoffen freigesetzt werden können, fehlen Informationen über potenziell schädliche Auswirkungen auf aquatische Biota. Letzteres ist von besonderem Interesse, da oxidierte Abbauprodukte aufgrund ihrer höheren Polarität möglicherweise besser wasserlöslich und somit potentiell stärker bioverfügbar sind. Die vorliegende Studie konzentriert sich auf Kunststoffauslaugungswässer aus Polystyrol (PS) und Polymilchsäure (PLA), die durch abwechselnde Belastung durch Hydrolyse und UV-Strahlung gewonnen wurden – was ein mögliches ufernahes Szenario in der Umwelt darstellt. Prüfkörper aus PS, PLA oder einer PLA/PS-Mischung (jeweils 50 %) wurden abwechselnd fünf Tage lang einer UV-Strahlung und anschließend zwei Tage lang der Hydrolyse ausgesetzt und dazu in Wasser gelagert (künstliches Süßwasser). Dieser Wechsel von UV und Hydrolyse erfolgte für acht Wochen und simulierte eine Alterungsdauer von mehreren Monaten. Die ökotoxikologischen Auswirkungen des Lagerungswassers der Prüfkörper und zusätzlich in einem zweiten Versuchsaufbau die Auswirkungen von fünf potenziellen Polymerabbauprodukten wurden durch Algenwachstumshemmungstests mit *Desmodesmus subspicatus* ermittelt. Die Ergebnisse deuten eindeutig auf eine Hemmung des Algenwachstums

durch Schadstoffe im Lagerungswasser gestresster Kunststoffe mit zunehmender Wachstumshemmung bei fortschreitender Hydrolyse- und UV-Belastungsdauer hin. Verschiedene Polymere verursachten unterschiedliche Hemmungen des Algenwachstums mit stärkeren Hemmungen durch PS und geringeren Effekten durch PLA sowie der Mischung aus beiden. Darüber hinaus verursachten nicht Mikroplastikpartikel, sondern die nach der Alterung entstehenden gelösten Abbauprodukte die ökotoxikologischen Effekte - mit starken Effekten durch die oxidierten Abbauprodukte. Die vorliegenden Daten unterstreichen die Relevanz der Kunststoffalterung für die Bewertung der Ökotoxizität von Mikroplastik und ermöglichen einen Konzeptnachweis.

### 11.3 Fragmentierung von gealterten und nicht gealterten Kunststoffen im Uferbereich: Ergebnisse einer Mesokosmos-Studie

**Stefan Meinecke**, Yosri Wiesner, Fabian König, Ulrike Scholz, Marius Bednarz, Daniela Pflanz, Claus-Gerhard Bannick, Ulrike Braun, Ralf Schmidt  
Umweltbundesamt, FG IV 2.5, Schichauweg 58, 12307, Berlin  
stefan.meinecke@uba.de

Der verstärkte Einsatz von Kunststoffen nicht nur in der Landwirtschaft, sondern auch in den Bereichen Konsumgüter und Bauwesen führt in Kombination mit teilweise unkontrollierter Entsorgung (insbesondere Littering) des entstehenden Abfalls in die Umwelt unweigerlich zu einem steigenden Eintrag von Kunststoffen in terrestrischen und semiterrestrischen Systemen. Es wird derzeit angenommen, dass rund 80 % des globalen Eintrags von Kunststoffen in die Meere vom Land stammen und überwiegend über Flüsse dorthin transportiert werden. Kunststoffabfälle können durch den Einfluss von Umweltfaktoren, insbesondere UV-Licht und Temperatur, an Land oder aufschwimmend in Flüssen, Seen und Ozeanen verspröden und fragmentieren. Eine weitere, mögliche Einflussgröße für die Fragmentierung ist mechanischer Stress durch Wellen und/oder durch Kontakt mit Sediment und Ufer (Abrasion).

Das mechanische Fragmentierungsverhalten nicht gealterter und künstlich gealterter Kunststoffprüfkörper wurde im halbtechnischen Maßstab in zwei Freiland-Mesokosmen mit einem Stein-/Feinkies-Ufer und Wellenbewegung vergleichend untersucht. Parallel dazu wurde in einem dritten System das Verhalten nicht gealterter Flaschen in Kombination mit einem Sandufer verfolgt. Für diese Versuche wurden PET-Flaschen und HD-PE-Folien als Prüfkörper bis zu 250 Tage (Sandufer  $\geq 300$  Tage) in den Freiland-Systemen exponiert und Veränderungen der Masse, Dicke und Oberflächenrauheit beobachtet. Darüber hinaus wurden exemplarisch Wasser- und Sedimentproben mittels TED-GC/MS auf die Existenz von Mikroplastik-Partikeln untersucht.

PET-Flaschen zeigten bereits nach wenigen Stunden erste Kratzer und eine rasche Zunahme der Oberflächenrauheit. Unter den harschen Bedingungen des Stein-/Feinkiesufers konnte nach 250 Tagen eine Massenverringerung von über 40 % (PET-Flaschen, gealterte HD-PE-Folien) festgestellt werden, während die Prüfkörper im System mit Sandufer eine deutlich geringere Masseabnahme zeigten. Bis zum Auftreten erster größerer Defekte mit ggf. Freisetzung von Makroplastikfragmenten und schließlich Bruch der PET-Flaschen kann die Massenabnahme auf Abrieb unter Bildung von Mikroplastik zurückgeführt werden. Ein Einfluss auf den Massenverlust von PET-Flaschen durch Alterung zeigte sich nur in den ersten Tagen der Exposition durch eine leicht erhöhte Massenabnahme im Vergleich zu nicht gealterten Flaschen.

HD-PE-Folien verhielten sich deutlich anders. Es gab kaum Masseverluste, die auf Abrieb zurückgeführt werden konnten. Vielmehr fragmentierten die Folien nach einer längeren Zeit mit weitgehender Massenkonzanz relativ plötzlich in kleinere Stücke. Durch Voralterung wurde der Prozess deutlich beschleunigt. Mikroplastik-Partikel (PE und PET) konnte in allen drei Systemen identifiziert werden.

## 12 Anthropogene Stressoren

### 12.1 Stadt, Land, Fluss: Lässt sich ein Zusammenhang zwischen der Umlandnutzung und dem ökotoxikologischen Zustand in Fließgewässern herstellen?

**Delia Hof**, Thomas Bing, Peter Ebke, Gustav Glock, Sebastian Heß, Jörg Oehlmann, Andrea Sundermann, Matthias Oetken

Goethe Universität, Aquatische Ökotoxikologie, Max-von-Laue Str. 13, 60438 Frankfurt am Main  
d.hof@bio.uni-frankfurt.de

Die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) 2000/60/EG fordert für alle Oberflächengewässer einen mindestens „guten ökologischen Zustand“. Insbesondere aufgrund morphologischer Defizite und stofflicher Einträge erreichen die meisten deutschen Gewässer dieses Ziel jedoch nicht. Ein Großteil der toxischen Effekte in Oberflächengewässern lässt sich nicht auf Schadstoffe zurückführen, die einer regelmäßigen behördlichen Überwachung unterliegen. Das Spektrum an Schadstoffen, welche in die Umwelt gelangen, verändert sich ständig, weshalb eine selektive Testung von Chemikalien immer nur einen Ausschnitt der tatsächlich vorkommenden Substanzen im Gewässer abbilden kann. Der Einsatz effektbasierter Methoden wird für die Bewertung der Gewässerqualität immer wichtiger, denn diese können über spezifische Wirkmechanismen oder die allgemeine Toxizität die Schadstoffwirkungen auch komplexer Mischungen, wie sie in der Umwelt auftreten, integrativ *in vivo* und *in vitro* erfassen.

Im Projekt DECIDE wurden an 30 Probestellen im Hessischen Ried Sediment- und Wasserproben auf *in vivo*- und *in vitro*-Ebene untersucht. Die Ergebnisse wurden vor dem Hintergrund der jeweiligen lokal dominierenden Landnutzungsart bewertet, um so mögliche Zusammenhänge zwischen der Umlandnutzung und den auftretenden ökotoxikologischen Effekten erfassen zu können. Basierend auf Daten aus dem Corine Land Cover Modell, wurden hierfür die Anteile verschiedener Landnutzungsarten um die jeweiligen Probestellen ermittelt und anschließend ein entsprechender Landnutzungsindex berechnet. Die Auswahl der Biotests wurde so gewählt, dass eine möglichst große Bandbreite an Schadstoffeffekten abgedeckt wird.

Nach chronischer Exposition zeigten die Zwergdeckelschnecke *Potamopyrgus antipodarum* und der Bachflohkrebs *Gammarus fossarum* signifikante Effekte im Vergleich zu unbelasteten Referenzstellen. Auf der *in vitro*-Ebene wurden mutagene, endokrine und dioxinähnliche Wirkungen sowie basistoxische Effekte in Sediment- und Wasserproben festgestellt. Parallel wurden an allen Probestellen chemische Analysen ausgewählter Substanzen durchgeführt. Erste Ergebnisse zeigen, dass große Punkteinleiter, wie Kläranlagen, einen dominierenden Einfluss auf die Gewässerqualität haben, jedoch war es nicht möglich, in einem weiteren Schritt die Effekte bei einzelnen Testsystemen bestimmten Landnutzungsformen zuzuordnen. Insgesamt eigneten sich die ausgewählten Testsysteme gut, um eine effektbasierte Qualitätsbewertung des Gewässers und somit eine erste Einschätzung des Gefährdungspotentials vorhandener Schadstoffe vorzunehmen.

Danksagung: Das Projekt DECIDE wird von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert (Aktenzeichen 35663/01).

### 12.2 Sediment Quality Assessment at Small Streams Affected by Different Types of Anthropogenic Pressures

**Carmen Casado-Martinez**, Rébecca Beauvais, Sebastian Höss, Sergio Cirelli, Emmanuel J. Schaad, Aurea C. Chiaia-Hernandez, Benoit J.D. Ferrari

Oekotoxzentrum, EPFL-ENAC-IIE-GE, Station 2, CH-1015 Lausanne  
carmen.casado@centrecotox.ch

Under the Water Framework Directive (WFD), a tiered approach is recommended for sediment quality assessment. A first tier consists of chemical analyses and the evaluation against sediment quality standards (EQS). Exceedance of EQS should trigger additional investigations to refine potential risks or verify the possibility of observing poor ecological quality at the sites. The use of bioassays for sediment quality assessment have been already tested within different national and EU projects. A pilot project was carried out to test a bioassays battery at small streams affected by different levels and types of contamination.

Thirteen sites were studied; five influenced by agricultural activities, four subject to mixed pollution sources (agricultural and urban), and four with less anthropogenic influence. The tested battery included three standardized bioassays: the crustacean ostracod *Heterocypris incongruens*, the nematode *Caenorhabditis elegans*, and the insect *Chironomus riparius*. The sediment samples were analyzed for traditional sediment properties, metals and major elements, and organic contaminants (PAHs, PCBs and pesticides among others). The ecotoxicological quality of sediments was assessed by means of existing toxicity thresholds. Measured concentrations were compared with EQS derived according to the WFD Technical Guidance.

Sediments from less impacted sites were less toxic than those from agricultural or mixed watersheds and chemical analyses also showed less chemical contamination. Three out of five sites from agricultural watersheds showed unsatisfactory ecotoxicological quality and several pesticides exceeded the EQS. Metals, PAHs and PCBs only showed slight exceedances of the EQS at few agricultural sites. Sites affected by mixed pollution sources showed the highest risk according to chemical analyses for all substance types and the majority of sites showed medium or unsatisfactory ecotoxicological quality.

The ostracod test was the most sensitive among the bioassays with high number of exceedances of the toxicity threshold for the endpoint growth that should be considered with caution. The chironomid test showed complementary results to the ostracod test, supporting the use of both bioassays within a test battery. The toxicity thresholds should be further validated at less impacted sites to minimize the number of false positives in the ostracod test and false negatives in the nematode test.

### 12.3 Wirkstoffemissionen aus formulierenden Pharmabetrieben - Wie viel Wirkstoff gelangt ins Gewässer?

**Julian Bosshard**, Heinz Singer, Rebekka Gulde, Fabienne Eugster  
Eawag, Abteilung für Umweltchemie, Überlandstrasse 133, 8600, Dübendorf  
julian.bosshard@eawag.ch

Wirkstoffemissionen über das betriebliche Abwasser aus der pharmazeutischen Industrie können zu Spitzenkonzentrationen in Kläranlagen führen. Dies ist problematisch, da erhöhte Konzentrationen für aquatische Organismen toxisch sein können oder - im Falle der Antibiotikaproduktion - die Entwicklung von Antibiotikaresistenzen fördern. Bestehende Studien fokussierten bisher auf Emissionen aus der Synthese von Wirkstoffen oder der pharmazeutischen Produktion im Allgemeinen. Jedoch gibt es auch viele sogenannte "formulierende Betriebe", welche Wirkstoffe zum medizinischen Endprodukt (Tabletten, Ampullen, Salben etc.) verarbeiten. Über Emissionen aus formulierenden Betrieben in die Gewässer war bisher aber nur sehr wenig bekannt. Dies stellt für die Vollzugsbehörden eine Herausforderung dar. Um diese Wissenslücke zu schließen, finanzierte das Bundesamt für Umwelt das Projekt GalPro. Darin untersuchten die Eawag und der VSA in Zusammenarbeit mit den pharmazeutischen Betrieben, den Kantonen und den Branchenverbänden Scienceindustries und Ecoswiss die Wirkstoffemissionen von neun über die Schweiz verteilten formulierenden Betrieben. Für jeden Standort wurden während 4 bis 6 Wochen Tagesmischproben des Zu- und Ausflusses der jeweiligen Kläranlagen gemessen. Dank der Zusammenarbeit mit den Unternehmen konnten industrielle Emissionen zuverlässig detektiert und Verlustraten aus der Produktion berechnet werden. Emissionen aus der Formulierung wurden an allen untersuchten Standorten festgestellt. Dabei zeigte sich, dass sowohl für feste wie auch für flüssige Darreichungsformen mit Emissionen zu rechnen ist. Die Einträge führten zu Spitzenkonzentrationen in den Kläranlagenzuflüssen bis zu knapp 1 mg/L. Die Elimination in den dreistufigen Kläranlagen hing stark vom jeweiligen Wirkstoff ab. Rund 40% der Substanzen wurden schlecht (Elimination <25%) und 40% gut (Elimination >75%) eliminiert. Die Verlustraten lagen ohne innerbetriebliche Vorbehandlung in den Betrieben zwischen 0.1 bis 1.5 Prozent. Von den neun Betrieben, welche an der Studie beteiligt waren, besaßen zwei eine innerbetriebliche Vorbehandlung mit Aktivkohlefiltration. Diese Massnahme führte bei korrektem Betrieb zu einer 10 bis 100-fach tieferen Verlustrate. Zusammenfassend zeigte sich, dass die Bedeutung von Wirkstoffverlusten über das betriebliche Abwasser stark situationsabhängig ist. Insbesondere Verarbeitungsmengen, Verlustraten und Wirkstoffeigenschaften sind wichtige Beurteilungsgrößen. Die Erkenntnisse aus dem Projekt GalPro unterstützen die Unternehmen darin Wirkstoffemissionen anhand von Risikobewertungen effizient einzuschätzen und liefern wichtige Grundlagen für den kantonalen Vollzug.

## 13 Effekte IV

### 13.1 Endokrine Aktivität von Bisphenol A und elf Strukturanaloga

**Natalie Reininger**, Jörg Oehlmaenn

Goethe-Universität Frankfurt am Main, Institut für Ökologie, Evolution und Diversität, Abteilung Aquatische Ökotoxikologie, Max-von-Laue Straße 13, 60438 Frankfurt am Main  
natalie.reininger@outlook.de

Bisphenol A (BPA) ist eine der meistverwendeten synthetischen Chemikalien und dient als Rohmaterial in der Produktion vieler verschiedener Plastikprodukte. Allerdings wurde das BPA als östrogenartiger endokriner Disruptor identifiziert, der negativ in den Hormonhaushalt eines Organismus eingreift. Aufgrund dieser Erkenntnisse wurde BPA in der EU als SVHC-Substanz eingestuft (substance of very high concern), für die sich damit eine Substitutionsgebot durch nachhaltigere Alternativen ergibt. Die Alternativen weisen eine sehr ähnliche chemische Struktur zum BPA auf und werden dementsprechend auch als Bisphenolanaloga bezeichnet. Während die Toxizität des BPA ausgiebig untersucht wurde, sind (öko)toxikologische Effekte der Bisphenolanaloga weitestgehend unbekannt. Angesichts ihrer ähnlichen Molekülstruktur wird für die analogen Bisphenole eine vergleichbare (öko)toxikologische Relevanz vermutet, auch hinsichtlich ihrer endokrinen Wirksamkeit. In dieser Studie wurden elf Bisphenolanaloga (BPB, BPE, BPF, BPS, BPZ, BPAF, BPAP, BPBP, BADGE, TBBPA und TCBPA) auf verschiedene endokrine Endpunkte untersucht. Die Testbatterie umfasste fünf verschiedene rekombinante Hefe-Reportergergen-Assays (Yeast Screens) zur Bestimmung des endokrinen Potentials (östrogene, anti-östrogene, androgene, anti-androgene Aktivität) bzw. der Dioxin-ähnlichen Wirkung. Beinahe alle Bisphenole zeigten deutliche östrogene sowie anti-androgene Wirkungen *in vitro* in einer ähnlichen Wirkstärke wie die Referenz Bisphenol A. Manche Analoga übertrafen das endokrine Potential des BPA sogar. Es wurden weder androgene Aktivität noch Dioxin-ähnliche Wirkung in der gemessenen Konzentrationsspanne für alle Bisphenole festgestellt. Die Arbeit trägt zur vollständigen Risikobewertung der Bisphenolanaloga bei.

### 13.2 Testung auf endokrine Wirkung - Bestehende Lücken und Empfehlungen aus der Sichtweise eines CROs

**Johannes Völker**, Armin Peither, Lisa Gutmann, Séverine Semal, Birgit Höger, Jörn Schreitmüller, Stefan Höger

IES Ltd, Aquatische Ökotoxikologie, Benkenstrasse 260, 4108 Witterswill  
j.voelker@ies-ltd.ch

Prüfungen bezüglich der möglichen Auswirkungen von Chemikalien auf das endokrine System bei Mensch und Tier sind ein wesentlicher Bestandteil der Regulierung dieser Chemikalien in der EU und den USA. Dementsprechend ist die Nachfrage nach diesen Prüfungen bei Auftragsforschungsinstituten (CROs) hoch. Seit 2019 führt die IES Ltd *in vivo*-Bioassays zur Prüfung und Bewertung endokriner Disruptoren durch, vor allem den Fish Short Term Reproduction Assay (FSTRA; OECD 229, OPPTS 890.1350), den Amphibian Metamorphosis Assay (AMA; OECD 231, OPPTS 890.110) und den Fish Sexual Development Test (FSDT; OECD 234).

Insbesondere für die Registrierung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) sind der FSTRA und der AMA wichtige Bestandteile der Screening-Strategie der EU und EPA, um Chemikalien mit möglicher endokriner Wirkung zu identifizieren. Bei Hinweisen auf eine endokrine Wirkung werden dann höherstufige Tests gefordert. Diese Tests verursachen dann den Einsatz von weiteren Tieren und im Falle einer bestätigten endokrinen Wirkung ein Verbot der Chemikalien, zumindest auf dem europäischen Markt. Während der Etablierung und Durchführung der Tests haben wir Lücken in der Beschreibung der anzuwendenden Verfahren sowohl in den OECD- als auch in den OPPTS-Richtlinien festgestellt, die die Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit der Ergebnisse beeinträchtigen können. Angesichts der großen Bedeutung dieser Tests für die Registrierung und Neuregistrierung von PSM sollten die bestehenden Lücken diskutiert und für künftige Tests geschlossen werden.

Um Lücken der derzeitigen Testverfahren zu identifizieren, haben wir unsere Kontrolldaten für alle relevanten Endpunkte mit Kontrolldaten aus dem EPA "Endocrine Disruptor Screening Program" verglichen. Auf Grundlage dieser Daten werden die kritischen Schritte dieser zentralen Bioassays zum Screening auf endokrine Störungen erörtert und Empfehlungen zur Verbesserung des Testverfahrens gegeben, wie z. B. die Auswahl geeigneter Testkonzentrationen aufgrund des Fehlens von zuverlässigen Toxizitätsdaten aus Kurzzeitprüfungen.

### 13.3 Toxicogenomic signatures of Estrogen-dependent Modes of Action in the Zebrafish Embryo

**Milena Frelih**, Steve Uwa Ayobahan, Fatma Marghany, Sebastian Eilebrecht  
Fraunhofer Institute for Molecular Biology and Applied Ecology IME, Attract Eco'n'OMICs, Auf dem Aberg  
1, 57392, Schmallenberg  
milena.frelih@ime.fraunhofer.de

Many environmental chemicals have the potential to interfere with the inherent endocrine system of both humans as well as organisms in the environment and are therefore called endocrine disrupting chemicals (EDCs). EDCs can induce long-lasting adverse effects in development, reproduction, behavior, and immunity. The current regulatory approach for screening substances for EDCs involves the use of juvenile or adult fish for *in vivo* testing, which is resource-intensive and time-consuming. The utilization of zebrafish embryos in ecotoxicological testing has previously been explored with the aim of reducing the need for *in vivo* animal testing. To this end, a combined transcriptomics and proteomics approach was applied to identify toxicogenomic signatures associated with the disruption of estrogen hormone signaling in zebrafish (*Danio rerio*) embryos. In this study, zebrafish embryos were exposed to different sublethal concentrations of 17 $\beta$ -estradiol, bisphenol A and fulvestrant as model substances to identify molecular fingerprints of amplified and suppressed estrogen hormone signaling in a modified zebrafish embryo toxicity test (zFET) (OECD 236). Both total RNA and proteins were extracted from the different treatments and the non-treated controls. While no significant effects on survival or hatching rate were detected in the treated groups in comparison to the control groups, these studies successfully identified genes associated with estrogen-dependent modes of action, such as *cyp19a1b*, *nr4a1* and members of the solute carrier family (*slc37a1*, *slc37a4*) which exhibited significant regulation upon exposure to 17 $\beta$ -estradiol, bisphenol A or fulvestrant. This study provides evidence that zebrafish embryos are a suitable vertebrate model for identifying potential hazards associated with chemicals that affect estrogen synthesis and for investigating the potential endocrine disrupting effects of compounds. This approach provides additional evidence for the identification of potential endocrine disruptors (EDs) and has the potential to significantly reduce the reliance on animal testing in higher tier studies.



