

Umwelt 2021

Anthropogene Stoffe in einer sich ändernden Welt –
Bewertung auf dem Prüfstand der Realität



07. - 08. September 2021

25. Jahrestagung

Society of Environmental Toxicology and Chemistry

German Language Branch e.V.

Unter Beteiligung der GDCh-FG Umweltchemie & Ökotoxikologie





Inhaltsverzeichnis

Gemeinsames Grußwort der Präsidentin der SETAC GLB und der Vorsitzenden der GDCh-Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie 2

Umwelt 2021 – Anthropogene Stoffe in einer sich ändernden Welt..... 4

Organisatorisches 5

 Tagungsplattform Fehler! Textmarke nicht definiert.

 Sessionkennzahl/Vortragsnummer 5

 Kontakt für Fragen 5

Wissenschaftliches Komitee 6

Organisationkomitee 6

Sponsoren 7

Förderer 8

Übersicht Tagungsprogramm 18

Detailliertes Tagungsprogramm 20

Plenardiskussion 26

Umweltmonitoring: Innovationen für eine kontinuierliche Umweltanalyse, -bewertung und -prognose (Session 1) 27

Umweltmonitoring: Innovationen für eine kontinuierliche Umweltanalyse, -bewertung und -prognose (Session 2) 32

Luftschadstoffe aus dem Verkehrssektor: Entstehung, Monitoring und Wirkung auf die Umwelt (Session 3) 37

(Partikuläre) Stressoren: Ökotoxikologie, Risikopotentiale und Maßnahmen (Session 4) 45

(Partikuläre) Stressoren: Ökotoxikologie, Risikopotentiale und Maßnahmen (Session 5) 51

PFAS- Erfassung und Bewertung (Session 6)..... 56

Schnappschüsse/Kurzvorträge 63

Postgradualer Studiengang zum Fachökotoxikologen (PGS) 83

Preisträger 86

 SETAC GLB Nachwuchsfördererpreis 87

 Paul-Crutzen-Preis 87

Autorenverzeichnis 93

Impressum 99





Gemeinsames Grußwort der Präsidentin der SETAC GLB und der Vorsitzenden der GDCh-Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie

Liebe Tagungsteilnehmende

Wir begrüßen Sie herzlich zur virtuellen Umwelt 2021 - der 25. Jahrestagung des deutschsprachigen Zweiges von SETAC Europe (SETAC GLB) unter wissenschaftlicher Beteiligung der GDCh-Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie.

Aufgrund der uns bekannten Gegebenheiten mussten wir leider im Jahr 2020 auf die geplante Tagung in Emden verzichten, die wir dann auch in 2021 frühzeitig aussetzen mussten. Umso mehr freuen wir uns, dass wir es geschafft haben, unseren Mitgliedern eine rein digitale Umweltagung anbieten zu können, die unter dem Motto „Anthropogene Stoffe in einer sich ändernden Welt – Bewertung auf dem Prüfstand der Realität“ stattfindet. Der Nachweis vieler Schadstoffe in Wasser, Boden, und Luft aber auch die Identifizierung neuer „emerging pollutants“ zeigt, wie wichtig ein kontinuierliches Umweltmonitoring, die Überprüfung der Bewertung der Wirkung und des Risikopotentials und der Maßnahmen, aber auch eine Anpassung unserer Strategien sind.

Die etwa 30 Vorträge und 15 Schnappschüsse sollen daher einen Beitrag dazu leisten, diese Aspekte zu beleuchten. Zudem konnten wir für den Plenarvortrag zum Abschluss des ersten Veranstaltungstages 2 Redner gewinnen, die sich dem Thema „Open Science“ widmen. Das Tagungsprogramm wird am Mittwochnachmittag durch die Präsentationen der Preisträger abgerundet. Neben dem wissenschaftlichen Programm der Tagung möchten wir Sie aber auch einladen, die Möglichkeiten des gegenseitigen digitalen Austauschs über unsere Plattform zu nutzen.

Wir bedanken uns herzlich für die vielfältige Unterstützung der Vorstände durch engagierte Mitglieder beider Gesellschaften, die Geschäftsstelle der SETAC GLB, das wissenschaftliche Komitee, die Sponsoren und die Hilfe der Studierenden.



Vor allem danken wir all jenen, die mit Ihrem großen Einsatz im Hintergrund diese Tagung ermöglicht haben.