## 14 Boden

### 14.1 Save Our Soils (SOS) : aktuelle Forschungsarbeiten des Umweltbundesamtes (UBA) für einen wirksameren stofflichen Bodenschutz

**Tobias Frische**

Umweltbundesamt (UBA)

tobias.frische@uba.de

Im Kontext der Diskussionen um Klimaschutz und nachhaltiges Wirtschaften ist in den letzten Jahren die zentrale Rolle und Wichtigkeit der Böden verstärkt in die Politik und das öffentliche Bewusstsein getreten. Der besorgniserregende Gesundheitszustand der europäischen Böden, die zahlreichen schädigenden Einflussfaktoren durch wenig bodenschonendes Wirtschaften und die nach wie vor großen Wissenslücken über diesen Lebensraum (z.B. Biodiversität im Boden) rufen nach einem neuen, besseren gesellschaftlichen Umgang mit dieser begrenzten Umweltressource. Ein möglicher Weg dafür ist die Installation wirksamer Gesetze zum Schutz des Bodens. So hat die EU-Kommission für Sommer 2023 den Entwurf eines „European Soil Health Law“ angekündigt und die deutsche Bundesregierung arbeitet an der Novellierung der nationalen Bodenschutzgesetzgebung. Dabei wird auch ein verbesserter Schutz der Böden vor Schadstoffen adressiert – wobei gilt: Man kann nur das gut schützen, was man gut kennt. Und so liegen die großen Herausforderungen in der enormen Anzahl potenziell bodengefährdender Stoffe, den oftmals fehlenden bodenspezifischen Stoffdaten, den vielen Eintragspfaden, der Heterogenität und Komplexität der Böden, und dem generell oftmals noch begrenzten Wissen um Verbleib und Verhalten sowie Wirkungen von Schadstoffen im Boden. Um die fachlichen Grundlagen für einen wirksamen stofflichen Bodenschutz innerhalb der Stoff- und Umweltgesetze auszubauen, führt das Umweltbundesamt (UBA) kontinuierlich Forschungsarbeiten mit einem breiten Themenspektrum durch. Der Vortrag liefert einen Überblick über die aktuell laufenden Projekte und zielt darauf ab, Bodenthemen stärker in die wissenschaftliche Debatte zu bringen und für mehr Forschung zu Schadstoffen in Böden zu werben.

### 14.2 Influence of realistic pesticide application spray plans on the nitrogen cycle in bare soil systems

**Laura Medici**, Pascal A. Niklaus, Marcel van der Heijden, Florian Walder, Miriam Langer

School of Life Sciences FHNW, Institute for Ecopreneurship, Hofackerstrasse 30, 4132, Muttenz

laura.medici@fhnw.ch

Food security is a pressing global concern as the world population continues to grow. Plant protection products (PPPs), commonly known as pesticides, have been ubiquitously used to enhance crop production efficiency per unit area. Despite being applied over large areas throughout the world, still, little is known about their influence on soil health on a large scale. A reason for this gap is that current methods for studying soil health are high in cost and labour and therefore applied only on smaller scales in retrospective settings. In the prospective setting when this question is addressed in the framework of risk assessments of new PPPs, they are typically investigating the effects of a single application of a single compound. Therefore, we investigated the effect of pesticides on the well-studied nitrogen (N) cycle as a proxy for nutrient cycling in connection with microbial activity.

We adapted real PPP application plans to our bare soil systems, one of low intensity for winter oats and a high and a low intensity application plan for potato. Among other things, we proceeded to test their impact on the N cycle after 8 and 29 days of exposure via ISO standardised functional assays for potential nitrification, denitrifying enzyme activity (DEA), and soil N<sub>2</sub>O reduction capacity, simultaneously assessing the systems' genetic potential by quantifying the copy number of microbial genes involved in these functions. We found an activity reduction as measured by the three functional assays following a PPP intensity gradient. The effect also grew larger over time. Regarding the abundances of the involved genes, there were significant correlations between two selected genes and potential nitrification, showing their involvement in nitrification function. Unfortunately, no treatment effect was detected in any of the gene abundances standing alone. The outcome of our experiment suggests that more expensive and labour intense functional assays cannot be replaced by the gene abundances standing alone as a scalable method to assess the impact of PPP-induced stress on the N cycle.

### 14.3 Retrospective risk assessment: an ecological approach to explore effects of pesticide residues on soils

**Florian Walder**, Judith Riedo, Vanessa Reiningger, Marcel van der Heijden, Thomas Bucheli  
Agroscope, Agroecology and Environment, Reckenholzstr. 191, 8046, Zürich  
florian.walder@agroscope.admin.ch

Pesticides are an integral part of modern agriculture but contribute to widespread contamination of agricultural soils. It is thus essential to know how the widespread contamination with pesticide residues affects the functioning of the soil system. It now appears evident that the number and persistence of pesticide residues are large, as is their variability in the long and short term, resulting in intertwined exposure to different substances at different concentrations in the soil system. Assessing the effect of such exposure, however, is difficult. So far, most studies have examined the immediate impact of pesticides on the soil system in classical risk assessment experiments. Such prospective experiments are usually performed with individual substances over a relatively short period and thus cannot uncover the effects of long-term exposure to pesticide residue mixtures, as occurs in agroecosystems. In recent studies, we employed an ecological approach to investigate such long-term effects by linking environmental concentrations of pesticide residues to different traits of the soil systems, indicating adverse effects on several microbial markers. Our results further suggest that pesticide residues impact the microbial composition and the functioning of arable soils more than other management characteristics such as cropping system, fertilization, and tillage. Such retrospective analyses point to the need to assess pesticides' long-term and mixture effects on soils, which needs to be addressed in novel prospective experiments and checked for a causal relevance.

### 14.4 Langzeittrends für PFAS und PFAS-Vorläufersubstanzen in Böden aus verschiedenen Ökosystemtypen in Deutschland

**Nicole Bandow**, Jan Koschorreck, Jörg Wellmitz  
Umweltbundesamt, Abteilung Wasser und Boden, Colditzstraße 34, 12099 Berlin  
nicole.bandow@uba.de

PFAS wurden in den letzten Jahren ubiquitär in Umweltmedien nachgewiesen. Auf Grund der hohen Anzahl möglicher Verbindungen werden zunehmend Summenparameter als Ergänzung zur Einzelsubstananalytik eingesetzt. Eine Möglichkeit ist der sogenannte TOP-Assay, bei dem polyfluorierte Vorläuferverbindungen durch Oxidation zu perfluorierten Alkylsäuren umgewandelt werden.

In dieser Studie wurde die PFAS-Konzentration mit und ohne TOP-Assay in Bodenproben der Umweltprobenbank des Bundes analysiert, die regelmäßig typische Ökosystemtypen in Deutschland beprobt. Die untersuchten Proben decken einen Zeitraum von 2002 bis 2018 ab. Es wurde jeweils die oberste Schicht analysiert: der A-Horizont für Ackerböden, Streuaufgabe für Waldstandorte und der Wurzelfilz für Wiesenstandorte.

Der Median der PFAS-Konzentration liegt ohne TOP-Assay zwischen 0,31 und 19,7 µg/kg Trockengewicht und mit TOP-Assay zwischen 0,32 und 20,4 µg/kg Trockengewicht. Die Zunahme nach TOP-Assay betrug für einzelne Standorte maximal 20 % und zeigt, dass Vorläuferverbindungen für diese Standorte keinen großen Anteil der Belastung haben. Unterschiede zwischen den Ökosystemtypen sind erkennbar, wobei naturnahe Ökosysteme die höchsten PFAS-Konzentrationen aufweisen. Diese Standorte haben im Vergleich zu den Acker- und Wiesenböden deutlich höhere Gehalte an Laub sowie organischem Kohlenstoff (TOC) und die PFAS-Konzentration korreliert stark mit dem TOC-Gehalt in den Böden.

Die Konzentrationen sind über den betrachteten Zeitraum der letzten zwei Jahrzehnte stabil geblieben. Die Hauptkomponenten der PFAS-Summe sind dabei PFOS und PFOA, deren Konzentration trotz Beschränkungen nicht abnimmt. Die geringen Zunahmen nach TOP-Assay deuten darauf hin, dass Vorläuferverbindungen bereits in der Luft während des atmosphärischen Transportes oder im Boden zu perfluorierten Alkylsäuren abgebaut werden. Die gleichbleibenden PFAS-Konzentrationen im Boden unterstreichen die Notwendigkeit, die Verwendung der gesamten Stoffgruppe zu beschränken und den Erfolg dieser Maßnahme über weitere Zeittrends zu verfolgen.

# SCS Sondersession

## SCS 1 Synthese der wissenschaftlichen Erkenntnisse als Grundlage für die Chemikalienpolitik

**Ksenia Groh**

Eawag - Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Umwelttoxikologie (Utox)  
ksenia.groh@eawag.ch

Die chemische Umweltverschmutzung wird zunehmend als ein planetarischer Notfall anerkannt, der dringende Abmilderungsmassnahmen erfordert. Folglich haben die Aktivitäten im Bereich der Chemikalienpolitik in den letzten Jahren erneut zugenommen, insbesondere in Europa. WissenschaftlerInnen spielen eine wichtige Rolle bei der Bereitstellung von technischem Wissen und dessen Interpretation, das für die Entscheidungsfindung erforderlich ist. Für die Chemikalienpolitik ist der Zugang zu einem breiten Spektrum unabhängiger wissenschaftlicher Experten von entscheidender Bedeutung, denn hier gilt den technologischen Fortschritt und die gesellschaftliche Entwicklung, die durch synthetische Chemikalien ermöglicht wird, sorgfältig gegen die Risiken für Mensch und Umwelt abzuwiegen. Die Geschichte kennt in der Tat zahlreiche Beispiele von kommerziellen Interessenkonflikten, welche die Sicherheits- und Schutzziele gefährdet hatten. Um eine gerechte und effektive Chemikalienpolitik zu unterstützen, sollten WissenschaftlerInnen, die auf dem Gebiet der Chemikalienbewertung forschen, den Dialog zwischen Wissenschaft und Politik nach Möglichkeit im Rahmen ihrer beruflichen Tätigkeit aufnehmen. Zum Beispiel, können die von WissenschaftlerInnen initiierte Aktivitäten zur Synthese der wissenschaftlichen Erkenntnisse eine nützliche Grundlage für spezifische politische Diskussionen liefern. In meinem Vortrag werde ich folgende drei Bereiche von aktuellem Interesse erörtern: (1) das Verständnis der Gefahrenprofile und Verwendungsmuster von Chemikalien in Materialien und Produkten; (2) die Erforschung von Wissenslücken und politischen Optionen für die regulatorische Bewertung und das Management von Polymeren; und (3) das Schärfen des Bewusstseins für den Beitrag der chemischen Verschmutzung zum Rückgang der biologischen Vielfalt sowie die Ermittlung des Forschungsbedarfs in diesem Bereich. Die letztgenannte Aktivität unterstützte vor kurzem die Aufnahme von "hochgefährlichen Chemikalien" zusätzlich zu Nährstoffen, Pestiziden und Kunststoffen, die im ursprünglichen Text des Ende 2022 angenommenen Biodiversitätsvertrags von Kunming und Montreal erwähnt werden. Abschliessend möchte ich kurz die Aktivitäten des Sounding Board (SB) der SETAC Europe zur Vorbereitung des High Level Roundtable (HLRT) der EU zur Chemikalien - Nachhaltigkeitsstrategie (engl.: Chemicals Strategy for Sustainability) vorstellen. Das SB hat die Aufgabe, die Beiträge der SETAC-Mitglieder zu sammeln und zusammenzufassen, um die Umsetzung der Chemikalien - Nachhaltigkeitsstrategie und des Europäischen Green Deals zu unterstützen, wie z. B. strategische Pläne für Forschung und Innovation, die Einführung alternativer Methoden durch die Regulierungsbehörden, den Rahmen für sicheres und nachhaltiges Chemikalien Design (SSbD) und den Übergang zur Kreislaufwirtschaft.

## SCS 2 Deposition, Cycling, and Ecological Impacts of Plant Protection Products

**Prof. Dr. Aurea C. Hernández**

Institute of Geography and Oeschger Center for Climate Change Research, University of Bern. Switzerland  
aurea.hernandez@unibe.ch

**Abstract.** Plant protection products (PPPs) applied to arable soils pose rapidly growing risks to not only soils, but also atmospheric and aquatic environments, ecosystems in general, and human health. The spread of PPPs outside the fields and across the environment is a quickly growing public concern from local to international levels and poses a number of recognized unresolved scientific challenges. The pathways of PPPs through the environment are extremely complex and surprisingly poorly understood. While PPPs may undergo different processes (e.g., sorption or degradation), they have been shown to be persistent or pseudo-persistent, meaning that either they degrade very slowly or their constant use leads to continuous release into the environment at rates exceeding degradation rates. Although many studies have analyzed the diffuse PPP losses from agricultural fields to surface water (e.g. rivers and creeks), so far, few attempts have been made to gain a comprehensive picture on the production, transport and deposition of current-use PPPs in the environment.

In this talk I will show how the understanding of the transport and transformation of current-use PPPs across essential compartments of the environment (at landscape scale) as well as their fate in lake sediments (i.e., from the sources to nearby or remote final sinks) are key components to improve model parametrization and pathways of organic contaminants from source to sink which is an indispensable foundation for informed decision making, policy design and the political debate now and in the future.

**SCS 3 Eine Reise durch 50 Jahre atmosphärischer Spurengas- und Aerosolmessungen auf dem Jungfrauoch (3'500 m über dem Meer)**

**Martin Steinbacher**, Stefan Reimann, Christoph Hüglin, Dominik Brunner, Lukas Emmenegger  
Empa, Labor für Luftfremdstoffe / Umweltechnik, Überlandstrasse 129, CH-8600 Dübendorf  
martin.steinbacher@empa.ch

Die Forschungsstation und das Sphinx-Observatorium auf dem Jungfrauoch bieten optimale Möglichkeiten für Forschungsaktivitäten und dauerhafte Umweltbeobachtungen in weitestgehend unberührter Umgebung auf 3'500 m über dem Meer. Aufgrund der Lage in hochalpiner Umgebung repräsentieren die Messungen atmosphärischer Spurengase und Partikel am Jungfrauoch in der Regel die Hintergrundbelastung in Zentraleuropa. Zudem lassen sporadische Episoden mit veränderten Luftbelastungen Aussagen über Quellen- und Senkenprozesse innerhalb eines grossen Einflussbereichs zu, da die beobachteten Signale einem Integrationsprozess während des Transports zum Jungfrauoch unterliegen.

Seit 1973 werden kontinuierliche in-situ Beobachtungen von atmosphärischen Spurengasen und Aerosolen auf dem Jungfrauoch durchgeführt. Zu Beginn standen vor allem schwefelhaltige Komponenten und Partikel im Fokus der internationalen Zusammenarbeit um ein verbessertes Verständnis des grossräumigen Transports, der Deposition von schwefelhaltigen Komponenten und der Herkunft des sauren Regens zu erhalten. Über die letzten 50 Jahre hat sich das Messprogramm stetig erweitert. Derzeit beinhaltet das Portfolio der Empa mehr als 70 Messparameter, und ein Grossteil der Messungen sind in diverse nationale und internationale Netzwerke eingebunden. Das Hauptaugenmerk dieses Vortrags liegt auf den langjährigen Messungen von Spurengasen und den Herausforderungen und Entwicklungen im Hinblick auf die Messtechnik, den Unterhalt und Qualitätskontrollen.

Exemplarisch stehen dabei im Vordergrund die langjährigen Messungen von SO<sub>2</sub>, halogenierten (Ozonschicht-schädigenden) Substanzen und deren Ersatzprodukte, und von Treibhausgasen und deren Isotopen. Die Präsentation geht auch auf die politischen Massnahmen zur Verringerung der Emissionen und deren Auswirkungen auf die atmosphärischen Konzentrationen ein. Schliesslich werden Ansätze vorgestellt, um – durch eine Verknüpfung der Messungen mit atmosphärischer Transportmodellierung – unabhängige Emissionsabschätzungen zu erheben.

# Poster

<b>01.</b>	<b>Ökotoxikologische Methoden</b>	<b>63</b>
01.1	Anwendung von New Approach Methodologies unter REACH - Herausforderungen und Erwartungen aus regulatorischer Sicht	63
01.2	Bioabbaubarkeit von Polymeren - Adaptation eines OECD Tests	63
01.3	Availability of Environmental Data in Pharmaceutical Risk Assessments - Current State and Proposal for a Future Monograph System	64
01.4	Planare Bioassays zur parallelen und sensitiven Detektion androgener, anti-androgener und zytotoxischer Effekte	64
01.5	Planare multiplex Bioassays zur non-target Analytik von hormonell wirksamen Substanzen	65
01.6	In vitro biotransformation of anticoagulant rodenticides in fish: a case study	65
01.7	Molekular-ökologische Untersuchungen zu Gallensäure-abbauenden Bakterien in Bodenproben zur Entwicklung eines Tests für die mikrobiologische Bewertung von Effekten von Umweltchemikalien	66
01.8	High-performance estrogenic reporter cell lines for assay-ready approaches	66
01.9	In silico prediction for difficult substances: A case study focusing on PBT/PMT properties	67
<b>02.</b>	<b>Verhalten in der Umwelt</b>	<b>68</b>
02.1	Rückverfolgung von Quecksilberquellen und Umwandlungsprozessen mittels stabiler Quecksilberisotopen	68
02.2	Vereinfachte Anwendung hierarchischer Modelle zur kinetischen Auswertung multipler Abbaudaten von Chemikalien in der Umwelt	68
02.3	Investigation of mechanism-specific toxicity of water and particle samples from flooded areas in Stolberg (North Rhine-Westphalia) after the flood event in July 2021 using an in vitro biotest battery	69
<b>03.</b>	<b>Abwasser</b>	<b>70</b>
03.1	Quantifizierung der Wirkstoff-Verluste in Abwässern aus der formulierenden Pharmaindustrie	70
04.	Effekte	71
04.1	Glyphosat, dessen Metabolit AMPA und die Formulierung Roundup(c) beeinflussen Bachforellen ( <i>Salmo trutta f. fario</i> ) auf verschiedenen biologischen Ebenen	71
04.2	Einfluss von Glyphosat und 7-Desoxy-Sedoheptulose (7dSh) auf die Embryonalentwicklung von <i>Danio rerio</i>	71
04.3	Fischrückgang in der Schüss (Kt. Bern): Ökotoxikologische Evaluierung von Wasser und Sediment	72
04.4	Fraßaktivität von Gammariden als ökotoxikologischer Endpunkt für akuten Fungizidstress in limnischen Mesokosmen	73
04.5	Linking Hepatic Residues of Anticoagulant Rodenticides in Wild Freshwater Fish with in vivo Determined Effect Levels	73
04.6	Effekte von Chemikalien aus Reifen auf das Insekt <i>Chironomus riparius</i>	74
<b>08.</b>	<b>Monitoring</b>	<b>75</b>
08.1	Breitbandscreening von Umweltschadstoffen in Eiern verschiedener Greifvogelarten	75
08.2	Einträge von Bioziden in Gewässer über Mischwasserentlastung und Regenwassereinleitung in einem städtischen Gebiet	75
08.3	Nationale Risikoindikatoren für Pflanzenschutzmittel	76
08.4	LUCI - Ein Werkzeug zum Erstellen von investigativen Monitoringkampagnen anhand von Einzugsgebietseigenschaften und Belastungsquellen	76
08.5	Vorkommen ausgewählter persistenter und mobiler organischer Spurenstoffe in Oberflächengewässern Niedersachsens	77
08.6	Long-term UFP measurements in the urban background in the Rhine-Main area	77
08.7	PFAS Forever? Long term Trends of per- and polyfluoroalkyl substances in German North Sea waters.	78
08.8	Assessing Pesticide Contamination on a Landscape-Scale: Insights from Non-Target Areas in the Southern Rhine Valley	78

08.9	Environmental pollution in offshore surface sediments from the Algarve shelf, Portugal	79
08.10	Pollution of river floodplains - an example from Chennai, India	79
<b>12.</b>	<b>Anthropogene Stressoren</b>	<b>80</b>
12.1	Antikoagulanzen in terrestrischen und aquatischen Nichtzielorganismen in der Schweiz	80
12.2	Entwicklung der Umweltmonitoring-Datenbank "Biozide in der Umwelt"	80
12.3	Hormonaktive Flüssigkunststoffe: Ist die Entsorgung von Bisphenol A-haltigen Epoxidharzen auf Deponien Typ B unproblematisch?	81
<b>15.</b>	<b>Nachwuchsposter</b>	<b>82</b>
15.1	Hydrodechlorierung grubenwasserspezifischer polychlorierter Biphenyle (PCB) mithilfe von Palladium-Nanopartikeln : Katalytische Aktivitäten und Reaktionspfade	82
15.2	Risikokommunikation von Chemikalien	82
15.3	Entwicklung eines ökotoxikologischen Bewertungssystems für Fließgewässern	83
15.4	Weiterführende Tests des Fungizids Fluazinam - Auswirkungen auf drei Nicht-Ziel-Arten	83
15.5	Entwicklung einer ökotoxikologischen Biotestbatterie für die integrierte Bewertung von Grundwassersystemen	84
15.6	Establishment and application of the Ames MPF fluctuation mutagenicity assay with Salmonella typhimurium YG 1041/1042 for the assessment of industrial wastewater	85
15.7	Can the fungicide penconazole alter the community composition of the aquatic mycobiome on Alnus glutinosa leaf litter?	85
15.8	Assessment of Endocrine Disruption in Daphnia magna	86
15.9	Heat Stress Combined with Pesticide Exposure: Molecular Effects in Honey Bees	86
15.10	MICROSIL - Investigation of Alternative Test Methods to Correctly Assess the Impact of Plant Protection Products, Biocides and Pharmaceuticals on Soil Microorganisms	87
15.11	Retrospektives LC-HRMS Screening für UV-Filter im Rhein	87
15.12	Roadway to Linking Exposure and Effects of Highway Stormwater Runoff and Particulate Matter : First Case Study Results from a Highly Frequented Highway in Germany	88
15.13	Einfluss von Renaturierungen auf die estrogenen Aktivität unter Einsatz des Testorganismus Potamopyrgus antipodarum	89
15.14	Effect-based monitoring: Assessing the impact of wastewater discharge on the sediment of four restored streams	89
15.15	Weichmacher und Stabilisatoren in PVC-Bodenbelägen: Auswirkungen von Recycling und industriellem Wandel	90

## 01. Ökotoxikologische Methoden

### 01.1 Anwendung von New Approach Methodologies unter REACH - Herausforderungen und Erwartungen aus regulatorischer Sicht

**Sarah Könemann**, Maximilian Schneider  
Econetta AG, Ifangstrasse 11, 8952 Schlieren  
sarah.koenemann@econetta.com

Mit der anstehenden REACH Reform 2023/2024 werden die Informationsanforderungen aufgrund zusätzlicher Endpunkte und erweiterter Anforderungen für Stoffe im Tonnageband 1-10 t/a zunehmen. Vor diesem Hintergrund ist es besonders wichtig weiterhin die Reduktion von Tierversuchen mit Vertebraten zu fördern und diese durch tierfreie Methoden zu ersetzen. Dieses Ziel wurde bereits durch die Überarbeitung der REACH Anhänge in 2016 und 2017 verankert, indem die Verwendung alternativer tierfreier Methoden (New Approach Methodologies, NAMs) mit in das Standardtestregime für toxikologische Daten aufgenommen wurde. Statt basierend auf in vivo Tests können nun alternative Methoden wie Weight-of-Evidence Ansätze, in silico Methoden oder geeignete in vitro Testmethoden für die Gefährdungsbeurteilung von Substanzen herangezogen werden. Als Folge dieser Änderungen hat sich die Anzahl der verwendeten in vitro Tests in den letzten Jahren vervielfacht (v.a. für Endpunkte Haut-/Augenreizung, Hautsensibilisierung) und Tierversuche sind bei der Datenerhebung für diese Endpunkte (in der EU) selten geworden.

Im Bezug auf andere Endpunkte hingegen fehlt es auf regulatorischer Seite teilweise noch an Wissen, Erfahrung und dem Vertrauen in alternative Methoden, insbesondere was die Wirkung von Stoffen auf den Gesamtorganismus betrifft. Dies schränkt die Anwendung von NAMs durch die Industrie ein, denn für die Nutzung von NAMs ist es wichtig, dass (i) die Methoden die Informationsanforderungen erfüllen, (ii) Regulatoren einschätzen können, ob Informationsanforderungen erfüllt sind und (iii) Registranten sicher sein können, dass eine alternative Methode die Informationsanforderungen auch erfüllen wird. Um eine bestmögliche Anwendung von NAMs sicherzustellen und gegebenenfalls Unsicherheiten zu minimieren, ist es also nötig und wichtig die involvierten Interessengruppen, wie Entwickler (Forschung) und Nutzer (Regulatoren, Registranten/Industrie) alternativer Methoden zusammenzubringen. Daher ist es Ziel dieses Beitrages aufzuzeigen, was der aktuelle Stand hinsichtlich der Anwendung von NAMs zur Erfüllung regulatorischer Anforderungen ist und bestehende Herausforderungen zu benennen, welche Erwartungen und Unsicherheiten es bei den unterschiedlichen Gruppen gibt und wie diese erfüllt werden können.

### 01.2 Bioabbaubarkeit von Polymeren - Adaptation eines OECD Tests

**Shiva Shams**, Larissa Wettstein, Philippe Matter, Anja Liedtke  
Econetta AG, Ifangstrasse 11, 8952 Schlieren  
shiva.shams@econetta.com

Polymere sind wichtige Stoffe in einer Vielzahl von Produkten und überall zu finden (z. B. in Kunststoffen, Farben und Klebstoffen, Kosmetika oder Körperpflegeprodukten, Sportbekleidung und Accessoires).

Biologische Abbaubarkeit ist ein allgegenwärtiger Begriff, dem heutzutage immer mehr Beachtung geschenkt wird. Die chemische Industrie kann bei der Entwicklung von neuen Substanzen diesen Punkt nicht völlig ignorieren. Obwohl normierte Labortests zu biologischer Abbaubarkeit entwickelt wurden, bringen neue Substanzen unvorhergesehene Herausforderungen in Bezug auf deren Testung. Was ihren physikalischen Zustand (z.B. wasserlöslich, unlöslich, homogen, Pulver, Flüssigkeit, Wachs, stabile Beschaffenheit etc.) anbelangt, sind zum Beispiel Polymere sehr weit weg von den Substanzen, für die diese Tests entwickelt wurden. Zusätzlich zu diesen Herausforderungen ist die biologische Abbaubarkeit ein komplexer Prozess, der mit verschiedenen Messprinzipien bestimmt werden kann.

Es ist von allgemeinem Interesse schwer abbaubare Chemikalien und damit potenziell umweltschädliche Stoffe zu eliminieren. Sogenannte Tests zur "inhärenten biologischen Abbaubarkeit", wie die OECD-Testreihe 302, sind im Allgemeinen für diesen Zweck geeignet. Diese Testreihe sieht allerdings keinen Test vor, der die Mineralisierung (d.h. die Umwandlung von organischem Kohlenstoff zu Wasser, CO<sub>2</sub> und anderen elementaren Bausteinen), also der ultimative Endpunkt der biologischen Abbaubarkeit, misst.

Wir haben das OECD 302 Testsystem so modifiziert, dass wir zusätzlich zum DOC-Abbau auch die Bildung von CO<sub>2</sub> messen also auch die Mineralisierung.

Eine weitere Adaptation stellt die Zugabemethode von unlöslichen, flüssigen oder wachsartigen Stoffen (z.B. Polymere) dar. Tests mit verschiedenen Lösungsmitteln und Trägermaterialien wurden mit dem Ziel durchgeführt, eine möglichst grosse Oberfläche des zu testenden Stoffs im Testsystem zu erhalten. Reproduzierbare Ergebnisse wurden mit einem porösen Trägermaterial erzielt. Dieses Trägermaterial wird während des Tests durch den Rührvorgang mechanisch zerkleinert und somit die verfügbare Oberfläche des zu testenden Stoffs vergrössert.

### 01.3 Availability of Environmental Data in Pharmaceutical Risk Assessments - Current State and Proposal for a Future Monograph System

**Carolin Floeter**, Kim Teppe, Stefan Hahn, Susanne Schwonbeck  
HAW Hamburg, Department Umwelttechnik, Ulmenliet 20, 21033 Hamburg  
carolin.floeter@haw-hamburg.de

Medicinal products for human (HMP) and veterinary use (VMP) undergo a marketing authorization procedure before they can be launched on the European market. This includes the assessment of the environmental risk (ERA) posed by the product after it has been used by the patient (or in the animal) and released into the environment. The environmental data on the active pharmaceutical ingredients (APIs) collected are part of the marketing authorisation dossier, which is usually considered confidential and, so the data are not accessible to environmental agencies or the public. Further, no data exchange or use is possible for products using the same API.

An alternative to the current EU review system has been discussed for some years, the substance-based, monographic approach ('monographs', 'ERA master file'). In the context of Art. 156 of the new Veterinary medicinal product regulation (Regulation (EU) 2019/6) the European Commission (EC) has commissioned a Feasibility study on possible alternatives to the current VMP review systems which was published in 2021 [1]. The EC stated that it is appropriate to wait for the revision of the legal framework for human medicinal products before considering implementing the monograph system, because the new legislation would likely include new ERA requirements. As many APIs are used in both HMP and VMP, the scope of substance-based monograph system needs to be widened. Here, we compare the ERA data requirements for HMP and VMP according to the guidelines in force and show that a monograph approach is feasible for pharmaceutical products in general.

[1] Schwonbeck, S., Breuer, F., Hahn, S., Brinkmann, C., Vosen, A., Radic, M., Vidaurre, R., Alt, J., Oelkers, K., Mezler, A., Floeter, C. (2021) 'Feasibility Study of an Active-substance-based Review System ('Monographs') and Other Potential Alternatives for the Environmental Risk Assessment of Veterinary Medicinal Products', EW-06-21-127-EN-N, European Union, Luxembourg, p 1-429. doi: 10.2875/94477.

### 01.4 Planare Bioassays zur parallelen und sensitiven Detektion androgener, anti-androgener und zytotoxischer Effekte

**Anna Maria Bell**, Carolin Riegraf, Marina Ohlig, Georg Reifferscheid, Sebastian Buchinger  
Bundesanstalt für Gewässerkunde, Referat Biochemie/Ökotoxikologie, Am Mainzer Tor 1, 56068 Koblenz  
bell@bafg.de

Anti-androgen wirkende Verbindungen können über Abwässer aus Kläranlagen oder der Landwirtschaft in die aquatische Umwelt gelangen und dort als endokrine Disruptoren auf Tiere und Menschen wirken. Das vorhandene Risiko kann allerdings mit gängigen *in vitro*-Bioassays aufgrund der gleichzeitigen Anwesenheit von agonistisch wirkenden Verbindungen unterschätzt werden. Außerdem können zytotoxische Wirkungen zur falsch positiven Bewertung anti-androgener Wirkungen führen.

Für den sensitiven und parallelen Nachweis androgener, anti-androgener und zytotoxischer Effekte wurde eine Methode entwickelt, die Dünnschichtchromatographie mit einem hefebasierten Reportergergen-Assay kombiniert. Ähnlich zur Flüssigkultur-Variante des Tests in Mikroplatten können antagonistisch wirkende Verbindungen durch die Abnahme eines durch einen Agonisten induzierten Hintergrundsignals nachgewiesen werden. Interferenzen zwischen Agonisten und Antagonisten werden dabei gleichzeitig durch die chromatographische Trennung der Probenbestandteile reduziert. Die Viabilität der eingesetzten Hefezellen kann anschließend mittels Resazurin nachgewiesen werden, womit sich eine vorliegende Zytotoxizität von einer anti-androgenen Wirkung unterscheiden lässt.

Die Sensitivität des Verfahrens zum Nachweis anti-androgener Wirkungen wurde über Dosis-Wirkungskurven von Modellverbindungen charakterisiert: 10% des Effekts (ED10) wurde bei  $27,9 \pm 1,3$  ng Flutamid bzw.  $20,1 \pm 5,1$  ng Bisphenol A beobachtet. Die Unterscheidbarkeit zwischen anti-Androgenität und Zytotoxizität wurde exemplarisch mit Hilfe des toxischen 4-Nitrochinolin-1-oxid demonstriert. Als Anwendungsbeispiel für den Nachweis und die Quantifizierung von Anti-Androgenität in komplexen Umweltproben wurde ein Extrakt eines Deponiesickerwassers untersucht und Bisphenol A als anti-androgene Verbindung nachgewiesen.

Die entwickelte Methode bietet ein matrixrobustes, kosteneffizientes und schnelles Screening-Tool für den sensitiven und parallelen Nachweis von androgenen, anti-androgenen und zytotoxischen Effekten. Der Ansatz bietet damit vielfältige Anwendungsmöglichkeiten im Umweltmonitoring und kann zur Identifizierung von Effekttreibern im Zuge einer wirkungsorientierten Analyse beitragen.



### 01.5 Planare multiplex Bioassays zur non-target Analytik von hormonell wirksamen Substanzen

**Gertrud Morlock**

Lebensmittelwissenschaften, Heinrich-Buff-Ring 26-32, 35392 Gießen, Deutschland  
gertrud.morlock@uni-giessen.de

Um Hormon-ähnlich wirkende Substanzen in Lebensmitteln zu analysieren, sucht man entweder nur nach ausgewählten Zielverbindungen oder man verliert sich in den Tausenden von Signalen unbekannter Verbindungen oder man erhält einen verfälschten *in vitro* Assay-Summenwert oder der analytische Aufwand wird zu groß (Bioassay-unterstützte Fraktionierung) [1,2]. Gibt es nichts Besseres?

Im planaren Wirkungsprofil einer Probe detektiert man bekannte wie unbekannte Wirkstoffe. Man kann differenzieren zwischen agonistischen, antagonistischen, falsch-positiv antagonistischen und synergistischen endokrinen Wirkungen. Dies ist wichtig für richtige Schlußfolgerungen, für das Erkennen und Verständnis von Zusammenhängen und den Wissenszuwachs. Dosis-Wirkungs-Kurven ( $EC_{50}$ ,  $IC_{50}$ , etc.) können mittels digitaler Bildauswertung berechnet werden.

Stellt man sich positive und negative Respons-Signale im planaren Wirkungsprofil einer getrennten Probe [3-5] als *in vitro*-Mikrotiterplattenassay-Well-Summenwert vor, erkennt man: Wirkstoff-Signale werden in komplexen Gemischen schnell überlagert oder gehen im starken Quenching-Signal unter, das beispielsweise durch Pigmente oder stark absorbierende Substanzen verursacht wird. Das liegt daran, dass die entscheidende chromatographische Trennung fehlt. Daher sind planare non-target multiplex Assays für die Lebensmittelanalytik von großem Vorteil.

Zur Verbreitung der leistungsstarken Technik wurde ein miniaturisiertes, portables, open-source-basiertes 2LabsToGo-System entwickelt, das ein Chromatographie-Labor und ein Toxikologie-Labor kostengünstig zusammenfaßt [6].

Literatur:

- [1] Morlock GE, Anal. Chim. Acta 2021, 1180, 338644.
- [2] Morlock GE, Phytochem. Review, 2023, <https://doi.org/10.1007/s11101-022-09844-x>.
- [3] Schreiner T, et al., Front. Pharmacol. 2021, 12, 755941.
- [4] Ronzheimer A, et al., Phytomedicine, 2022, 103, 154230.
- [5] Schreiner T, et al., Food Chem. 2022, 395, 133610.
- [6] Sing L, et al., Anal. Chem. 2022, 94, 14554–14564.

### 01.6 In vitro biotransformation of anticoagulant rodenticides in fish: a case study

**Julia Regnery**, Carolin Riegraf, Stefanie Jacob, Anton Friesen

Federal Institute of Hydrology, Department of Biochemistry and Ecotoxicology, 56068 Koblenz, Germany  
regnery@bafg.de

The assessment of the bioaccumulation potential of chemicals is an essential and mandatory part of their regulatory environmental risk and hazard assessment. Within the EU active substance approval under the Biocidal Products Regulation, the bioaccumulation potential of most anticoagulant rodenticides (ARs) was assessed from quantitative structure activity relationship (QSAR) derived bioconcentration factors (BCFs). *In silico* approaches are based on the experience that the BCF value of a substance is usually related to its lipophilicity and susceptibility to biotransformation. However, BCF estimations relying on the n-octanol/water partition coefficient neglect other driving forces concerning ARs. The majority of ARs is presumed to be ionizable under environmentally relevant conditions. Additional complicating factors are their stereochemistry and tissue specific protein binding to the target enzyme vitamin K epoxide reductase with the liver being the main organ of accumulation and storage. Moreover, QSARs often do not account for the contribution of fish metabolism on intrinsic clearance. So far, *in vitro* data on fish metabolism is rarely available for biocidal active substances such as ARs. In this case study we present *in vitro* biotransformation rates of eight biocidal and one pharmaceutical anticoagulants in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) liver subcellular S9 fraction (RT-S9) determined following the OECD test guideline 319B method at two different incubation temperatures (i.e.,  $12 \pm 1$  °C and  $23 \pm 2$  °C). Furthermore, we address challenges associated with the usability and interpretation of *in vitro* data (e.g., as a screening criterion) to support the decision making within the regulatory bioaccumulation assessment in bridging the gap between *in silico* methods and *in vivo* studies.

### 01.7 Molekular-ökologische Untersuchungen zu Gallensäure-abbauenden Bakterien in Bodenproben zur Entwicklung eines Tests für die mikrobiologische Bewertung von Effekten von Umweltchemikalien

**Antonia Bruder**, Julio Cesar Coutiño-Montes, Karsten Schlich, Cecilia Andrea Diaz Navarrete, Bodo Philipp Institut für Molekulare Mikrobiologie und Biotechnologie, Universität Münster, Corrensstraße 3, 48149 Münster und Fraunhofer IME, Ökotoxikologie, Auf dem Aberg 1, 57392 Schmallenberg  
antonia.bruder@ime.fraunhofer.de

Mikroorganismen im Boden haben unter anderem die wichtige Funktion, durch ihre Transformation von organischem Material, die darin vorhanden Nährstoffe für andere Organismen nutzbar zu machen. Diese Funktion kann durch Einbringung von Chemikalien wie Herbiziden, Fungiziden, Insektiziden etc. in die Umwelt gestört werden und somit negative Auswirkungen auf Organismen auf verschiedenen Ebenen der Nahrungskette haben. Die Bewertung der Wirkung von Umweltchemikalien auf Mikroorganismen im Boden erfolgt durch Messung stoffwechselbedingter Summenparameter wie Nitrifikation und Atmung. Dabei handelt es sich um standardisierte Assays wie die OECD Richtlinien 216/217. Jedoch gibt keiner dieser Tests Aufschluss darüber, welche mikrobiellen Taxa im Boden von den Substanzen tatsächlich beeinflusst werden. Um Informationen über die im Boden beeinträchtigten Taxa zu erhalten, wären zusätzlich zu jedem OECD 216/217 Test aufwendige und teure Kultivierungs- und Sequenzierungsexperimente wichtig.

Für eine günstige, zeitsparende Alternative könnte die Fähigkeit des Abbaus von spezifischen Kohlenstoff- und Energiequellen durch Bodenmikroorganismen genutzt werden. Wichtig wäre, dass diese Substrate von definierten, häufig im Boden vorkommenden Taxa abgebaut werden. Der Abbau von Gallensäuren, könnte als Parameter in solchen Assays verwendet werden, denn der Gallensäureabbau scheint sich auf wenige Taxa im Boden eingrenzen zu lassen. Bereits bekannt sind Bakteriengattungen wie *Rhodococcus*, *Pseudomonas*, *Comamonas* und Bakterien aus der Familie der Sphingomonadoceae, die Gallensäure abbauen können. Sowohl bei der Inkubation von Bodenproben mit Gallensäuren als auch in Laborkulturen lassen sich Stoffwechselintermediate die kurzzeitig extrazellulär vorliegen detektieren.

Ziel dieser Studie ist es, Aufschluss darüber zu erhalten, ob gewisse bakterielle Taxa im Boden durch Zugabe von Chemikalien in ihrer Fähigkeit Gallensäuren abzubauen beeinträchtigt sind. Um dieser Hypothese nachzugehen sollen verschiedene Bodenproben mit verschiedenen Gallensäuren inkubiert werden. Mithilfe anschließender mikrobieller Kultivierungsmethoden soll das Wachstum beobachtet werden. Mit Hilfe von molekularen Methoden wie Amplikonsequenzierung und qPCR von RNA soll versucht werden, bestimmte Taxa mit aktivem Stoffwechsel im Boden zu identifizieren und zu quantifizieren. Der Abbau der Gallensäuren soll durch Methoden aus der chemischen Analytik wie UV-VIS-Spektroskopie und HPLC-MS Messungen überprüft werden.

### 01.8 High-performance estrogenic reporter cell lines for assay-ready approaches

**Beat Thalmann**

Scinora GmbH, Industriestrasse 2, CH-8197, Rafz  
beat@scinora.com

The newly developed recombinant reporter cell lines called CHO<sub>sulu</sub>-ER $\alpha$  and CHO<sub>sulu</sub>-ER $\beta$  were combined with a native human estrogen receptor (ER)  $\alpha$  or  $\beta$  respectively and are derived from proprietary CHO-K1 growing in suspension and chemically defined media. Upon binding of specific compounds to its receptors, the reporter system produces a secreted Gaussia Luciferase, which can be monitored without lysis and even in a time-dependent manner. This allows the rapid screening of e.g. HPLC fractions, pharmaceutical libraries, environmental extracts and natural products below 24 hours and under serum-free conditions.

The CHO<sub>sulu</sub> platform enables the use of versatile plate formats as well as materials adjusted to the polarity of your substances. For example, cell culture plates consist of polystyrene by default. This limits the direct usage for HPLC fractionation where polypropylene plates are more stable against the solvents that are used. In addition, the standard polystyrene (PS) cell culture plates show different adsorption mechanisms than polypropylene or especially glass plates used on screening approaches. Hence, the CHO<sub>sulu</sub> platform allows multiple applications in high-throughput screening and automation. The usage of PP plates as well as the presence of the cells in suspension facilitates the workflow and enables the integration of robotics. Another advantage is the optimised procedure by using frozen assay-ready aliquots improving the workflow furthermore. Here, the aliquots at high cell density can be stored over months at  $<-65^{\circ}\text{C}$  without losing the performance. This simplifies the application and avoids a constant subculturing of the reporter cell line by maintaining a superior reproducibility.

The speed and flexibility of the readout enables different approaches on the experimental design. Once setup by adding the reconstituted frozen aliquot to your dissolved sample, the readout can be performed after 21-24 hours by a simple addition of the luciferase substrate or prolonged if desired. In addition, the CHO<sub>sulu</sub> cell lines have a basal production of the Gaussia luciferase, which allows the observation of inhibitory or cytotoxic effects.

### 01.9 In silico prediction for difficult substances: A case study focusing on PBT/PMT properties

**Jens Bietz**, Anna-Maria Falkenhain, Fabian Grimm  
Clariant Produkte (Deutschland) GmbH, Brünningstr. 50, 65929 Frankfurt am Main  
jens.bietz@clariant.com

Computational methods to predict (eco)toxicity and environmental fate as well as phys-chem properties of chemical substances are gaining relevance for screening level evaluation of chemicals. In addition to increasing availability of computational models addressing a wide variety of environmental endpoints, existing computational models are routinely being improved enhancing their capability for increasingly reliable predictions within broader applicability domains. In addition to scientific robustness, computational models also gain popularity due to being cost- and time-efficient and having considerable potential for animal welfare considerations.