Zuletzt möchten wir Sie darauf aufmerksam machen, dass die Vorstände der beiden Fachgesellschaften weiterhin in intensivem Austausch stehen, sodass wir hoffen, Sie im kommenden Jahr wieder zu einer "echten" gemeinsamen Tagung willkommen heißen zu dürfen. Lassen Sie uns die Daumen drücken, dass wir im nächsten Jahr auch wieder „vor Ort“ zu einem gemeinsamen wissenschaftlichen Austausch treffen können.

Ihnen, liebe Teilnehmende, wünschen wir eine angenehme virtuelle Tagung, viele neue Erkenntnisse und Kontakte, und dass trotz der Umstände der gegenseitige Austausch nicht zu kurz kommt!

Mit besten Wünschen für Ihre Gesundheit und die Ihrer Lieben

Dr. Marion Junghans

Präsidentin SETAC GLB e. V.

Dr. Stefan Hahn

Vorsitzender der GDCh-
Fachgruppe Umweltchemie und
Ökotoxikologie



Umwelt 2021 – Anthropogene Stoffe in einer sich ändernden Welt

Der menschliche Fortschritt und die wachsende Weltbevölkerung sind unmittelbar mit einem Anstieg der Produktion von Gütern, Chemikalien und Pharmazeutika verbunden. Neben den Emissionen von Luftschadstoffen bei der Produktion von Gütern und bspw. im Straßenverkehr, gelangen auch eine Reihe anthropogener Schadstoffe unbeabsichtigt in die Umwelt. In einer stetig komplexer werdenden Welt steigen auch die Anforderungen die vom Menschen produzierten Stoffe, die immer langlebiger, günstiger produzierbar und effizienter werden müssen. So haben zum Beispiel Kunststoffpolymere diverse positive Produkteigenschaften, die sie für den Menschen zu essentiellen Werkstoffen machen, gleichzeitig aber für terrestrische und aquatische Biozönosen, aufgrund dieser Eigenschaften, eine große Gefahr darstellen können.



Jedes Jahr werden viele Millionen Tonnen anthropogener Stoffe produziert. Durch unsachgemäßen Gebrauch, falsche Entsorgung oder Leckagen gelangt ein Teil dieser Stoffe in die Umwelt. Um einen Einblick über das Ausmaß der von diesen Stoffen ausgehenden Risiken und Gefahren zu bekommen, ist es unerlässlich den Verbleib und das Gefahrenpotential mittels ökotoxikologischer und umweltchemischer Experimente zu erfassen.

Die diesjährige 25. Jahrestagung der SETAC GLB beschäftigt sich mit diesen Fragestellungen. Unterschiedliche Vortragsreihen sollen, unter Berücksichtigung der Expertisen der Teilnehmenden, diese Fragen beantworten. Wir freuen uns auf den wissenschaftlichen Diskurs und hoffen auf eine erfolgreiche Tagung, die dieses Jahr erstmalig ausschließlich online stattfindet.





Organisatorisches

Sessionkennzahl/Vortragsnummer

Für einen reibungslosen Ablauf und ein schnelles Zurechtfinden im Programm und Tagungsband wurden die Vorträge und Schnappschüsse/Kurzvorträge durch Kürzel gruppiert. Die Kürzel folgen dem Schema **Tag-Sessionkennzahl-Vortragsnummer**. Bei **Mi-5-2** handelt es sich also um den zweiten Vortrag in Session 5 am Mittwoch. Statt der Sessionkennzahl finden Sie **Schnappschüsse mit dem Kürzel KV** und die Vorträge der Absolventinnen des **Postgradualstudiengangs Fachökotoxikologie mit dem Kürzel PGS**.

Kontakt für Fragen

technisch/organisatorisch:

Geschäftsstelle SETAC GLB

Lukas Kruckenfellner

Tel.: 06633 825 49 30

setac-orga@mesocosm.de

Institut für Gewässerschutz, Mesocosm GmbH

Am Forschungszentrum Neu-Ulrichstein

Neu-Ulrichstein 5, 35315 Homberg (Ohm)

inhaltlich:

Eva Eschenbach

Tel.: 0621 718858 061

Eva.eschenbach@gmx.de



Umwelt 2021

Wissenschaftliches Komitee

Sebastian Beggel – Technische Universität München

László Dören – Hochschule RheinMain

Lars Düster – Bundesanstalt für Gewässerkunde

Eva Eschenbach – knoell Germany GmbH

Olaf Fülling – Tier 3 solutions GmbH

Stefan Hahn – Fraunhofer ITEM

Dieter Hennecke – Fraunhofer IME

Thorsten Hüffer – Universität Wien

Cornelia Kienle – Oekotoxzentrum

Alexandra Kroll – Oekotoxzentrum

Matthias Liess – UFZ-Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung

Sebastian Pimpke – Alfred-Wegener-Institut

Johannes Ranke – Wissenschaftlicher Berater (JRWB)