The potential of computational methods to address more complex regulatory challenges has been hardly explored. These include, for example, the new PBT/vPvB/PMT/vPvM classifications (persist, bioaccumulating, toxic, mobile) recently introduced to the CLP regulation (EC 1272/2008). It is well understood that not all available models are applicable for all endpoints and substances, and it is critical to assess the applicability domain of computational models, and to fully understand the underlying mechanism of the prediction. Especially surfactants, ionizable or permanently ionic substances bear often distinctive partitioning and absorptions behavior and constitute a particularly challenging group of substances compared to non-polar chemicals.

In recent years, regulatory information requirements (particularly under the REACH legislation (EC 1907/2006)), has led to an increase in availability of reliable data from GLP studies following OECD guidelines, resulting in robust data availability that enables comparative assessment between laboratory studies and new and existing computational models.

In this case study, we evaluated the applicability of predictive computational methods for a select list of substances by comparing predicted data from different freely available, public and commercial, models with the disseminated data from ECHA, which has been gathered for the needed endpoints to assess PBT/PMT properties (e.g., biodegradation, bioaccumulation, log pow, adsorption/desorption, aquatic toxicity).

In result, the applicability of the respective model has been assessed for different classes of difficult substances.

## 02. Verhalten in der Umwelt

### 02.1 Rückverfolgung von Quecksilberquellen und Umwandlungsprozessen mittels stabiler Quecksilberisotopen

**Lorenz Schwab**, Florian M. Rothe, David S. McLagan, Alexandra Alten, Stephan M. Kraemer, Harald Biesler, Jan G. Wiederhold

Environmental Engineering Institute IIE-ENAC, Soil Biogeochemistry Laboratory, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Valais Wallis, CH-1950 Sion, Switzerland

lorenz.schwab@epfl.ch

Quecksilber (Hg) ist ein hoch giftiges Schwermetall mit natürlichen wie auch anthropogenen Quellen. Quecksilber fand breite Anwendung in Wissenschaft, Industrie und Landwirtschaft, doch durch das zunehmende Bewusstsein für die schädlichen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt, wurde Hg in vielen Anwendungen ersetzt. Die Verbrennung von Kohle, die Verhüttung von Metallerzen und der Goldbergbau setzen nach wie vor grosse Mengen an Hg in die Umwelt frei. Durch seine lange Verweildauer in der Atmosphäre kann Hg weiträumig verfrachtet werden. Die chemische Spezierung von Hg bestimmt massgeblich seine Mobilität, Toxizität und Bioverfügbarkeit. Anorganische und organische Hg(II)-Komplexe dominieren die Biogeochemie von Hg in Böden und Sedimenten, während Hg(0) die wichtigste Spezies in der Atmosphäre ist. Die Umwandlung von anorganischem Hg in hochgiftiges Methylquecksilber in Böden, Sedimenten und Oberflächengewässern ist besonders problematisch, da dieses zur Bioakkumulation in der aquatischen Nahrungskette führt. Das Verständnis von Umwandlungsprozessen zwischen Hg-Spezies ist deshalb von entscheidender Bedeutung für eine bessere Vorhersage des Verbleibs von Hg in der Umwelt, bleibt aber eine grosse Herausforderung mit den etablierten analytischen Methoden der Hg-Geochemie.

Die Anwendung von Hg-Isotopenverhältnissen ist ein neuartiger Ansatz mit grossem Potenzial zur Erweiterung unserer Instrumente zur Rückverfolgung von Hg Quellen und spezifischen Hg-Transformationsprozessen. Die in diesem Beitrag präsentierten Daten zu Hg-Bindungsformen und stabilen Hg-Isotopenverhältnissen von Sedimenten flussabwärts eines kontaminierten Standorts zeigen die Anwendbarkeit und Grenzen stabiler Hg-Isotope für die Verfolgung von Hg Quellen sowie von Hg-Transformationsprozessen auf. Eine starke Verschiebung der Hg-Isotopenverhältnisse hin zu negativen  $\delta^{202}\text{Hg}$ -Werten flussabwärts des kontaminierten Standorts wurde beobachtet (Veränderung von  $\approx 2\text{‰}$ ), zusammen mit einer geringfügigen Verschiebung der massenunabhängigen Fraktionierung. Die Aufteilung der Herkunft zwischen industriellem Hg und natürlichen Hg-Quellen unter Verwendung von binären Mischungsmodellen basierend auf Isotopenverhältnissen ergab jedoch keine aussagekräftigen Zuordnungen. Unter Berücksichtigung der massenabhängigen und der massenunabhängigen Hg-Isotopenfraktionierung wurde ein konzeptionelles Modell erarbeitet, welches die beobachteten Isotopensignaturen als Ergebnis von kinetischen Isotopeneffekten während der Sorption, der Umverteilung von Hg innerhalb des Sediments sowie des bevorzugten Transports der umverteilten, isotopisch fraktionierten Hg-Anteile, die eine erneute Gleichgewichtsbildung verhindert, erklären kann. Die Ergebnisse zeigen, dass die Überlagerung verschiedener Fraktionierungsprozesse oder das Vorliegen unterschiedlicher Quellen eine sorgfältige Interpretation von Hg Isotopendaten bedingen.

### 02.2 Vereinfachte Anwendung hierarchischer Modelle zur kinetischen Auswertung multipler Abbaudaten von Chemikalien in der Umwelt

**Johannes Ranke**, Janina Wöltjen

Agroscope, Fachgruppe Pflanzenschutzmittel - Wirkung und Bewertung, Müller-Thurgau-Strasse 29, 8820 Wädenswil, Schweiz

johannes.ranke@agroscope.admin.ch

Die kinetische Auswertung chemischer Abbaudaten von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen und anderen Umweltchemikalien erfolgt in der Regel für alle verfügbaren Datensätze einzeln. Die resultierenden Parameter werden dann auf Verlässlichkeit geprüft und alle als akzeptabel eingestuft Parameter gemittelt. Dieses Verfahren bringt verschiedene Probleme mit sich, wie die Notwendigkeit der Mittelung von Parametern aus verschiedenen kinetischen Modellen und die Verwendung von Default-Parametern für nicht zuverlässige Parameter. Durch die Anwendung von nichtlinearen hierarchischen Modellen (auch bekannt als nonlinear mixed-effects models) mit Hilfe des R-Paketes `mkim` können viele dieser Probleme umgangen werden (Ranke et al. 2021). Um die Definition solcher Modelle und deren Anpassung an Abbaudatensätze zu vereinfachen, wurden kürzlich eine Eingabemaske in Form einer Tabellenkalkulationsdatei und eine Vorlage im R markdown Format in das `mkim` Paket integriert. Dieser Beitrag zeigt die Anwendung dieser Hilfsmittel anhand von realen Beispieldaten, insbesondere auch für den Fall von pH-abhängigem Abbau.

Ranke J, Wöltjen J, Schmidt J, and Comets E (2021) Taking kinetic evaluations of degradation data to the next level with nonlinear mixed-effects models. *Environments* 8 (8) 71 doi:10.3390/environments8080071

### 02.3 Investigation of mechanism-specific toxicity of water and particle samples from flooded areas in Stolberg (North Rhine-Westphalia) after the flood event in July 2021 using an *in vitro* biotest battery

**Dominik Nerlich**, Andreas Schiwy, Markus Schmitz, Fabian Weichert, Carolin Völker, Thomas Friedrich, Oskar Marg, Catrina Brüll, Stefanie Wolf, Holger Schüttrumpf, Frederic Strobl, Henner Hollert, Sabrina Schiwy

Department Evolutionary Ecology & Environmental Toxicology (E3T), Faculty Biological Sciences, Goethe University Frankfurt, Max-von-Laue-Straße 13, 60438 Frankfurt am Main, Germany  
dominik.nerlich@stud.uni-frankfurt.de

Climate change, rapid land use transformation, and anthropogenically altered water bodies increase the frequency and intensity of flood events globally. The extreme flood from July 13 to 16, 2021 led, amongst others, to the flooding of industrially used areas and contaminated sites in the catchment area of the rivers Inde and Vicht around Stolberg (North Rhine-Westphalia, Germany) and remobilized historic pollutant sources. Due to the historical settlement of the metal processing, chemical, and pharmaceutical industries, the soils and sediments are among the most polluted in Germany. In this context, especially particulate phases as long-term reservoirs of accumulated pollutants are potential so called “chemical time bombs”.

This study aims to evaluate the consequences of the flood at the toxicological level and elucidated the toxicity contributions of the matrices water and suspended particulate matter. For the analysis, water samples were collected at various flooded areas around Stolberg and subsequently filtered and the water phase was extracted by solid phase extraction. The filter residues were processed separately in a similar approach using pressurized liquid extraction to co-consider the particle-bound pollutants. All organic sample extracts were then tested for their mechanism-specific toxicity. For this purpose, an *in vitro* bioassay battery of different reporter gene assays was used. This bioassay battery includes the neutral red retention assay (cell toxicity), various CALUX® bioassays (ER $\alpha$ , AR, anti-ER $\alpha$ , anti-AR, GR, PR) to investigate the (anti-)estrogenic, (anti-)androgenic, glucocorticoid and progestogenic activity, the  $\mu$ EROD bioassay (dioxin-like potency), and the Ames fluctuation assay (mutagenicity). Preliminary results indicate that the toxicity is more likely to be due to particle-bound contaminants. Accordingly, the most significant measured effects of increased dioxin-like potency are found in suspended particulate matter in the Inde River basin.

The work is part of a SynergyFund of the excellence initiative RobustNature of the Goethe University and a DFG-funded project. Within the project, the consequences of the flood are further assessed within an interdisciplinary team combining the results from (eco)toxicological and chemical analyses with social processes, discourses and the potential impact on nature connectivity in the affected regions in the context of the hydraulic engineering situation.

## 03. Abwasser

### 03.1 Quantifizierung der Wirkstoff-Verluste in Abwässern aus der formulierenden Pharmaindustrie

**Sarina Schaller**, Julian Bosshard, Heinz Singer

EAWAG, Umweltchemie, Überlandstrasse 133, 8600, Dübendorf

sarina.schaller@evard.ch

Pharmazeutische Wirkstoffe (APIs) in den Gewässern geben zunehmend Anlass zur Sorge aufgrund ihrer potenziell schädlichen Effekte auf aquatische Organismen. Wirkstoffeinträge durch Abwässer aus den formulierenden pharmazeutischen Industrien (FPI) sind sehr vielfältig, erfolgen in hohem Masse episodisch und können derzeit nicht genau genug bewertet werden. Der Kenntnisstand über industrielle Einleitungen von APIs in die Gewässer muss verbessert werden, um die Emissionen von Mikroverunreinigungen auch an der Quelle zu verringern. Daher wurden die Wirkstoffemissionen von zwei ausgewählten FPIs quantifiziert. Tägliche Mischproben des Zu- und Abflusses der Kläranlage, die das Abwasser der beiden Firmen behandelt, wurden über einen Zeitraum von 1,5 Monaten gesammelt und anschliessend mittels Flüssigchromatographie gekoppelt an hochauflösender Massenspektrometrie (LC-HRMS) gemessen. Vor den Messungen wurde ein Stabilitätsexperiment durchgeführt, um eine exakte Bestimmung der Arzneimittelkonzentrationen zu gewährleisten. Sieben von 14 untersuchten APIs zeigten dabei unter den Probenahme- und Lagerungsbedingungen eine hohe Stabilität. Das Abwasser der beiden FPIs machte nur einen geringen Prozentsatz (<1%) des gesamten Abwasserstroms der Kläranlage aus, führte aber dennoch zu Konzentrationsspitzen im Zu- und Ablauf von 100'000 ng/L bzw. 3'100 ng/L, was die üblichen Konzentrationen in Haushaltsabwässern um das bis zu 26-fache überstieg. Dank der Abwasser Vorbehandlung von FPI\_1 wurden bis zu 100-mal geringere Verlustraten aus der Produktion (0,01 - 0,001%) als bei den Direkteinleitungen von FPI\_2 (0,2 - 0,02%) gefunden. Durch die Vorbehandlung des Reinigungsabwassers direkt im Betrieb, wo die Volumenströme noch klein und mit hohen Wirkstoffkonzentrationen belastet waren, konnten die Industrieemissionen wirksam reduziert werden.

## 04. Effekte

### 04.1 Glyphosat, dessen Metabolit AMPA und die Formulierung Roundup(c) beeinflussen Bachforellen (*Salmo trutta f. fario*) auf verschiedenen biologischen Ebenen

**Victoria Drechsel**, Clarissa Cantore, Tobias Haasis, Sophie Hanten, Norman Hembach, Stefanie Kraiss, Katharina Kuhn, Annemarie Lang, Ilona Liesche, Noah Maurer, Katharina Peschke, Julia Rafalski, Patrick Riek, Janina Vanhöfen, Constantin Weinmann, Thomas Schwartz, Heinz-R. Köhler, Rita Triebkorn  
 Physiologische Ökologie der Tiere, Institut für Evolution und Ökologie, Universität Tübingen, Auf der Morgenstelle 5, 72076 Tübingen, Deutschland  
 victoria.drechsel@uni-tuebingen.de

Obwohl Spurenstoffe in Gewässern in sehr geringen Konzentrationen vorkommen, können sich diese negativ auf den Gesundheitszustand aquatischer Organismen auswirken (Triebkorn, Wilhelm und Wurm, 2022). Pestiziden kommt in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung zu, da intendierte Wirkungen gegen Targetorganismen oft auch bei Nicht-Zielorganismen auftreten (Sigmund et al., 2023). Obwohl für das Breitbandherbizid Glyphosat zahlreiche Nachweise für solche negativen Einflüsse auf Gewässerorganismen vorliegen (Tresnakova, Stara und Velisek, 2021), wurde seine Zulassung von der EU um ein weiteres Jahr verlängert. Glyphosat hemmt den Shikimatstoffwechsel und blockiert so die Bildung lebensnotwendiger aromatischer Aminosäuren. Da nur Pflanzen und einige Mikroorganismen diesen Stoffwechselweg besitzen, wird der Wirkstoff vom Hersteller als unproblematisch für Menschen und Tiere deklariert. Unbeachtet bleibt dabei allerdings, dass im tierischen Mikrobiom Mikroorganismen vorkommen, die den Shikimatstoffwechselweg besitzen, so dass negative Effekte auf das tierische Mikrobiom wahrscheinlich sind. Der Einfluss von Glyphosat auf das Darmmikrobiom wurde bei verschiedenen Tieren bereits gezeigt (Motta, Raymann und Moran, 2018). Ob und inwiefern Zusammenhänge zwischen solchen Wirkungen auf das Mikrobiom und dem Gesundheitszustand des Bionten Fisch bestehen, wird im Rahmen des BMBF-Projekts GLYMIK untersucht.

Die bisherigen Projektergebnisse zeigen, dass Kiemen, Nieren und Darm von Bachforellen durch Glyphosat, seinem Hauptmetaboliten Aminomethylphosphonsäure (AMPA) oder der Formulierung Roundup® LB Plus stark geschädigt werden. Ebenso wurde auf subzellulärer Ebene ein moderater Einfluss vor allem auf das angeborene Immunsystem gezeigt. Die im Rahmen dieses Projektes durchgeführten molekularbiologischen Analysen zur Zusammensetzung der Mikrobiome von Darm und Kiemen zeigen einen vom Fischalter abhängigen Einfluss auf die Populationsdiversität. Bei sehr jungen Fischen wurde eine Beeinflussung des Schwimmverhaltens gezeigt. Zudem akkumulieren Glyphosat und AMPA sehr stark in den Fischgeweben, wobei Konzentrationen erreicht werden, welche die Grenzwerte für zulässige Rückstandswerte in Lebensmitteln deutlich überschreiten. Für Speisefische liegen solche Grenzwerte bisher noch nicht vor, sollten jedoch unbedingt abgeleitet werden, da Gesundheitsrisiken durch den Verzehr von Glyphosat-belastetem Fisch nicht ausgeschlossen werden können und die Aufnahme zur Anreicherung im menschlichen Körper beitragen können.

Motta, E. V. S., Raymann, K. und Moran, N. A. (2018) 'Glyphosate perturbs the gut microbiota of honey bees', *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(41), pp. 10305–10310. doi: 10.1073/pnas.1803880115.

Sigmund, G. et al. (2023) 'Addressing chemical pollution in biodiversity research', *Global Change Biology*, (March), pp. 1–16. doi: 10.1111/gcb.16689.

Tresnakova, N., Stara, A. und Velisek, J. (2021) 'Effects of glyphosate and its metabolite AMPA on aquatic organisms', *Applied Sciences*, 11(19). doi: 10.3390/app11199004.

Triebkorn, R., Wilhelm, S. und Wurm, K. (2022) Literaturstudie zu Auswirkungen von Spurenstoffen auf aquatische Organismen in Fließgewässern und Empfehlungen für ein effektbasiertes Spurenstoffmonitoring.

### 04.2 Einfluss von Glyphosat und 7-Desoxy-Sedoheptulose (7dSh) auf die Embryonalentwicklung von *Danio rerio*

**Tobias Haasis**, Gianna Cecile Hering, Marvin Braun, Klaus Harter, Rita Triebkorn, Heinz-R. Köhler  
 Universität Tübingen, Institut für Evolution und Ökologie, Physiologische Ökologie der Tiere, Auf der Morgenstelle 5; D-72076 Tübingen  
 tobias.haasis@uni-tuebingen.de

Glyphosat gilt als der weltweit am häufigsten in Pestiziden verwendete Wirkstoff. Dabei deuten Forschungsergebnisse darauf hin, dass Glyphosat Oberflächengewässer und Grundwasser verunreinigt und bei Fischen, wie beispielsweise bei *Danio rerio*, zu oxidativen Stress führen kann (Uren Webster et al. 2014, *Env Sci Technol* 48, 1271-1279). Außerdem steht Glyphosat im Verdacht, krebserzeugende Wirkungen auszulösen. Das Zuckermolekül 7-Desoxy-Sedoheptulose (7dSh), das von dem Cyanobakterium *Synechococcus elongatus* produziert wird und an der Universität Tübingen erstmals charakterisiert wurde, hemmt das Wachstum verschiedener Mikroorganismen und Pflanzen, indem es vergleichbar mit Glyphosat in den Shikimatweg eingreift (Brilisauer et al. 2019, *Nat Comm* 10, 545). Um zur Ökotoxizität von 7dSH erste Daten

zu liefern, wurde ein Embryotoxizitäts-Test mit *Danio rerio* (FET) angelehnt an OECD 236 durchgeführt. Getestet wurden drei Konzentrationen des Zuckers 7dSh (1 mg/mL (5,15 mM), 5 mg/mL (25,75 mM) und 20 mg/mL (103 mM)) sowie die zu den beiden niedrigeren Werten äquimolaren Konzentrationen an Glyphosat (0,87 mg/mL (5,15 mM), 4,35 mg/L (25,75 mM)). Die zum höchsten Wert äquimolare Testkonzentration von Glyphosat konnte nicht ohne Lösemittelvermittler hergestellt werden und wurde daher auf 10 mg/L (59,20 mM) begrenzt.

Trotz der sehr hohen Konzentrationen des Zuckers konnten nur geringe Wirkpotentiale bei den Embryonen nachgewiesen werden. Ab einer Konzentration von 1 mg/L 7dSh trat eine leicht erhöhte Mortalität und bei der höchsten Konzentration von 7dSh eine geringfügig erniedrigte Schlupfrate auf. Für Tests mit Glyphosat mussten die Proben zunächst mit NaOH (1 M) auf pH 7 eingestellt werden, da ansonsten die durch Glyphosat bedingte Versauerung des Testmediums bei diesen Konzentrationen zu einer 100 %igen Mortalität führt. Gepuffertes Glyphosat führte in Konzentrationen von 0,87 mg/mL, 4,35 mg/mL und 10 mg/L neben einer erhöhten Mortalität sowie Fehlbildungsrate auch zu einer verringerten Schlupfrate. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass 7dSh deutlich weniger Effekte in *Dario*-Embryonen induziert als Glyphosat. Somit stellt der Zucker 7dSh bezüglich ökotoxikologischer Wirkungen einen vielversprechenden Ersatzwirkstoff für Glyphosat dar.

### 04.3 Fischrückgang in der Schüss (Kt. Bern): Ökotoxikologische Evaluierung von Wasser und Sediment

**Sibylle Xenia Maletz**, Rébecca Beauvais, Daniel Bernet, Nadine Bramaz, Carmen Casado-Martinez, Kristina Rehberger, Rico Ryser, Nadine Sarbach-Remund, Andrea Schifferli, Etienne Vermeirssen, Régis Vivien, Gérard Zürcher und Benoit Ferrari

Oekotoxzentrum, AG Aquatische Ökotoxikologie, Überlandstrasse 133, CH-8600, Dübendorf  
sibylle.maletz@oekotoxzentrum.ch

Hintergrund: Die Schüss galt lange als eines der Leuchtturm-Gewässer im Kanton Bern. Im sommerkühlen, produktiven Juragewässer konnte sich im Gegensatz zu den meisten Mittellandgewässern ein überdurchschnittlicher Bachforellenbestand halten. Nun gibt es besorgniserregende Signale: Der Laichfischfang im vergangenen Herbst war so schlecht wie nie in den letzten 25 Jahren. Nach einem Vergiftungsereignis bei Saint-Imier in 2019 erholt sich der Fischbestand unterhalb der ARA Villeret nicht wie erhofft. Eine Stichprobe im Herbst 2022 ergab zusätzlich einen starken Rückgang der Gammariden sowie des Periphytons. Eine Ursache dafür könnte die ungenügende Reinigungsleistung der ARA sein. Dies führte in der Vergangenheit zeitweise zu hohen Belastungen des Abflusses mit Ammonium und Nitrit, die für Fische und Organismen am Gewässerboden toxisch sein können.

Ziel: Um die Belastung der Schüss einschätzen zu können, untersucht das Oekotoxzentrum derzeit im Auftrag des Fischereinspektorats des Kantons Bern Wasser und Sediment von ober- und unterhalb der ARA mit verschiedenen ökotoxikologischen Testsystemen. Ziel dabei ist es, eine mögliche Toxizität für Fische (Wirbeltiere), aber auch für deren Nahrungsquellen wie das Makrozoobenthos (MZB) sowie das Periphyton, zu ermitteln.

Methoden: Toxische Auswirkungen des Wassers auf Wirbeltiere wurden im Fischkiemenzelltest (RTgill-W1) und einer Batterie unterschiedlicher CALUX®-Testsysteme ermittelt. Mit dem Leuchtbakterienhemmtest sowie dem kombinierten Algentest wurde die Toxizität für Organismen des Periphytons untersucht.

Um negative Einflüsse des Sediments auf das Makrozoobenthos abschätzen zu können, wurden der Sediment-Kontakttest mit Ostracoden und der chronische Toxizitätstest mit Chironomiden eingesetzt. Ausserdem wurde die Oligochaeten-Gemeinschaft der Sedimente bewertet (functional trait method), um ihre biologische Qualität zu ermitteln.

Ergebnisse und Ausblick: Erste Ergebnisse aus den Sedimentanalysen (Ostracoden) ergaben eine sehr hohe Toxizität für einen Standort unterhalb der ARA, sowie eine moderate Toxizität oberhalb. Native Wasserproben wiesen jedoch im Fischkiemenzelltest keine Toxizität auf. Extrakte der Wasserproben zeigten im Leuchtbakterienhemmtest nur geringe Wirkung, die sich im Bereich anderer, wenig belasteter Oberflächengewässer befindet.

Anhand der vorläufigen Ergebnisse könnte der Rückgang zumindest teilweise mit einer Belastung der Sedimente, die die Nahrungsquellen der Fische beeinträchtigt, zusammenhängen. In einer parallelen Untersuchung des Makrozoobenthos (UNA Bern) wurde unterhalb der ARA erneut ein fast vollständiges Fehlen der Gammariden beobachtet. Für weitergehende Rückschlüsse müssen allerdings noch die weiteren Testergebnisse abgewartet und interpretiert werden.



#### 04.4 Fraßaktivität von Gammariden als ökotoxikologischer Endpunkt für akuten Fungizidstress in limnischen Mesokosmen

**Silvia Mohr**, Steffen Carl, Ronny Schmiediche, Ulrike Scholz, Marco Konschak, Valeska Contardo Jara  
Umweltbundesamt  
silvia.mohr@uba.de

Im Projekt Aqua Fungi at Risk wurde anhand eines Beispielfungizids (Folicur mit dem Wirkstoff Tebuconazol; TBZ) untersucht, ob die Integration von aquatischen Pilzen in die Umweltrisikobewertung von Fungiziden das Bewertungsergebnis maßgeblich beeinflusst. Dazu wurden im Rahmen einer Mesokosmenstudie in der Fließ- und Stillgewässer-Simulationsanlage des Umweltbundesamts klassische Endpunkte mit bereits etablierten und neuen Pilzendpunkten verglichen.

Die Biodiversität als auch die Ökosystemfunktionen von aquatischen Pilzen können durch Fungizidstress beeinflusst werden. U.a. kann sich durch Fungizide die Nahrungsqualität des Detritus durch deren mikrobielle Besiedlung für Detritusfresser ändern. Ein in die Mesokosmen integriertes Fraßexperiment mit Gammariden und Erlenlaub sollte zeigen, ob sich diese sekundären Effekte über die Fraßaktivität der Tiere ableiten lassen.

Wasser- bzw. nahrungsexpositionsbezogene Effekte von TBZ auf die Fraßaktivität von *Gammarus roeseli* wurden bei unterschiedlichen Temperaturen und für zwei Expositionszeiten sowie mit Fungizid-kontaminiertem und unkontaminiertem Laub in An- und Abwesenheit von TBZ in der Wassersäule der Mesokosmen getestet (6 Konzentrationen von 5-5000 µg/L). Jeder Ansatz bestand aus vier Käfigen pro Mesokosmos mit jeweils drei *G. roeseli* (12-14 mm) und zehn Blattscheiben (je 2,7 cm<sup>2</sup>). Die nach der jeweiligen Expositionszeit verbleibende Blattscheiben-Fläche wurde fotodokumentiert und das Trockengewicht der Blattscheiben und *G. roeseli* bestimmt.

Es konnte eine eindeutige Dosis-Wirkungsbeziehung auf die Fraßaktivität von *G. roeseli* unter TBZ Stress über die Wassersäule unabhängig von der Expositionsdauer und Wassertemperatur beobachtet werden. Auch eine Verringerung der Fraßaktivität ausschließlich über Fungizid-kontaminierte Laubscheiben konnte beobachtet werden. Allerdings wurde die Verringerung der Fraßaktivität der Tiere bei niedrigen Wirkstoffkonzentrationen in den Blattscheiben durch die Expositionszeit kompensiert. Dies ist neben Hungererscheinungen möglicherweise auch auf das Auswaschen von TBZ aus den kontaminierten Blattscheiben zurückzuführen, welches spurenanalytisch ebenfalls nachgewiesen werden konnte.

#### 04.5 Linking Hepatic Residues of Anticoagulant Rodenticides in Wild Freshwater Fish with in vivo Determined Effect Levels

**Hannah Schmieg**, Hannah Schrader, Julia Regnery, Hermann Ferling, Stefanie Jacob, Anton Friesen, Julia Schwaiger  
Bayerisches Landesamt für Umwelt, Abtl. 7, Ref. 73: Aquatische Ökotoxikologie, mikrobielle Ökologie, Demollstr. 31, 82407 Wielenbach  
Hannah.Schmieg@lfu.bayern.de

Second-generation anticoagulant rodenticides (SGARs) remain the most often used biocides to control pest rodents such as house mice or brown rats despite bearing high risks of unintentional poisoning of wildlife and being classified as persistent, bioaccumulative and toxic (PBT). Consequently, these compounds will continue to be detected regularly in an ever-increasing number of non-target organisms. While primary and secondary poisoning of terrestrial and avian species such as small mammals and raptors are well known, little data exists on fate of SGARs in the aquatic environment and to an even lesser extent regarding possible ecotoxicological effects associated with this exposure levels. Although recent studies found AR residues in livers of freshwater fish in the magnitude of ng/g, it is currently not possible to link these hepatic AR concentrations to possible lethal or sub-lethal effects.

In order to determine the relevance of reported SGAR residues in wild freshwater fish and to assess their risk of AR poisoning, we conducted *in vivo* experiments feeding rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) defined doses of the SGAR brodifacoum in a flow through system. One and a half year old trout (ca. 650 g) were exposed in groups to brodifacoum-spiked feed for 60 d. Lower brodifacoum doses were chosen based on the limit of quantification of brodifacoum, intermediate doses based on the concentration of active ingredients in rodenticide baits and higher doses represent reported effect levels in other species. Sampling of fish every 15 d allowed tracking brodifacoum concentrations in liver, serum, and filet, and occurring effects over the course of time. Notably, the duration between brodifacoum uptake and observed effects took 15 d and was considerably longer than reported for other vertebrates. Brodifacoum inhibited the coagulation in rainbow trout. Disturbed haemostasis resulted in haemorrhages in gills, pseudobranchs and other organs leading to severe anaemia and mortality. Effects on coagulation occurred at an average brodifacoum concentration of ca. 150 ng/g hepatic tissue. The results emphasize, that acute standard biotests are not suitable to observe effects of chronically acting AR on fish and would substantially underestimate potential effects.

#### 04.6 Effekte von Chemikalien aus Reifen auf das Insekt *Chironomus riparius*

**Rébecca Beauvais**, Océane Lafargue, Thibault Masset, Florian Breider, Benoît J.D. Ferrari  
Oekotoxzentrum, EPFL-ENAC-IIE-GE, Station 2, CH-1015 Lausanne  
rebecca.beauvais@centreecotox.ch

Jedes Jahr werden in Europa mehr als 1,3 Tonnen Reifenabrieb in die Umwelt eingetragen (Wagner et al., 2018). Diese Partikel können über Abflüsse in die aquatische Umwelt gelangen, wo die darin enthaltenen Chemikalien, die aus der Reifenherstellung stammen, potenziell bioverfügbar werden. Dazu gehören beispielsweise Vulkanisationsmittel wie 1,3-Diphenylguanidin (DPG) oder Antioxidantien wie N-(1,3-Dimethylbutyl)-N'-phenyl-p-phenylendiamin (6-PPD), das in der Umwelt schnell in 6-PPD-Chinon (6-PPDQ) umgewandelt wird.

Daten zur Ökotoxizität dieser Stoffe sind jedoch noch rar. Die akute Toxizität von 6-PPDQ wurde kürzlich in den USA bei einer Lachsart mit einer  $LC_{50}$  von 95 ng/L nachgewiesen (Tian et al., 2022). In der Umwelt wurden Konzentrationen von bis zu 3,2 µg/L 6-PPDQ gemessen (Hiki et al., 2022). In Kanada wurde DPG in Umweltkonzentrationen von bis zu 0,3 mg/L gefunden (Challis et al., 2021). Bei *Daphnia magna* wurde für DPG eine  $LC_{50}$  von 17 mg/L und eine NOEC-Fortpflanzung (21 Tage) von 0,6 mg/L ermittelt (ANSES Report, 2020).

Ziel unseres Projektes ist es, die akute und chronische Toxizität von DPG und 6-PPDQ auf den Modellorganismus *Chironomus riparius* mit Hilfe von standardisierte Biotests (OECD 235, OECD 2018 und OECD 2019) zu bestimmen. Die Effekte werden auf verschiedenen Ebenen der biologischen Organisation gemessen: auf der Ebene des Individuums (Überleben, Wachstum und Emergenz), auf subzellulärer Ebene (Aktivität von Enzymen, z.B. Glutathion-S-Transferasen, Acetylcholinesterase), aber auch auf molekularer Ebene (Messung der differentiellen Expression von Zielgenen).

Erste Ergebnisse zeigen eine signifikante Toxizität von DPG bei der höchsten getesteten Dosis (26 mg/L) mit einer signifikanten Abnahme der Größe und des Gewichts der Larven nach 10 Tagen Exposition und einer signifikanten Verzögerung der Emergenz der adulten Tiere. Laufende Biomarkeranalysen werden es uns möglicherweise ermöglichen, frühe Effekte bei niedrigeren Konzentrationen zu erkennen.

## 08. Monitoring

### 08.1 Breitbandscreening von Umweltschadstoffen in Eiern verschiedener Greifvogelarten

**Raphaela Osterauer**, Jürgen Zipperle<sup>a</sup>, Kai-Achim Höpker<sup>a</sup>, Georgios Gkotsis<sup>b</sup>, Maria-Christina Nika<sup>b</sup>, Antonia I. Athanasopoulou<sup>b</sup>, Konstantinos Vasilatos<sup>b</sup>, Nikiforos Alygizakis<sup>b,c</sup>, Nikolaos S. Thomaidis<sup>b</sup>  
 LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg  
 a LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, Karlsruhe  
 b National and Kapodistrian University of Athens, Greece  
 c Environmental Institute s.r.o., Kos, Slovak Republic  
 Raphaela.Osterauer@lubw.bwl.de

Raubvögel, die an der Spitze der Nahrungskette stehen, akkumulieren Schadstoffe in besonderem Maße. Durch ihre Untersuchung können wichtige Informationen über persistente, bioakkumulierende und toxische Stoffe gewonnen werden.

Resteier von Wanderfalke, Uhu und Steinkauz wurden 2019 und 2020 im Rahmen der Jungvogelberingung durch die Arbeitsgemeinschaft Wanderfalkenschutz des NABU und die Vogelwarte Radolfzell geborgen und der LUBW zur Schadstoffanalyse zur Verfügung gestellt.

Neben der Analyse von Schwermetallen wurde jede Eiprobe mittels eines breit angelegten Target-Screenings auf mehr als 2.400 Umweltschadstoffe untersucht. Um auch Umweltschadstoffe aufzuspüren, die durch das Target-Screening nicht erfasst werden, wurden die Proben zusätzlich einem Suspect-Screening unterzogen, das die Identifizierung von mehr als 65.000 Substanzen durch Abgleich mit Datenbankeinträgen ermöglicht.

Durch das breit angelegte Target-Screening wurden insgesamt 48 Verbindungen nachgewiesen, die folgenden Stoffklassen zugeordnet werden können: Arzneimittel/Kosmetika, Pestizide, Per- und Polyfluoralkylsubstanzen, Industriechemikalien, Stimulanzen, Konservierungsmittel sowie deren Metabolite.

Obwohl sie durch das Stockholmer Übereinkommen bereits weitgehend verbannt sind, wurden die bioakkumulierenden, persistenten und toxischen Verbindungen Perfluorooctansulfonsäure, 4,4-DDE, Hexachlorbenzol sowie die Polychlorierten Biphenyle 138 und 153 am häufigsten in den Greifvogel-Eiern gemessen. Die gemessenen Konzentrationen lassen jedoch keine schädlichen Auswirkungen auf die Raubvögel erwarten. Darüber hinaus wurde in den meisten Eiern auch der Konservierungsstoff Methylparaben gemessen.

Beim Suspect-Screening wurden 44 weitere Chemikalien vorläufig detektiert, die sich im Nahrungsnetz anreichern können. Einige dieser Verbindungen sollten weiter untersucht und mit Hilfe eines Referenzstandards zweifelsfrei bestätigt werden, da sie in vielen Eiern in relevanten, semiquantifizierten Konzentrationen nachgewiesen wurden und aufgrund ihrer Substanzeigenschaften negative Auswirkungen auf die Entwicklung von Greifvögeln nicht ausgeschlossen werden können.

Auch wenn das Wissen zu den Risiken und möglichen chronischen Auswirkungen der im Suspect-Screening ermittelten Substanzen auf wildlebende Tierarten den modernen analytischen Methoden noch hinterherhinken, zeigt die Untersuchung von Umweltproben mittels dieser Methodik insgesamt ein großes Potential für eine vorsorgende Schadstoffanalyse und ermöglicht es, die zunehmend komplexer werdende Belastungssituation aquatischer und terrestrischer Ökosysteme aufzuzeigen.

### 08.2 Einträge von Bioziden in Gewässer über Mischwasserentlastung und Regenwassereinleitung in einem städtischen Gebiet

**Korinna Ziegler**, Christiane Meier, Lukas Kopp, Stephan Fuchs, Frank Sacher  
 Umweltbundesamt, Fachgebiet Biozide, Wörlitzer Platz 1, 06884 Dessau-Roßlau  
 korinna.ziegler@uba.de

In urbanen Gebieten gelangen Stoffe vor allem über das kommunale Abwassersystem in die Gewässer, wobei Untersuchungen zeigen, dass neben der Einleitung von gereinigtem Abwasser auch direkte Einträge von Spurenstoffen, darunter auch Biozide, bei Starkregenereignissen über Misch- und Regenwassereinleitungen erfolgen. In städtischen Bereichen werden Biozide unter anderem als Desinfektionsmittel, Schädlingsbekämpfungsmittel und in Baumaterialien sowohl in privaten Haushalten als auch im beruflichen Kontext eingesetzt. Bezogen auf die Belastung von Gewässern mit Spurenstoffen haben Mischwasserentlastungen und Regenwassereinleitungen an Relevanz zugenommen und stellen Eintragsquellen für bestimmte Stoffgruppen, wie Biozide, dar, die nicht zu vernachlässigen sind. In diesem Forschungsvorhaben soll daher die Bedeutung dieser bisher wenig berücksichtigten Eintragswege von Bioziden in einem urbanen Gebiet betrachtet werden. Dafür wurden exemplarisch für das städtische Einzugsgebiet von Karlsruhe mit dem Gewässer Alb über einen Zeitraum von über einem Jahr Messstellen in der Alb und relevante Schnittstellen der Stadtentwässerung (Kläranlage, Mischwasserüberläufe und Regenwassereinleitungen der Trennkana- lisation) beprobt. Sowohl für das Gewässer als auch die Regen- und Mischwassereinleitungen werden

volumenproportionale Ereignis-Mischproben mittels Feststoffsammler entnommen und auf 42 priorisierte Biozide bzw. Transformationsprodukte hin analysiert. Erste Ergebnisse zeigen, dass 23 der ausgewählten 42 Biozide in den Proben der Mischwasserentlastung, 19 Stoffe im Regenklärbecken und 12 Stoffe im Abfluss der Kläranlage gefunden wurden. Die Relevanz der Eintragspfade von Bioziden über Mischwasserentlastungen und Regenwassereinleitungen in urbanen Gebieten im Falle von Starkregenereignissen kann somit verdeutlicht werden. Vor allem Biozide aus dem Anwendungsgebiet der Materialschutzmittel sind sowohl in Abwasser- und Regenwasser sowie im Gewässer in nahezu allen Proben zu finden. Für etliche Stoffe wurde zudem eine Überschreitung der relevanten Umweltqualitätsziele (Umweltqualitätsnorm bzw. PNEC) für Oberflächengewässer ermittelt (z.B. Permethrin, Imidacloprid). Die Ergebnisse können einerseits herangezogen werden, um Wissenslücken hinsichtlich der Gewässerbelastung durch Biozide zu schließen. Darüber hinaus tragen die Untersuchungen dazu bei, die verschiedenen urbanen Einflüsse auf das Gewässer Alb besser zu verstehen, wodurch sich mögliche Maßnahmen zur Reduzierung von Spurenstoffen ableiten lassen.

### 08.3 Nationale Risikoindikatoren für Pflanzenschutzmittel

**Johannes Ranke**, Elisabeth Lutz, Marcel Mathis, Thomas Poiger, Marianne Balmer, Judith F. Blom  
Agroscope, Fachgruppe Pflanzenschutzmittel - Wirkung und Bewertung, Müller-Thurgau-Strasse 29, 8820 Wädenswil, Schweiz  
johannes.ranke@agroscope.admin.ch

Zur Überwachung des gesetzlich verankerten Reduktionsziels für die Umweltrisiken von Pflanzenschutzmitteln (PSM) in der Schweiz wurden nationale Risikoindikatoren entwickelt, welche aufzeigen können, wie sich das Gesamtrisikopotential von PSM für Organismen in Oberflächengewässern und naturnahen Lebensräumen und das Grundwasser durch PSM-Metaboliten über die Zeit verändern. Zur Berechnung der Risikoindikatoren wurde auf Basis von Verkaufszahlen für jeden PSM-Wirkstoff eine „behandelte Fläche“ ermittelt, die mit einem Risikoscore als Mass für das potentielle Risiko einer einmaligen Anwendung des Wirkstoffs und einem Expositionsfaktor für die Risikominderung multipliziert wurde. Die Summe der Indikatorwerte aller Wirkstoffe ergibt das Gesamtrisikopotential für das jeweilige Umweltkompartiment in einem Jahr.

Der Risikoscore eines Wirkstoffs wird für eine einmalige normierte Anwendung ermittelt, wobei der mögliche Eintrag in die jeweiligen Umweltkompartimente ausgehend von den Stoffeigenschaften berücksichtigt wird. Der Risikoscore reflektiert zudem die Toxizität für die Organismen in Oberflächengewässern bzw. naturnahen Lebensräumen. Damit fließen in Berechnungen mittels Risikoscores im Gegensatz zu anderen PSM-Kennzahlen wie „Anzahl Interventionen“, „Applizierte Wirkstoffmenge“ oder „Behandlungsindex“ auch Daten zu Umweltverhalten und Ökotoxizität ein. In diesem Beitrag soll diskutiert werden, ob sich die Risikoscores auch unabhängig von den nationalen Risikoindikatoren für die Risikobewertung von PSM-Anwendungen eignen.

### 08.4 LUCI - Ein Werkzeug zum Erstellen von investigativen Monitoringkampagnen anhand von Einzugsgebietseigenschaften und Belastungsquellen

Tom Gallé, Christian Braun, Philippe Pinheiro  
Luxembourg Institute of Science and Technology, ERIN Dept., 5, Avenue des Hauts-Fourneaux L-4362 Esch-sur-Alzette  
tom.galle@list.lu

Reguläre Monitoringnetzwerke sind in der Regel ungeeignet Rückschlüsse zu Belastungsquellen zu ziehen und ihre mittleren Frachten in Einzugsgebieten abzuleiten, weil die Messpunkte oft an Konfluenzen liegen und deren ähnliche Landnutzungs- oder Belastungseigenschaften keine Ableitung von Schadstoffquellenprofilen über z.B. Regressionen oder multivariate Statistik erlauben. Der Grund hierfür liegt in der mangelnden Breite und Normalverteilung der Daten. Dieses Problem kann dadurch gelöst werden, indem im Monitoringdesign die Einzugsgebietseigenschaften berücksichtigt werden und die Messpunkte so ausgewählt werden, dass eine möglichst breite Verteilung der Einzugsgebietseigenschaften erreicht wird.

LUCI- das LUXembourg Catchment Information System ist eine online-Applikation basierend auf einem web-basierten GIS, welches erlaubt über eine Reihe von interaktiven Filtern Messpunkte auszusuchen, die präzisen Anforderungen entsprechen (z.B. 60-70 % landwirtschaftliche Nutzung und keinen Kläranlagen-einlauf). Auf diese Weise können im betrachteten Gebiet unabhängige Messpunkte ausgewählt werden, die ähnliche Eigenschaften haben oder Gradienten von Eigenschaften aufgebaut werden.

Dieser Beitrag zeigt an konkreten Beispielen von Kläranlagenimpakten, Herbizidbelastung oder versiegelten Flächen welche statistische Kraft hinter konsequent ausgewählten Messpunkten liegt. Die Webseite ist einsehbar unter [www.luci.list.lu](http://www.luci.list.lu)

### 08.5 Vorkommen ausgewählter persistenter und mobiler organischer Spurenstoffe in Oberflächengewässern Niedersachsens

**Karsten Nödler**, Marco Scheurer, Rebekka Schmid, Mario Schaffer

TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser, Abteilung Wasserchemie, Karlsruher Straße 84, 76139, Karlsruhe

karsten.noedler@tzw.de

Persistente, mobile und ggf. toxische sowie sehr persistente und sehr mobile Verbindungen – zusammengefasst unter dem Begriff PMT/vPvM-Stoffe – stehen dank grundlegender Weiterentwicklungen der analytischen Möglichkeiten verstärkt im Fokus des Umweltmonitorings. Die meisten dieser Verbindungen gelangen über den Abwasserpfad in die aquatische Umwelt und können im Gegensatz zu bioakkumulierbaren Substanzen leicht zwischen den verschiedenen Wasserkompartimenten verlagert werden. Werden also belastete Oberflächengewässer als Trinkwasserressource genutzt, können diese Verbindungen aufgrund ihrer intrinsischen Stoffeigenschaften die verschiedenen natürlichen und ggf. sogar technischen Barrieren der Trinkwasseraufbereitung überwinden und stellen somit potenziell eine Herausforderung für die Trinkwasserversorgung dar. Aber auch die Lebensgemeinschaften der Oberflächengewässer sind gegebenenfalls einem Risiko durch die Anwesenheit dieser Stoffe ausgesetzt.

Das Ziel der vorgestellten Untersuchung war es, ein landesweites Monitoring auf ausgewählte Vertreter dieser Stoffklasse an niedersächsischen Oberflächengewässern durchzuführen. Zusätzlich zu üblicherweise als PMT/vPvM-Stoffe definierten Substanzen, die oftmals dem industriellen Bereich zuzuordnen sind, wurde die Analytik u. a. auf pharmazeutische Wirkstoffe sowie Metabolite ausgeweitet, über deren Vorkommen in der aquatischen Umwelt keine oder nur sehr wenige Daten vorlagen. Das Antiepileptikum Carbamazepin wurde zum Zwecke einer Normierung auf den Abwasseranteil der Gewässer zu den jeweiligen Probenahmezeitpunkten integriert. Insgesamt wurden 168 Wasserproben analysiert. Von den 22 im Untersuchungsumfang enthaltenen Stoffen (ohne Carbamazepin) wurden sechs in mindestens der Hälfte aller Proben nachgewiesen. Diese waren die Arzneimittelmetaboliten Torasemid-Carbonsäure (93 % aller Proben, bis 1,2 µg/L), Losartansäure (52 %, bis 0,30 µg/L) und Ramiprilat (51 %, bis 0,22 µg/L), der Arzneistoff Torasemid (55 %, bis 0,11 µg/L), der UV-Stabilisator Ensulizol (83 %, bis 2,3 µg/L) sowie der Vulkanisationsbeschleuniger 1,3-Diphenylguanidin (71 %, bis 0,16 µg/L). Die höchste individuelle Konzentration wurde für Cyanursäure beobachtet (49 µg/L).

Zur Abschätzung des potenziellen ökologischen Risikos der in mindestens 20 % aller Proben nachgewiesenen Stoffe wurden modellierte und experimentell abgeleitete PNEC sowie vorgeschlagene UQN in Relation zu den Messwerten gesetzt. Ein ökologisches Risiko aufgrund der Belastung mit Losartansäure und Torasemid-Carbonsäure kann mangels experimenteller ökotoxikologischer Daten nicht ausgeschlossen werden. Aufgrund der potenziellen Trinkwasserrelevanz von Ensulizol, Torasemid-Carbonsäure und Cyanursäure wird eine orientierende Untersuchung oberflächengewässerbeeinflusster Grundwasserkörper auf diese Parameter empfohlen. Im Fall der Trifluormethansulfonsäure gilt diese Empfehlung v. a. für den Einflussbereich der als Belastungsschwerpunkt identifizierten Ems.

### 08.6 Long-term UFP measurements in the urban background in the Rhine-Main area

**Holger Gerwig**, Sabrina Unglert, Klaus Wirtz

Umweltbundesamt, Abteilung Luft, Wörlitzer Platz 1, 06844 Dessau-Roßlau

holger.gerwig@uba.de

Ultrafine particles (UFP) exhibit high temporal and spatial variability in urban areas [1]. Epidemiological studies have identified adverse health effects of UFP [2]. Airports have been identified [3, 4] as a source of elevated UFP. Other sources include combustion and abrasion processes (including motor vehicles, gas and wood firing) and industrial plants (VOCs). Another important source is photochemical new particle formation (NPF), which causes between 7 and 30% (5 - 100 nm) [5].

At the urban background site of Langen near Frankfurt a. M. airport, measurements of particle number size distributions in seven particle size classes (10 - 500 nm) (TSI 3936 mod. TROPOS) and total particle number concentration (TSI 3750) as well as particulate matter fractions PM<sub>1</sub>, PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> (PALAS FIDAS200E, from 2019) were measured from 2015 - 2021. Supplementary air quality parameters were delivered from the urban background station Darmstadt (HLNUG) and the meteorological parameters from the DWD at Frankfurt a.M. airport.

We found on average 8,500 particles per cubic centimetre (10 - 500 nm). Trend analyses according to Theil-Sen showed an annual decrease in PNC of 2.2%. For comparison, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> and SO<sub>2</sub> decreased by -2 to -5% in Darmstadt.

The annual maximum of nucleation particles 10 - 30 nm in Aug/Sep was +25% above autumn/winter in the whole measuring period. In contrast, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>1</sub> showed their maximum in winter.

In the PNC diurnal cycle 3 maxima were found, the one at 09:00 was attributed to motor vehicles. On Sunday this peak was reduced by 50% compared to the working week.

Nucleation particles represented > 30% of the total. They probably originated from new particle formation (NPF) and combustion processes. In a correlation matrix, no correlation between PM and nucleation particles could be found.

We found 30% elevated daily means (> 10 000 1/cm<sup>3</sup>) according to the WHO classification for prioritising emission control of UFP sources [6].

The evaluation of wind direction-dependent concentrations of UFP and other air pollutants helps to clarify their origin from motor vehicles, airports, gas firing and NPF.

[1] Schneidmesser, E. et al. (2019), *Sci. Tot. Env.*, 688, 691 - 700.

[2] Ohlwein, S. et al. (2018), *UBA - Umwelt & Gesundheit*, 5/2018.

[3] Stacey, B. (2019), *Atmospheric Environment*, 198, 463-477.

[4] Lorentz, H. et al. (2021), *UBA-Texte 14/2021*, ISSN 1862-4804.

[5] Ma, N., Birmili, W. (2015), *Science of the Total Environment*, 512-513, p154-166.

[6] World Health Organization (2021), Geneva.

### 08.7 PFAS Forever? Long term Trends of per- and polyfluoroalkyl substances in German North Sea waters.

**Matthias Hasenbein**, Lisett Kretzschmann Simone Hasenbein Torben Kirchgeorg  
Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie  
Matthias.Hasenbein@bsh.de

Pollution has been an environmental issue for decades and great efforts have been made to monitor, identify, and survey contaminants of concern over a number of years. PFAS are a group of chemicals that caught increased attention of scientists and the public for the past two decades, resulting in a proposed ban of all PFAS in 2023.

The Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH) has monitored contaminants in the German Bight for the past decades ranging back to the mid 70ies.

Here, we present PFAS data from the BSH spanning from ca. 2005 to 2020, in particular for PFOS, PFOSA, PFOA, PFHxA, PFHxS, PFDA, PFNA, PFBS, PFHpA. We conducted a Mann Kendall trend test in order to screen for significant trends over the 15-year period. Further, we determined the slope using the Sen's slope test to identify upward and downward trends.

Overall, we will present trends for 25 sampling stations highlighting significant changes over the 15 year period as well as distribution maps for selected years. Results indicate significant trend changes for the majority of sampling stations for PFOS, PFOA and PFHxS, all exhibiting downward trends.

This analysis is part of a wider multiple stressor modeling approach that has been conducted in the wide spanning KüNO project MuSSeL (Multiple Stressors on North Sea life).

### 08.8 Assessing Pesticide Contamination on a Landscape-Scale: Insights from Non-Target Areas in the Southern Rhine Valley

**Ken Mauser**, Prof. Dr. Carsten A. Brühl  
Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau, Institut für Umweltwissenschaften,  
Fortstraße 7, 76829 Landau  
ken.mauser@rptu.de

Pesticides have been detected in non-target areas, although by law they are not allowed to leave the area of application. Findings in nature conservation areas, which serve as refuges for numerous protected plant and animal species, are becoming more frequent. This research aims to examine the spatial distribution of pesticides in the southern Rhine Valley, a region characterized by intensive agricultural practices in the valley and remote areas in the Palatinate Forest and Black Forest. In 2022, vegetation, soil, and water samples were collected at 78 non-target sites during the spraying season and subjected to a comprehensive pesticide analysis that included more than 100 different pesticides. Utilizing the obtained findings and site-specific conditions, a prediction map was generated to illustrate the extent of pesticide contamination across the southern Rhine Valley. The results indicate a widespread presence of pesticides that extends beyond areas where pesticides are applied and reaches remote areas such as the Black Forest National Park. Of particular concern is the significant number of pesticides detected in small nature conservation areas, encircled by agricultural activities. These results highlight the pressing necessity for proactive measures to mitigate pesticide contamination and safeguard the ecological integrity of non-target sites.

### 08.9 Environmental pollution in offshore surface sediments from the Algarve shelf, Portugal

**Piero Bellanova**, Lisa Feist, Pedro Costa, Klaus Reicherter, Jan Schwarzbauer  
RWTH Aachen University  
p.bellanova@nug.rwth-aachen.de

The present-day human footprint is traceable in all environments. Growing urban centers, tourism, agricultural and industrial activities in combination with fishery, aquacultures and intense naval traffic, result in a large output of pollutants onto coastal regions. The Algarve shelf (Portugal) is one exemplary highly affected coastal system. With this study the contemporary pollution was followed in eighteen offshore surface sediment samples.

Heavy metals (e.g., Cr, Pb, Cu, Hg) and organic contaminants, such as linear alkylbenzenes (LABs), dichlorodiphenyltrichloroethane metabolites (DDTs), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), and hopanes, have been identified and quantified, that pose hazardous effects on the marine environment and biota. This study correlates spatial distribution patterns with the pollutant composition, potential sources and pathways, each sample's grain size, and local influences, such as discharging river systems and ocean currents.

Geoaccumulation of pollutants in the Algarve shelf surface sediments, controlled by sediment characteristics (grain size) and content of organic matter, threatens marine environments. With considerable pollution, toxicity in marine environment is passed on into the food-chain through bioaccumulation posing long-term hazards for the marine ecosystem, aquacultures and fishery, and especially in the marine nature reserves. This study presents a blueprint-study that allows the methodological adaption to new shelf systems with regionally different ocean current-driven distribution patterns of anthropogenic pollutants.

### 08.10 Pollution of river floodplains - an example from Chennai, India

**Luisa Bellanova**, Piero Bellanova, Nina Engels, Jan Schwarzbauer, Klaus Reicherter  
RWTH Aachen University, Laboratory for Organic-Geochemical Analysis, Institute of Geology and Geochemistry of Petroleum and Coal, Lochnerstraße 4-20, 52062, Aachen  
luisa.helm@emr.rwth-aachen.de

Fast growing coastal population centers face an increasing vulnerability to several emission sources of anthropogenic and industrial pollutants. The ongoing industrialization in emerging countries increases the environmental and human risk for people living in coastal megacities, especially in the global south of Asia. Extreme weather events, such as heavy rainfalls and resulting flood events are projected to increase in frequency in the foreseen future, facing an increasing vulnerability to monsoon-induced floods and the release and distribution of xenobiotics causing harm to communities and the environment along a river's pathway. To endeavor the unknown risks posed by these toxic floods and to assess the associated contamination distribution the preserved organic geochemical signature from floodplain sediments is studied. This investigation evaluates the inorganic and organic pollutant assemblage in ten surface sediments along the Adyar and Cooum river in the urban areas of Chennai (southern India). Potentially toxic elements (Cr, Ni, Cu, Zn, Pb) show a continuous concentration decrease downstream. Four main groups of persistent organic pollutants have been detected: petrogenic pollutants (hopanes, PAHs), urban wastewater pollutants (LABs, DEHA, methyl-triclosan, octocrylene), technical compounds (Mesamoll®, DPE, NBFA) and pesticides (DDX). While most organic compounds show source specific properties, the definite sources for others remain vague based on the multitude of potential sources and diffusiveness of anthropogenic emissions. The chosen approaches have shown that urban wastewater pollutants and several technical compounds are suitable to assess the anthropogenic-induced contamination in floodplain sediments. However, sedimentary archives in fast-growing, urbanized environments are influenced and superimposed by anthropogenic alterations.

## 12. Anthropogene Stressoren

### 12.1 Antikoagulanzen in terrestrischen und aquatischen Nichtzielorganismen in der Schweiz

**Carolin Rieggraf**, Petra Y. Kunz, Daniel Olbrich, Julia Regnery, Etienne Vermeirssen  
Schweizerisches Zentrum für angewandte Ökotoxikologie, Überlandstrasse 133, 8600, Dübendorf, Schweiz  
etienne.vermeirssen@oekotoxzentrum.ch

Köder mit Antikoagulanzen werden verwendet, um Lebensmittel, Materialien und menschliche Gesundheit vor Schäden durch Ratten und Mäuse zu schützen. Da die Nagetiere erst mehrere Tage nach dem Fressen solcher Köder sterben, gelangen die Antikoagulanzen in die Umwelt und werden für Nichtzielorganismen verfügbar. Antikoagulanzen können auch durch Regenereignisse in Wasser oder Boden gelangen. Die Exposition von z.B. Greifvögeln, Füchsen und Fischen gegenüber Antikoagulanzen ist international gut dokumentiert. Die Situation in der Schweiz wurde jedoch noch nicht untersucht. In einem vom BAFU finanzierten Projekt wurde eine analytische Methode zum Nachweis von 7 zugelassenen Antikoagulanzen (Brodifacoum, Bromadiolon, Coumatetralyl, Difenacoum, Difethialon, Flocoumafen, Warfarin) in Leberproben etabliert und validiert. In Zusammenarbeit mit Partnern der Universität Zürich, Stadtwild Zürich, Greifvogelstation Berg am Irchel und Ämtern der Kantone Aargau, St. Gallen und Thurgau konnten insgesamt 80 Leberproben beschafft werden: 25 Füchse (Kanton ZH; gejagt), 21 Greifvögel (Grossraum Zürich; tot aufgefunden oder bei der Pflege gestorben), 30 Fische (gefischt oder elektrogefangen; Kantone AG, SG und TG) und 4 Igel (Raum Zürich; bei der Pflege gestorben). Füchse unter 1 Jahr hatten im Durchschnitt 1.6 Substanzen in der Leber, Füchse über 1 Jahr 2.9 Substanzen, nur 2 Jungfüchse waren unbelastet (<LOQ). Der Höchstwert der Summe der Antikoagulanzen lag bei 1100 ng pro g Leber. Alle 4 Igel waren mit bis zu 4 Antikoagulanzen und bis zu 2 ng/g belastet. Bei 20 von 21 Greifvögeln wurden bis zu 4 Antikoagulanzen und bis zu 450 ng/g nachgewiesen. Auch 73% der Fischproben enthielten bis zu 4 Antikoagulanzen mit einem Summenhöchstwert von 36 ng/g. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Belastung von Nichtzielorganismen in der Schweiz ähnlich hoch ist wie in den umliegenden Ländern (DE, FR, AT). Eine Lücke in der Auswertung der Ergebnisse ist ein fehlender Lebergrenzwert für Antikoagulanzen. Obwohl in der Literatur oft ein Wert von 100 bis 200 ng/g als kritisch gilt, geben einige Studien auch niedrigere Werte an, z.B. 20 ng/g für Greifvögel. In dieser Studie lagen 10 der 21 Vögel über 20 ng/g. Um das Risiko für Nichtzielorganismen besser einschätzen zu können, ist es wichtig, einen robusten Schwellenwert für Antikoagulanzen in der Leber zu etablieren.

### 12.2 Entwicklung der Umweltmonitoring-Datenbank "Biozide in der Umwelt"

**Maria Vogel**, Inga Hilbrandt, Stephanie Graumnitz, Christiane Meier, Annika Stoll, Manja Wachsmuth, Dirk Jungmann  
Umweltbundesamt (UBA), Fachgebiet Biozide, Wörlitzer Platz 1, 06844 Dessau-Roßlau  
maria.vogel@uba.de

Aufgrund des breiten Anwendungsspektrums von Biozidprodukten sowie der inhärenten Eigenschaften der enthaltenen Wirkstoffe können verschiedenste Umweltkompartimente belastet und in ihrer Funktion beeinträchtigt werden. Doch wie groß ist die Belastung der Umwelt mit Bioziden tatsächlich und sind Maßnahmen zur Reduktion des Eintrags von Bioziden in die Umwelt wirkungsvoll?

Die neu entwickelte Datenbank „Biozide in der Umwelt“ soll zur Beantwortung dieser Fragen beitragen und ist als eigenständiges Modul in der Datenbank „Informationssystem Chemikalien“ (ChemInfo) des Bundes und der Länder angelegt. Seit April 2023 können unter <https://recherche.chemikalieninfo.de/biu> Umweltmonitoringdaten zu Bioziden aus Deutschland, Österreich und der Schweiz frei zugänglich und kostenlos gesucht werden.

Initial sind 250 biozide Wirkstoffe mit Datensätzen aus insgesamt 49.258 Wasser/Abwasserproben, 250 Boden/Klärschlammproben sowie 2.300 biotischen Proben recherchierbar. Neben Monitoringdaten werden auch Informationen zur Zulassung der Wirkstoffe sowie physikalisch-chemische Daten gezeigt.

Die Datengrundlage für die Datenbank wurde im Rahmen des IT-Rako-Projekts „Integration von Biozidmonitoringdaten aus Literaturquellen in eine Datenbank“ (UBA-FB 172 962) geschaffen. Hierbei wurden durch eine intensive Literaturrecherche Umweltmonitoringdaten von bioziden Wirkstoffen und ausgewählten Metaboliten aus wissenschaftlichen Publikationen, Berichten sowie Datenbanken zusammengetragen. Die Erweiterung der Datengrundlage sowie die technische Weiterentwicklung der Datenbank befinden sich in Planung.



### 12.3 Hormonaktive Flüssigkunststoffe: Ist die Entsorgung von Bisphenol A-haltigen Epoxidharzen auf Deponien Typ B unproblematisch?

Julian Dilmi, Rimi Bounenni, Stephan Baumann, Daniel Gervasi  
bafob GmbH, Länggassstrasse 8, 3012, Bern  
j.dilmi@bafob.ch

Epoxidharze sind Flüssigkunststoffe, die Epoxidgruppen enthalten. Viele davon enthalten unterschiedliche Mengen an Bisphenol A (bzw. Bisphenol F), das gemäss Schweizer Chemikalienverordnung als besonders besorgniserregende Substanz gilt. Sie werden in verschiedenen Bereichen angewendet, darunter auch in der Baubranche für Beschichtungen und Klebstoffe im Verbund mit mineralischen Baumaterialien. Der jährliche Verbrauch in diesem Bereich wird in der Schweiz auf bis zu 290 t geschätzt. Das Hauptziel dieser Vorstudie war es, zu ermitteln, ob auf Baustellen verwendete Epoxidharze, die schliesslich aus dem Rückbau auf Deponien vom Typ B entsorgt werden, unter den dort vorherrschenden Bedingungen Bisphenol A freisetzen und ob das Eluat eine erhöhte Ökotoxizität aufweist.

Dazu wurden anhand einer Marktrecherche vier Epoxidharz-Produkte bestimmt, die in unterschiedlichen Bereichen der Schweizer Baubranche Anwendung finden. Die Epoxidharze wurden bei der Probenerstellung auf kleinen Betonplatten aufgetragen, zwei Monate lang getrocknet und zerkleinert. Anschliessend wurden die Proben unter simulierten Deponiebedingungen 25 Tage lang unter Bewegung ausgewaschen. Neben der Bisphenol A-Konzentration wurden auch die Konzentrationen vom verwandten Bisphenol F und Bisphenol-A-diglycidylether, der Basiskomponente Bisphenol A-basierter Epoxidharze, (sowie dessen Hydrolyseprodukte) im Eluat mittels ESI-LC-MS/MS gemessen. Die Ökotoxizität wurde in Anlehnung an ein Testschema, das 2011 vom Deutschen Institut für Bautechnik entwickelt wurde, in einer Reihe von Biotests untersucht.

Obwohl in den Eluaten kein Bisphenol A nachgewiesen werden konnte, zeigten die Biotests, dass alle Proben in unterschiedlichen Massen Ökotoxizität aufwiesen. Vor allem die Proben eines der Produkte überschritt die Anforderungen des DIBt-Testschemas in mehreren Tests um ein bis zu 50-faches. Die nachgewiesene Toxizität in den Proben ist nicht eindeutig auf die analysierten Substanzen zurückzuführen, entsprechend bleibt deren Ursprung ungeklärt und erfordert weitere Untersuchungen.

Insgesamt sind diese Resultate Anlass zur Besorgnis, was die Entsorgung von Epoxidharzen auf Deponien vom Typ B anbelangt, und unterstreichen den Bedarf weiterer Untersuchungen solcher Produkte und deren Umweltwirkung in diesem wie auch in anderen Bereichen.

## 15. Nachwuchsposter

### 15.1 Hydrodechlorierung grubenwasserspezifischer polychlorierter Biphenyle (PCB) mithilfe von Palladium-Nanopartikeln : Katalytische Aktivitäten und Reaktionspfade

**Silviu Bobric**, Katrin Wiltschka, Rolf-Alexander Düring, Leonard Böhm

Justus-Liebig-Universität Gießen, Interdisziplinäres Forschungszentrum für biowissenschaftliche Grundlagen der Umweltsicherung (iFZ), Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung, Heinrich-Buff-Ring 26, 35392 Gießen

silviu.b.bobric@umwelt.uni-giessen.de

Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind organische Chlorverbindungen und persistente organische Schadstoffe (POP). Die Herstellung dieser als Industriechemikalien eingesetzten Verbindungen wurde im Jahr 2004 im Rahmen des Stockholmer Übereinkommens verboten. PCB wurden unter anderem in Hydraulikflüssigkeiten im Untertagebau benutzt. In Deutschland wurden auf diese Weise ca. 12.000 Tonnen PCB-haltige Hydrauliköle eingesetzt, was knapp 15 % der in Deutschland eingesetzten PCB entspricht; davon wurden Behördenberichten zufolge nur ca. 5 % planmäßig entsorgt. Durch Leckagen und zurückgelassene Maschinen sind etliche Minen mit PCB belastet. Die Einleitung von Grubenwasser aus dem Untertagebau in Fließgewässer stellt daher einen relevanten Punkteintrag von PCB in die Umwelt dar [1].

Im Rahmen einer Methodenentwicklung zur katalytischen Eliminierung von PCB in Grubenwasser wurden ausgewählte PCB-Kongenerere mithilfe von monometallischen Palladium-Nanopartikeln dechloriert. Diese Partikel können als Katalysatoren für den Abbau von chlorierten Substanzen eingesetzt werden [2]. Wasserstoff wird dabei an der Oberfläche der Nanopartikel in aktiven Wasserstoff umgewandelt, welcher die Chloratome in der Struktur des Schadstoffs substituiert. In der vorliegenden Studie wurden auf diese Weise vier PCB-Kongenerere (PCB 4, 18, 28 und 52) unter anoxischen Bedingungen dechloriert. Die Experimente wurden mit umweltrelevanten PCB-Konzentrationen von  $3 \mu\text{g L}^{-1}$  durchgeführt.

Die Vergiftung des Katalysators zu bestimmten Zeitpunkten (0–60 min) ermöglichte die Beobachtung der Reaktionskinetik bis hin zur vollständigen Dechlorierung der Reaktanten. Umwandlungsraten der zugesetzten PCB-Kongenerere bis hin zum vollständig dechlorierten Biphenyl von  $\geq 86 \%$  sowie Aktivitätsraten der Palladium-Nanopartikel von  $606\text{--}4379 \text{ L g}^{-1} \text{ min}^{-1}$  wurden erreicht. Zusätzlich wurden aus den Daten der Hydrodechlorierungsverläufe Hypothesen über die Dechlorierungswege abgeleitet. Dabei zeigte sich, dass PCB-Kongenerere mit geringerer Anzahl von ortho-substituierten Cl-Atomen besser als mehrfach ortho-substituierte PCB-Kongenerere dechloriert werden.

Weitere Versuche sind geplant, um einerseits die Effektivität der Dechlorierung von PCB in Grubenwässern zu überprüfen und andererseits die vorläufig aufgestellten Dechlorierungspfade zu verifizieren. Vor einer in-situ-Anwendung des Dechlorierungsverfahrens für Grubenwasser müssen die Katalysatoren in einer Beschichtung vor deaktivierenden Matrixkomponenten geschützt werden.

[1] Wiltschka et al. (2023) Between Underground and the Deep Blue Sea – Contamination of Mine Water Effluents by Polychlorinated Biphenyls (PCBs). Under review.

[2] Wiltschka et al. (2020). Hydrodechlorination of hexachlorobenzene in a miniaturized nano-Pd(0) reaction system combined with the simultaneous extraction of all dechlorination products. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2020.119100>.

### 15.2 Risikokommunikation von Chemikalien

**Alexandra Grundmann**, Christa Barkschat, Antonia Wanner, Marion Letzel

Bayerisches Landesamt für Umwelt

alexandra.grundmann@lfu.bayern.de

Nach aktuellem Stand sind über 204 Millionen chemische Substanzen weltweit registriert und täglich kommen tausende dazu. Mehr als 350.000 davon sind derzeit auf den globalen Märkten im Umlauf. Die Chemieindustrie ist die zweitgrößte produzierende Industrie weltweit – mit einer Steigerung der globalen Produktion seit den 1950er Jahren um das 50-fache. Wie all diese Chemikalien auf die Ökosysteme wirken, ist weitgehend unbekannt. Gleichzeitig wurden die nötigen Kapazitäten und Kompetenzen im Bereich der ökotoxikologischen Bewertung von Stoffen in den letzten 20 Jahren in Bayern aber auch deutschlandweit bei Behörden und Universitäten sukzessive zurückgefahren.

Die Ökotoxikologie hat ein Sichtbarkeitsproblem. Um dem entgegenzutreten, fördert das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz seit Mai 2020 das Verbundvorhaben „BayÖkotox“ (Ökotoxikologische Bewertung von Stoffen in der Umwelt). Neben den Fachprojekten, die sich gesellschaftsrelevanten ökotoxikologischen Forschungsfragen stellten, galt es im Koordinierungsprojekt des LfU Strategien umzusetzen, um die mangelnde Sichtbarkeit in der Fachwelt und für die Öffentlichkeit zu erhöhen. Teil dieser Strategie waren Infolyer, Internetauftritt, Fachtagungen, ein wissenschaftsjournalistischer Videoclip für social media und Doktorandenseminare zur verständlichen Vermittlung von Wissenschaft. Auch ein TV-

Auftritt eines Projektpartners wurde platziert. Aktuell erstellt wird eine Broschüre (Erscheinungsdatum voraussichtlich Ende 2023) zum Thema „Ökotoxikologie“ als Wissenschaft der Gefährdungsermittlung, um ein Bewusstsein für den Fachbereich zu schaffen. Diese folgt einer Reihe erfolgreich publizierter Broschüren zum Umgang, Chancen und Risiken durch verschiedene Chemikalien. Damit wird eine Brücke geschlagen zwischen der Verantwortung, die bereits jeder Einzelne für den Zustand unserer Umwelt übernehmen kann und der Ökotoxikologie, die mit ihren Risikobewertungen das Fundament für gesetzliche Regulierungen liefert.

Geeignete Strategien zur Kommunikation wissenschaftlicher Inhalte zu wählen, hat spätestens mit der Corona Pandemie an Bedeutung gewonnen. Dabei zeigte sich, dass die Informationsvermittlung durch Wissenschaftler auf einen großen Vertrauensvorsprung in der Bevölkerung bauen kann, während Fachbehörden eher im Mittelfeld rangieren und Industrievertreter das Schlusslicht bilden. In dem Poster werden als Fazit aus BayÖkotox folgende Fragen diskutiert: Haben die Maßnahmen gegriffen? Was kann darüber hinaus getan werden, um das Sichtbarkeitsproblem der Ökotoxikologie zu lösen?

### 15.3 Entwicklung eines ökotoxikologischen Bewertungssystems für Fließgewässern

**Delia Hof**, Thomas Bing, Peter Ebke, Sebastian Heß, Jörg Oehlmann, Andrea Sundermann, Matthias Oetken

Goethe Universität, Aquatische Ökotoxikologie, Max-von-Laue Str. 13, 60438 Frankfurt am Main  
d.hof@bio.uni-frankfurt.de

Aufgrund anthropogener Eingriffe sind Oberflächengewässer weltweit negativ beeinflusst. Insbesondere chemische Verunreinigungen und morphologische Degradationen gefährden die Biodiversität dieser Ökosysteme und ihre Ökosystemfunktionen. Derzeit erfüllen lediglich 9,2 % der Oberflächengewässer in Deutschland den nach der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) geforderten guten ökologischen Zustand. Um effiziente wasserwirtschaftliche Maßnahmen zur Verbesserung des Gewässerzustands ergreifen zu können, ist die Analyse der vor Ort relevanten Stressoren jedoch unabdingbar.

Das Projekt DECIDE verfolgt das Ziel der Entwicklung eines ökotoxikologischen, WRRL-konformen Bewertungssystems zur Priorisierung von wasserwirtschaftlichen Maßnahmen. Dieses Bewertungssystem soll in der Praxis dabei helfen zu entscheiden, ob chemische Belastungen oder defizitäre Gewässerstrukturen die Hauptursache für das Verfehlen des guten ökologischen Zustands sind. Zur Bestimmung der „ökotoxikologischen Zustandsklasse“ als zusätzlicher Parameter wurden effektbasierte Bewertungsmethoden (EBM) an insgesamt 30 Probestellen eingesetzt. Diese ermöglichen eine integrative *in vivo*- und *in vitro*-Erfassung der Effekte aller Schadstoffe in einer komplexen Umweltprobe unter Berücksichtigung unterschiedlicher Wirkmechanismen und der potentiellen Wechselwirkungen der Substanzen.

In diesem Beitrag wird die Ermittlung des ökotoxikologischen Zustandes auf Basis der erfassten Endpunkte Basistoxizität, Neurotoxizität, Phytotoxizität, Mutagenität sowie der endokrinen und dioxinähnlichen Wirkung exemplarisch dargestellt. Die ökotoxikologischen Ergebnisse verschiedener *in vivo*- und *in vitro*-Tests wurden hierzu, analog dem bestehenden Verfahren für ökologische Zustände nach WRRL, in ein fünfstufiges Bewertungssystem von „sehr gut“ bis „schlecht“ eingeteilt. Des Weiteren wird gezeigt, wie durch den Vergleich von ökotoxikologischer Zustandsklasse und Gewässerstrukturgüte der Beitrag der chemischen Belastung an einer Probestelle für das Nichterreichen des guten ökologischen Zustands quantifiziert werden kann. Basierend auf entsprechenden Analysen können geeignete Maßnahmen zur Verbesserung des Gewässerzustands identifiziert und umgesetzt werden.

Danksagung: Das Projekt DECIDE wird von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert (Aktenzeichen 35663/01).

### 15.4 Weiterführende Tests des Fungizids Fluazinam - Auswirkungen auf drei Nicht-Ziel-Arten

**Micha Wehrli**, Gilda Dell'Ambrogio Miriam Langer Florian Breider Dominique Grandjean Benoit J.D. Ferrari Mathieu Renaud

Oekotoxzentrum, Soil Ecotoxicology, CH-1015, Lausanne  
micha.wehrli@gmx.ch

Pflanzenschutzmittel (PSM) werden in großem Umfang zum Schutz von Nutzpflanzen gegen Schädlinge eingesetzt und sind eine der wichtigsten Säulen der modernen Landwirtschaft. In der Landwirtschaft eingesetzte PSM können jedoch unbeabsichtigte toxische Wirkungen auf Nicht-Zielorganismen haben. Infolgedessen steht die moderne Landwirtschaft in einem ständigen Konflikt zwischen einer Chemie-basierten Landwirtschaft und der Herausforderung einer nachhaltigen Produktion.

Aufgrund der toxischen Eigenschaften von Pestiziden werden dies einer Risikobewertung unterzogen, bevor sie für den Einsatz als PSM in der Landwirtschaft zugelassen werden. In Europa wird die Risikobewertung hinsichtlich Lebensmittelsicherheit von der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit durchgeführt, wobei die Bewertung in der Regel auf den akuten und chronischen Daten von Standard-Testorganismen basiert.

In dieser Studie wollten wir das Fungizid Fluazinam testen, da neben den Standard-Testorganismen wenig Daten verfügbar sind, wodurch diese bei der Zulassung nicht berücksichtigt werden konnten. Ein weiterer Grund war, dass die ermittelten Effektwerte für den Springschwanz *Folsomia candida*, geringer als die niedrigste, getestete Konzentration war. Darüber hinaus existieren kontroverse Informationen im Zusammenhang mit einer hohen potenziellen Toxizität von Fluazinam für *Eisenia fetida*, welche in Labortest festgestellt wurde. Spätere Feldstudien, die aufgrund dieser hohen Toxizität von *E. fetida* durchgeführt wurden, zeigten keine relevanten Auswirkungen. Folglich wurde das Risiko, das beim Einsatz von Fluazinam auftreten könnte, von der EFSA und der kanadischen Aufsichtsbehörde für Schädlingsbekämpfung als akzeptabel eingestuft. Im Gegensatz zur Einstufung der EFSA und der PMRA wurde Fluazinam in Norwegen aufgrund der hohen potenziellen Toxizität für Regenwürmer verboten.

Ziel dieser Studie war es, weitere Daten über die Ökotoxizität von Fluazinam zu gewinnen, indem die Auswirkungen auf die drei Arten *Folsomia candida*, *Folsomia fimetaria* und *Enchytraeus crypticus* getestet wurden. Die Tests wurden unter Standard-Laborbedingungen mit einem LUFA 2.2-Boden und nach den OECD-Richtlinien durchgeführt. Zusätzlich wurden die Testkonzentrationen mit einer am CEL der École polytechnique fédérale de Lausanne entwickelten Methode unter Verwendung eines LC-MS/MS-Systems gemessen. Vorläufige Ergebnisse zeigten eine höhere Empfindlichkeit der neu getesteten Arten *E. crypticus* und *F. fimetaria*. Hier wurden Effekte unterhalb der niedrigsten relevanten gemessenen Umweltkonzentration festgestellt. Die Ergebnisse dieser Studie und die daraus abgeleiteten neuen Werte könnten weitere Anhaltspunkte dafür liefern, dass Fluazinam möglicherweise ein unannehmbares Risiko darstellt und neu bewertet werden sollte, um ein sicheres Anwendungsmuster zu ermitteln. Die Studie zeigt auch, dass Nichtzielarten, die wie *F. fimetaria* und *E. crypticus* nicht routinemäßig getestet werden, eine höhere Empfindlichkeit gegenüber bestimmten PSM aufweisen können.

### 15.5 Entwicklung einer ökotoxikologischen Biotestbatterie für die integrierte Bewertung von Grundwassersystemen

**Carolin Bertold<sup>1</sup>**, Marc Wollenweber<sup>1</sup>, Nastasia Schmitt<sup>1</sup>, Sven Berkhoff<sup>5</sup>, Hans-Jürgen Hahn<sup>5</sup>, Heide Stein<sup>5</sup>, Klaus Schwenk<sup>4</sup>, Thomas Riedel<sup>2</sup>, Wolfram Seitz<sup>2</sup>, Gerhard Schertzinger<sup>3</sup>, Ulrich Borchers<sup>3</sup>, Sabrina Schiwy<sup>1</sup>, Henner Hollert<sup>1,6</sup>

1 Goethe-Universität Frankfurt, Abteilung Evolutionsökologie & Umwelttoxikologie, Max-von-Laue-Straße 13, 60438 Frankfurt am Main

2 Zweckverband Landeswasserversorgung, Schützenstraße 4, 70182 Stuttgart

3 IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH, Moritzstraße 26, 45476 Mülheim an der Ruhr

4 Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau, iES - Institute for Environmental Sciences, Fortstraße 7, 76829 Landau

5 Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH, Im Niederfeld 15, 76829 Landau

6 Fraunhofer Institute for Molecular Biology and Applied Ecology (IME), Department Environmental Media Related Ecotoxicology, Auf dem Aberg 1, 57392 Schmallenberg

Deutschland gewinnt 70% seines Trinkwassers aus Grundwasser. Sauberes Grundwasser stellt damit eine besonders wertvolle Ressource dar. Seine Ökosysteme zeichnen sich durch eine einzigartige Biodiversität mit besonders vielen seltenen, endemischen, und zum Teil auch fossilen Arten aus und sind daher besonders schützenswert. Jedoch liegt vielerorts eine komplexe Belastungssituation durch den Eintrag von Nitrat, Pharmazeutika und Industriechemikalien im Grundwasser vor. Eine umfassende Beurteilung, welchen Einfluss dieser Schadstoffeintrag auf die Gewässerfauna und auf das Ökosystem hat, kann aber mit den standardmäßig durchgeführten gesetzlich vorgeschriebenen chemischen Untersuchungen des Grundwassers nicht nur sehr eingeschränkt erfolgen. Um den Zustand des Grundwassers möglichst ganzheitlich zu bewerten, sollten neben der chemischen Analyse der anthropogenen Belastung ebenfalls die ökotoxikologischen Auswirkungen analysiert werden, sowie der Zustand der Grundwasserfauna erfasst werden. Gemeinsam erlaubt die Erfassung dieser drei Faktoren eine umfassende Beurteilung des Ausmaßes der anthropogenen Beeinflussung des Grundwasserkörpers und schafft somit das grundlegende Wissen, um das Ökosystem Grundwasser langfristig zu schützen. Solche Triade-basierten Ansätze wurden in der Vergangenheit bereits sehr erfolgreich für die ganzheitliche Bewertung von Sedimenten und Oberflächenwasser genutzt. In dem Projekt gwTriade soll ein solcher Triade Ansatz zum ersten Mal speziell für das Grundwasser entwickelt und werden. Hierfür wird in Anlehnung an das gwTriade-Projekt eine breit gefächerte ökotoxikologische Biotestbatterie zur Untersuchung des ökotoxikologischen Zustands an die besonderen physiko-chemischen Herausforderungen des Grundwassers (hoher Schwefel, Nitrat und z.T. Salzgehalt) angepasst werden. Außerdem soll die Biotestbatterie um eine bioanalytische Testmethode zur Erfassung einer potenziellen PFAS-Kontamination ergänzt werden. Darüber hinaus wird die stygophile grundwasser-nahe Art *Eucyclops serrulatus* in die Biotestbatterie integriert. Hier soll vergleichend untersucht werden, wie sich die gleichzeitige Belastung von *Eucyclops serrulatus* und *Daphnia magna* (Crustacea) mit Grundwasserkontaminanten und weiteren Stressoren, wie Wärme und Nitratbelastung auf die Sensitivität der

Organismen auswirken. In weiterführenden Sickerwasserversuchen soll untersucht werden, inwiefern das Eluat von Bodenproben an Standorten mit Schadstoff kontaminiertem Grundwasser ökotoxikologisch und chemisch mit der Belastung der lokalen Grundwasserkontamination übereinstimmt.

Das Projekt wird durch das BMBF gefördert („Nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung“ (LURCH)). CB wird mit einem Stipendium von der Stiftung Polytechnische Gesellschaft Frankfurt unterstützt.

### 15.6 Establishment and application of the Ames MPF fluctuation mutagenicity assay with *Salmonella typhimurium* YG 1041/1042 for the assessment of industrial wastewater

**Nora Bollhalder**, Miriam Langer, Csaba Boglari  
University of Applied Sciences Northwestern, Ecotoxicology, Hofackerstrasse 30, 4132 Muttenz  
nora@bollhalder.net

The Ames fluctuation test is a widely used bacterial mutagenicity test conducted among others in a liquid microplate format. *Salmonella typhimurium* strains are unable to synthesize an essential amino acid due to specific mutations in the amino acid operon. When exposed to mutagens, these mutations can be reversed, resulting in the survival of revertants. The number of revertants is a measure of the mutagenicity of the test substance. The addition of a metabolizing system called the S9 mix, containing liver enzymes such as CYP, is necessary for the detection of promutagenic substances that exhibit their harmful effects through metabolism.

The currently commonly used strains, TA98 and TA100, are well-known and commercially available for the Ames test. However, these strains have limitations in terms of the range of substances they can detect. In contrast, the YG strains, particularly YG1041/42, which are derivatives of TA98 and TA100, offer broader substance coverage and greater sensitivity to specific chemical classes. The YG strains carry an extra plasmid that contains genes responsible for the overexpression of two enzymes. This overexpression results in elevated enzyme activity levels, making the YG strains more responsive to nitroaromatics and aromatic amines compared to their parent strains. For these reasons, the YG strains would be a valuable and sensitive test in test batteries for environmental samples due to the increased sensitivity.

Therefore, the FHNW (University of Applied Sciences Northwestern Switzerland) has successfully established the YG strains in their labs and is offering now the distribution to other research institutes. This should foster access to the broader Ames test using the YG strains, despite their patented status, ensuring compliance with patent regulations. Through the provision of experience, additional information and instructions, users can incorporate the YG strains and accompanying guidelines into their testing protocols. This inclusion allows for the utilization of the more sensitive Ames test in different testing procedures, including kits.

The application of the YG strains was successfully tested for different industrial wastewater samples, and the FHNW is enthusiastic about supporting users by offering these valuable resources.

### 15.7 Can the fungicide penconazole alter the community composition of the aquatic mycobiome on *Alnus glutinosa* leaf litter?

**Steffen Carl**, Christiane Baschien, Silvia Mohr, Björn Kusebauch, René Sahn  
Umweltbundesamt, Schichauweg 58, 12307 Berlin, Germany  
steffen.carl@uba.de

Aquatic fungi (AF) play a key role in the turnover of organic matter in freshwater ecosystems, such as leaf litter in streams. Fungicides that reach streams via spray drift or surface runoff from agricultural activities may endanger the diversity of AF. In the present proof-of-principle study, we used high throughput sequencing (HTS) of total DNA to investigate composition changes of a natural leaf litter associated aquatic mycobiome in stream channels and in flask microcosms that were treated with 250 µg/L of the azole fungicide penconazole. Treated samples were compared with control samples from untreated systems and samples from the reference stream over a period of three weeks. The community composition (in terms of presence/absence) in fungicide treated and control samples was comparable on leaves, which were conditioned for two weeks in the reference stream prior to fungicide exposure. Here, only the read numbers of two key taxa indicated an abundance shift that was most likely related to the fungicide effect. However, strong diversity effects were observed during the following long-term recolonization (85d) of sterilized leaves under penconazole influence (starting with 160 µg/L a. s.), in which key taxa were significantly reduced in their presence or even absent in fungicide treated stream channels. Results imply, that HTS of total DNA seems to be particularly effective to detect changes in AF communities during the colonization of leaf litter. Future effect studies could consider recolonization under different conditions and RNA sequencing of preconditioned leaves to corroborate the findings of the present study.

### 15.8 Assessment of Endocrine Disruption in *Daphnia magna*

**Kirsten Germing**, Lena Kosak, Elke Eilebrecht, Matthias Teigeler, Sebastian Eilebrecht  
Fraunhofer IME, Abteilung Ökotoxikologie, Auf dem Aberg 1, 57392 Schmallenberg  
kirsten.germing@ime.fraunhofer.de

The endocrine system is one of the most significant developments in animal evolution. It enables communication between organs via hormones and in this way controls a large number of processes that are essential for survival. It is known that certain substances can affect the endocrine system, called endocrine disruption. Since these substances, like hormones, can have an effect even at very low concentrations, they pose a particular risk to humans and the environment. For this reason, these substances are specifically regulated and various tests are conducted to detect potential endocrine disrupting properties.

These tests are currently conducted with vertebrate representatives alone; invertebrates are not represented in the assessment of endocrine disruption. However, because the endocrine systems of vertebrates and the majority of invertebrates have evolved independently for millions of years, they have little in common. Arthropods developed an exoskeleton and essential processes like reproduction are directly coupled with molting. Subsequently, central endocrine pathways are involved in regulation of molting and can be the target for endocrine disruption which is for example described by the Adverse Outcome Pathway regarding the Ecdysone Receptor Agonism (AOP 4).

The current state of the assessment of endocrine disruption in invertebrates as well as a project plan for the next years will be presented. In order to enable an implementation into already existing guidelines, the ecotoxicological model organism *Daphnia magna* will be used. Fundamental to an identification of endocrine disrupting effects is the linkage of a population-level adverse effect to an endocrine molecular mechanism of action. For this reason, the present project is divided into two sections: It includes, on the one hand, the detection of substance effects on apical endpoints such as reproduction, molting, sex ratio or behavior and, on the other hand, the identification of molecular mechanisms of action by toxicogenomic methods. Substances with selected mode of actions will be used as test substances in these assays to clearly identify endocrine mechanisms and differentiate them from systemic toxicity. The data will be used to improve existing AOPs to enable the identification of endocrine disruption in *Daphnia magna*.

### 15.9 Heat Stress Combined with Pesticide Exposure: Molecular Effects in Honey Bees

**Ursina Meier**, Verena Christen  
Fachhochschule Nordwestschweiz, Hochschule für Life Sciences, Institut für Ecopreneurship  
meier.ursina@bluewin.ch

Bees provide a high relevance to the equilibrium and functioning of the ecosystem. In recent years, honey bee (*Apis mellifera*) populations have been declining in many countries due to a variety of factors, including infectious diseases, monocultures, parasite infestations, exposure to pesticides, and heat stress due to global warming. While these factors can act individually or in combination with each other, they are often only investigated separately in studies. The combination of multiple stressors can trigger extended effects on honey bees. Therefore, the combination of multiple stressors may also be responsible for the decline of pollinators.

In an experimental study, the effects of two stressors (heat and pesticides) were investigated individually and in combination on honey bees. The heat stress was injected at 40°C for 24 hours climate cabinet. The pesticide exposures were performed with Spinosad and Thiamethoxam and was administered as drinking solution to the bees as a mixture and separately. The effects can be quantified on a physiological scale, for instance in mortality or disorientation, or on a molecular scale. In this experiment the effects were examined on a molecular level using different gene expression levels of specific genes in the bee brain and were analyzed by real time qPCR. In previous studies, response mechanisms of heat stressors were investigated. The transcripts which revealed an affected gene expression were used for the following experiment. Gene expression analysis by quantitative PCR is a robust, well-established endpoint to investigate relevant effects of pesticides in bees. The influence on expression levels is already known for Spinosad and Thiamethoxam.

The aim of this study is to show molecular effect of pesticides and heat stress on gene expression changes in honey bees. Furthermore, it will be investigated whether the heat induced effects are enhanced by the additional pesticide exposure. Genetic modifications are expected to be increased under the influence of multiple stressors compared to single stressors. Based on this, the relevance of combination effects in relation to pesticide registration procedures could be demonstrated and justified.

### 15.10 MICROSIL - Investigation of Alternative Test Methods to Correctly Assess the Impact of Plant Protection Products, Biocides and Pharmaceuticals on Soil Microorganisms

**Vivian Reiermann**, Frank Zielinski, Jens Schoenfeld, Pia Kotschik, Silvia Pieper, Karsten Schlich  
Fraunhofer IME, Ökotoxikologie, Auf dem Aberg 1, 57392 Schmallenberg  
vivian.reiermann@ime.fraunhofer.de

An important aspect in the risk assessment of plant protection products (PPP) is the evaluation of whether one of the most important soil functions, the N-transformation (OECD 216) of soil microorganisms, is affected. However, focusing on just one central function of the microbial community is not sufficient to determine the impact on soil organisms as other aspects may be unnoticed. The MICROSIL project aims to identify effects of PPP on functional microbial activity using alternative test methods. The sensitivity of the test systems is evaluated by substrate induced respiration (MicroResp™), the measurement of enzyme activities (ISO 20130) and the effects on ammonia oxidizing bacteria (ISO 15685). In addition, the fungal group will be included, observing the effect on arbuscular mycorrhizal fungi (AMF).

Mycorrhizal fungi play a fundamental role in terrestrial ecosystems. Through the root symbiosis they form with about 80% of all terrestrial plants, they have an important function in e.g. nutrient exchange, increased resistance to pathogens and contaminants as well as improved water supply. However, studies have shown that AMF are also sensitive to e.g. pesticides. Therefore, it is important to consider these key organisms in an environmental risk assessment.

Within the MICROSIL project, the spore germination test (ISO 10832) will be used to evaluate the effect of PPP on *Funnelliformis mosseae*. Spore germination rate is determined as endpoint and an inhibitory concentration (IC<sub>50</sub>) can be calculated.

Since some AMF can only be cultured in symbiosis, in a first step a culture was established using parsley as the symbiotic partner. Once sufficient spores were available the sensitivity of the cultured spores was determined performing a test with a reference substance (7 mg/kg DM Benlate). Until now, the test was performed in an artificial soil substrate (ISO 11268-1) as mentioned in the guideline and natural soil (RefeSol 02A) to determine the feasibility of testing within a natural soil. Now, the effect of different PPPs on the spore germination of *F. mosseae* will be tested using the predicted environmental concentration (PEC) and/or 10x PEC.

Acknowledgement - The study was funded by the German Environment Agency FKZ 3720 64 4110.

### 15.11 Retrospektives LC-HRMS Screening für UV-Filter im Rhein

**Eric Rosenheinrich**<sup>1</sup>, Anja Duffek<sup>2</sup>, Jan Koschorreck<sup>3</sup>, Steffen Ruppe<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Umweltbundesamt, FG II 2.5 "Labor für Wasseranalytik", Colditzstr. 34, 12099 Berlin, Deutschland;

<sup>2</sup> Umweltbundesamt, 12099 Berlin, Deutschland; Kevin Jewell, Bundesanstalt für Gewässerkunde, 56068 Koblenz, Deutschland;

<sup>3</sup> Umweltbundesamt, 12099 Berlin, Deutschland;

<sup>4</sup> Amt für Umwelt und Energie, 4001 Basel, Schweiz

eric.rosenheinrich@uba.de

Organische UV-Filter in Kosmetika verringern die schädigenden Effekte der UV-Strahlung auf die menschliche Haut und finden deshalb eine breite Verwendung. Von 2014 bis 2018 ist das Produktionsvolumen von Sonnenschutzmitteln in Deutschland um 12 % auf 19 600 t/a gestiegen. Steigende Einträge in die Umwelt während des Badens in Binnengewässern oder mit dem Abfluss kommunaler Kläranlagen, können eine Gefahr für die aquatischen Lebensgemeinschaften darstellen. Neben der schädigenden Wirkung auf Algen und Korallen sind es besonders die endokrinen Eigenschaften, die sich auf die aquatische Umwelt auswirken können.

Hochauflösende massenspektrometrische Non-Target Screening Verfahren (LC-HRMS) ermöglichen eine übergreifende Untersuchung der stofflichen Gewässerbelastung sowie ihrer Priorisierung und Bewertung. Das Projekt Gewässerbeobachtung der Zukunft (GdZ) des Umweltbundesamtes (UBA) sucht nach Möglichkeiten, auffällige räumliche und zeitliche Muster in Non-Target Daten von Gewässerproben zu erkennen und das Chemikalienmanagement zu unterstützen. Erreicht werden kann dies durch retrospektives Non-Target Screening (NTS) von Wasser- und Schwebstoff-Proben. Wenn auffällige, beispielsweise steigende, Trends festgestellt werden, können diese mit der klassischen Target-Analytik quantifiziert werden, um eine abschließende risikobasierte Bewertung durchzuführen.

In der hier durchgeführten Untersuchung wurde dieser Workflow beispielhaft an der Stoffgruppe der in Kosmetika verwendeten UV-Filter angewandt. Eingangs wurde eine Priorisierung von 25 UV-Filtern inkl. Metaboliten mit dem gefahrenbasierten JANUS-Tool sowie Stoffdaten der REACH Regelung (ECHA) realisiert. Dabei wurden 14 Substanzen priorisiert und anschließend erfolgte erstmalig ein retrospektives Screening der (NTS-) Tagesmessdaten in Wassermatrix des Amtes für Umwelt und Energie in Basel (AUE-BS),

der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) in Koblenz sowie der Schwebstoff-Langzeitzeitreihen der Umweltprobenbank des Bundes (BfG).

Die HRMS-Daten wurden genutzt, um einen Zusammenhang mit Saisonalität, Trends als auch Wetterereignissen zu untersuchen. Dabei zeigte sich, dass u.a. Octocrylen, Avobenzon und Sulisobenzon als mögliche Problemstoffe ganzjährig im Rhein auftraten. Für eine abschließende Bewertung wurden im Umweltbundesamt Zeitreihen der Schwebstoffproben verschiedener Standorte am Rhein untersucht und die Befunde quantifiziert.

Das Beispiel zeigt, dass die Zusammenarbeit von Laboren mit HRMS-Gewässerdaten, wie hier am Beispiel der BfG (DE), des AUE-BSs (CH) sowie des UBAs (DE), gestärkt und vertieft werden sollte, um eine europaweite Gesamtbewertung von Stoffgruppen zu ermöglichen und ein effizientes Frühwarnsystem für neu auftretende stoffliche Belastungen für Mensch und Umwelt aufzubauen.

#### 15.12 Roadway to Linking Exposure and Effects of Highway Stormwater Runoff and Particulate Matter : First Case Study Results from a Highly Frequented Highway in Germany

**Markus Schmitz**, Selina Seibold<sup>1</sup>, Alexander Pape<sup>1</sup>, Kun Qiao<sup>1</sup>, Martin Krauss<sup>3</sup>, Miklós Bálint<sup>4</sup>, Ana Sharelys Cardenas Perez<sup>5</sup>, Milena Esser<sup>5</sup>, Markus Brinkmann<sup>5</sup>, Markus Hecker<sup>5</sup>, Regina Dolny<sup>2</sup>, Simone Lechthaler<sup>2</sup>, Volker Linnemann<sup>2</sup>, Sabrina Schivy<sup>1</sup>, Henner Hollert<sup>1</sup>

Dpt. Evolutionary Ecology and Environmental Toxicology (E3T), Faculty 15 Biological Sciences, Goethe University, Max-von-Laue Str. 13, 60438, Frankfurt am Main, Germany

1: Dpt. Evolutionary Ecology and Environmental Toxicology (E3T), Goethe University, Frankfurt am Main, Germany

2: Institute for environmental engineering (ISA), RWTH Aachen University, Germany

3: Department Effect-directed Analysis, Helmholtz Centre for Environmental Research (UFZ), Germany

4: Functional Environmental Genomics, Senckenberg Biodiversity and Climate Research Centre, Frankfurt am Main, Germany

5: Toxicology Centre, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada

6: School of Environment and Sustainability, University of Saskatchewan, 117 Science Place Saskatoon, Saskatoon, SK, Canada

schmitz@bio.uni-frankfurt.de

Awareness and knowledge about road runoff toxicity and tire and road wear particles (TRWPs) are rapidly increasing. Yet, the fate and ecotoxicological effects outside of communal wastewater treatment systems are insufficiently understood paired with a lack of data about how TRWPs interact with other road runoff pollutants.

Consequently, aquatic environmental risk assessment of TRWP polluted runoff faces the following challenges: (1) Due to structural and chemical variability of TRWP, no standardized sample preparation protocols for (bio-)chemical assessment are available; (2) The lack of environmentally relevant effect data complicates a priori decisions on endpoints of interest to investigate. Therefore, comprehensively investigating the ecotoxicity of TRWP demands a bottom-up scientific approach generating a broad knowledge base covering both chemical and biological effect information for different environmental model scenarios.

The project RoadTox aims for a quantitative ecotoxicological risk assessment of stormwater runoff sampled from highly frequented urban, country, and highway roads. Here we present the current project state with a special focus on results obtained from an extended fish embryo toxicity assay battery on *Danio rerio* embryos combining several sublethal endpoints. Presented data includes standard sublethal effects complemented with spontaneous tail coiling, heartbeat-tracking, light-dark-transition responses and *in vivo* EROD-activity. Additionally, supporting *in vitro* data (e.g., EROD, estro- and androgenicity), chemical data, and road site biofilm community information from metabarcoding will add to the discussion.

Current results strongly indicate that road runoff toxicity is largely driven by particulate-bound contamination. Applied sublethal non-standard endpoints in zebrafish (e.g., light-dark transition response and *in vivo* EROD) were able to detect effects in low concentration ranges ( $\leq$  EC10). Chemical profiles strongly depend on preceding weather conditions but display a mutual composition pattern between different samples obtained from the same site. Both PAHs and metals concentrations in parts reached concentrations which may impact fish health. However, at this stage, no general conclusion is possible yet

The project is funded by the Ministry of the Environment, Nature and Transport of the State of North Rhine-Westphalia (MUNV), Germany.



### 15.13 Einfluss von Renaturierungen auf die estrogene Aktivität unter Einsatz des Testorganismus *Potamopyrgus antipodarum*

Lara Ulshöfer, Sarah Hörchner, Jörg Oehlmann, Matthias Oetken  
Goethe-Universität (Campus Riedberg), Institut für Ökologie, Evolution und Diversität, Abteilung Aquatische Ökotoxikologie, Max-von-Laue Straße 13, 60438, Frankfurt am Main  
s4911792@stud.uni-frankfurt.de

Der gute ökologische und chemische Zustand von Oberflächengewässern ist das angestrebte Ziel der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) bis zum Ende des dritten Bewirtschaftungszyklus 2027. Aktuell erreichen über 90 % der deutschen Oberflächengewässer diese Zielvorgabe nicht. Als Hauptursachen werden neben der morphologischen Degradation die Schad- und Nährstoffbelastung diskutiert. Im Einzelfall ist es schwierig, eine Aussage zu treffen, welcher Treiber den schlechten Zustand eines Gewässers herbeiführt. Weiterhin zeigen Studien, dass in renaturierten Abschnitten von Fließgewässern mit einem hohen Abwasseranteil keine Verbesserung des ökologischen Zustands eintritt und dort zusätzlich eine höhere Toxizität nachgewiesen wurde als in nicht renaturierten Abschnitten.

Das Projekt EffektMon erfasst mittels effektbasierter Methoden (EBM) die Belastung der aquatischen Biozönosen mit stofflichen Stressoren integrativ und beurteilt auf diese Weise den Beitrag stofflicher Belastungen zum defizitären ökologischen Zustand der Fließgewässer. Dabei werden EBM auf organischer und suborganismischer Ebene für die Bewertung renaturierter Fließgewässerabschnitte unterschiedlichen Alters eingesetzt und mit nicht renaturierten Abschnitten verglichen.

Im Rahmen dieser Arbeit werden ein renaturierter und ein korrespondierender nicht renaturierter Vergleichsabschnitt von 5 Gewässern in Deutschland hinsichtlich des endokrinen Potentials bewertet. Als Testorganismus dient die Zwergdeckelschnecke *Potamopyrgus antipodarum*. Sie ist sensitiv gegenüber reproduktionstoxischen Stoffen, weswegen sie sich als Biomonitor für anthropogene Spurenstoffe eignet. In einem kombinierten Sediment-Wasser-System werden die Schnecken 28 Tage lang gegenüber den Freilandproben exponiert. Als Endpunkte werden Mortalität, Schalenlänge und Embryonenzahl analysiert. Unterstützt wird mittels des rekombinanten Hefereporter-Gen-Assay das rezeptorvermittelte estrogene Potenzial der Freilandproben erfasst.

Im Beitrag werden die Ergebnisse der Untersuchungen vorgestellt und vor dem Hintergrund ihrer Auswirkungen auf die Zielerreichung des guten ökologischen Zustands in den Renaturierungen diskutiert.

### 15.14 Effect-based monitoring: Assessing the impact of wastewater discharge on the sediment of four restored streams

Christian Forberg  
Goethe-Universität Frankfurt am Main, Aquatische Ökotoxikologie,  
s8685227@stud.uni-frankfurt.de

Hydromorphological degradation is seen as a key obstacle to achieving good ecological status in running water systems. Monitoring of restored stream sites, however, shows little to no biological recovery even years after restoration measures have been conducted. A key cause of this appears to be the continuing input of pollutants from diffuse and point sources. Wastewater treatment plants (WWTP) represent a major point source for micropollutants. Especially smaller municipal WWTPs are often inadequately equipped to sufficiently remove micropollutants from the wastewater.

This study was carried out within the project "EffektMon" framework, which investigates the impact of pollutants from diffuse inputs and point sources on the non-achievement of a good ecological status using effect-based methods (EBM). In Hesse, the investigations focus on the impact of pollutants on restored and nearby non-restored stream sections. For this study, the four streams Würf, Asphe, Josbach, and Bieber in central Hesse, each of which serves as receiving water for municipal WWTPs, were sampled. Sediment and water samples were collected in restored and nearby non-restored sections, as well as directly at the wastewater effluent and at a reference site upstream of the WWTPs. The collected samples were analyzed in the Microtox assay to determine baseline toxicity. Additionally, sediment samples were analyzed in the Yeast Dioxin Screen (YDS) and Yeast Estrogen Screen (YES) to investigate dioxin-like and estrogenic activity.

The results indicate high cytotoxic activity in sediments downstream of the WWTPs, including restored sites. Water samples showed predominantly low baseline toxicity, except for samples taken directly at the wastewater effluent. Trends were less clear for dioxin-like and estrogenic activity in the sediments, with high activities being reached at some of the reference sites. Restoration measures had no apparent impact on water and sediment quality, with the sediment quality of some restored sites being poorer than at nearby non-restored sites. With no improvement in the ecological status of the restored stream sections, it seems evident that a persisting micropollutant input, at least in part due to wastewater discharge from WWTPs, prevents restoration success.

### 15.15 Weichmacher und Stabilisatoren in PVC-Bodenbelägen: Auswirkungen von Recycling und industriellem Wandel

Helene Wiesinger<sup>1</sup>, Christophe Bleuler<sup>2</sup>, Verena Christen<sup>3</sup>, Philippe Favreau<sup>2</sup>, Stefanie Hellweg<sup>1,4</sup>, Miriam Langer<sup>3,5</sup>, Roxane Pasquettaz<sup>2</sup>, Andreas Schönborn<sup>6</sup>, Zhanyun Wang<sup>1,4,7</sup>

1 Chair of Ecological Systems Design, ETH Zürich, 8093 Zürich

2 SABRA, Kantonales Umweltamt Genf, 1205 Genève

3 Institute for Ecopreneurship, FHNW, 4132 Muttenz

4 National Centre of Competence in Research (NCCR) Catalysis, 8093 Zürich


5 Eawag, 8600 Dübendorf

6 Institute of Natural Resource Sciences, ZHAW, 8820 Wädenswil

7 Empa, 9014 St. Gallen

wiesinger@ifu.baug.ethz.ch

Recycling von Kunststoffen ist dringend notwendig, um ihre Treibhausgasemissionen und andere Umweltauswirkungen zu verringern. Fertige Kunststoffe, insbesondere Polyvinylchlorid (PVC), können eine Vielzahl an Chemikalien enthalten, z.B. Monomerrückstände, Additive, Hilfsstoffe und sogenannte „Non-intentionally added substances“ (NIAS). All diese Chemikalien können eine sichere und nachhaltige Kreislaufwirtschaft erschweren, da sie Sekundärmaterialien kontaminieren, sich negativ auf die Gesundheit von Arbeitnehmer\*innen und Verbraucher\*innen auswirken, oder den Recyclingprozess direkt beeinträchtigen können. Um diese Probleme für einen der größten Industriesektoren, dem Baugewerbe, besser zu verstehen, haben wir eine Fallstudie zu PVC-Baumaterialien in der Schweiz durchgeführt. Wir haben 151 PVC-Bodenbeläge auf regulierte Schadstoffe, neuere Alternativen für Weichmacher und Stabilisatoren und biologische Effekte untersucht. Dabei haben wir XRF für die Elementanalyse, Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) für organische Weichmacher und vier Bioassays für das biologische Screening angewendet. Viele der Bodenbeläge enthielten problematische Stoffe, darunter regulierte Metalle (v.a. Blei), regulierte ortho-Phthalate (v.a. DEHP), alternative ortho-Phthalate (v.a. DiNP und DiDP) und alternative Weichmacher (v.a. DEHT, Octicizer und DEHA). Mehr als 16 % der Proben überschritten den gesetzlichen Schwellenwert für regulierte Schadstoffen von 0,1 wt%; vor allem DEHP (16% der Proben) und Blei (4% der Proben) waren häufig erhöht. Weitere 35% der Proben enthielten andere problematische Stoffe (z.B. alternative ortho-Phthalate) und/oder waren in den verwendeten Bioassays aktiv. Das Vorhandensein von bereits länger regulierten ortho-Phthalaten und Metallen in neuen Proben deutet auf eine Kontamination durch Recycling hin. Durch die lange Lebenszeit von Bodenbelägen werden (regulierte) problematische Substanzen auch in den kommenden Jahrzehnten noch relevant für die Verwendung und das Recycling sein. Ausserdem weisen die Ergebnisse unserer Fallstudie darauf hin, dass für die Identifikation aller problematischen Proben eine Vielzahl von Methoden erforderlich ist, und ein solches Screening vor dem Recyclingprozess in der Praxis zu aufwändig und kostspielig wäre. Es braucht multidisziplinäre und multisektorale Anstrengungen, sowie mehr Transparenz zu Chemikalien in Kunststoffprodukten, um Produktsicherheit und eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft von Kunststoffen zu gewährleisten.



## Mastering your scientific and regulatory challenges

- In-depth data gap analysis
- Planning and monitoring tailor-made testing programmes
- From predictive in silico (eco)toxicology to intelligent non-standard laboratory/community level studies and population modelling
- Environmental and human health risk assessments
- Assessing potential endocrine disruption via mode of action (MoA), adverse outcome pathway (AOP) and weight of evidence (WoE) approaches
- Dossier/dRR preparation, submission and follow-up

**OUR EXPERTISE – YOUR SUCCESS ON THE MARKET!**



SCC Scientific Consulting Company  
Chemisch-Wissenschaftliche Beratung GmbH  
Am Grenzgraben 11 • 55545 Bad Kreuznach • Germany  
scc@scs-gmbh.de • www.scc-gmbh.de