Heinz Rüdell – Fraunhofer IME

Andreas Schaeffer – RWTH Aachen

Rita Triebkorn – Universität Tübingen

Uta Ulrich – Universität Kiel

Stefanie Wieck – Umweltbundesamt

Christiane Zarfl – Universität Tübingen

Organisationkomitee

Peter Ebke (Mesocosm GmbH)

Eva Eschenbach (knoell Germany GmbH)

Marion Junghans (Oekotoxzentrum)

Miriam Fladerer (Mesocosm GmbH)

Marcel Kahlke (Mesocosm GmbH)

Lukas Kruckenfellner (Mesocosm GmbH)

Jan Schwarzbauer (RWTH Aachen)



Sponsoren





Förderer





Helping you with your scientific and regulatory challenges

OUR EXPERTISE – YOUR SUCCESS ON THE MARKET!

- In-depth data gap analysis, taking into account the latest regulatory developments
- Planning and monitoring of 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 based on state-of-the-art, internationally accepted models
- Assessments of potential endocrine disruption, including mode of action (MoA), adverse outcome pathway (AOP) and weight of evidence (WoE) approaches
- Taking care of your dossier/dRR preparation, submission and follow-up

Rely on our long-lasting scientific and regulatory expertise

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





Environmental Risk Assessment



- Endocrine Disruptor Assessment
- Aquatic Ecotoxicology
- Terrestrial Ecotoxicology
- Environmental Fate
- Analytical Chemistry
- Physical-Chemical Properties
- Ecological Modelling

ibacon GmbH | Arheilger Weg 17 | 64380 Rossdorf | Germany
Phone +49 6154 697 0 | info@ibacon.com

www.ibacon.com

vorläufig



*always
inspiring more ...*



—
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







THINK GLOBALLY, ACT LOCALLY

GLOBAL REGULATORY COMPLIANCE

Benefit from knoell's outstanding in-country registration concept where we combine scientific expertise with true understanding of the local markets, culture and authorities. Regardless whether environmental or human hazard, risk & exposure assessments, data analysis, study management or a complete submission, our teams support you where and when you need them most.

Our strength is to be where it matters.
Contact us: info@knoell.com



www.knoell.com





Umwelt
Bundesamt

Biozid-Portal: Schädlinge? Alternative Maßnahmen

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

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 Haustiere, der Umwelt und bei sich selbst zu verringern.

Unter der Rubrik „Schädlinge und Nützlinge“ erhalten die Nutzer eine praktische Hilfestellung, um Schädlinge zu identifizieren, diese von anderen, nicht schädlichen oder lästigen Lebewesen zu unterscheiden und geeignete vorbeugende oder bekämpfende Maßnahmen auszuwählen oder zu entscheiden, wann ein Profi zu Rate gezogen werden muss.

Das Biozid-Portal wurde umfassend überarbeitet und in die Homepage des Umweltbundesamtes integriert. Es bleibt aber auch weiterhin unter der altbekannten Adresse erreichbar.



Besuchen Sie das Biozid-Portal unter:

<https://www.umweltbundesamt.de/biozid-portal>
www.biozid.info





REP Agro science



Anwendungen der Digitalisierung

Klima- und Stressresilienz





Bioökonomie

Alternativen zum chem. Pflanzenschutz





Umweltverhalten von Pflanzenschutzmitteln



RLP AgroScience GmbH
 Breitenweg 71
 67435 Neustadt
<https://agrosience.de/>

**NOACK
LABORATORIEN**

Your Partner for Contract Research and Experimental Services since 1986





AGROCHEMICALS

CHEMICALS

BIOCIDES

PHARMACEUTICALS

www.noack-lab.de



oekotoxzentrum
centre ecotox



Schweizerisches Zentrum für angewandte Ökotoxikologie
Centro Suisse d'écotoxicologie appliquée

Brücke zwischen Forschung und Anwendung

- Plattform für Experten aus Praxis, Behörden, Industrie und Wissenschaft
- Entwickeln und Optimieren von praxisrelevanten Test- und Analysemethoden
- Risikobewertung von Schadstoffen, Bewerten von Umweltproben

Weiterbildung

- Informieren über den neuesten Wissensstand in der Ökotoxikologie
- Weiterbildungskurse für Fachleute aus der Praxis

Beratung

- Mitwirken in nationalen und internationalen Gremien
- Bearbeiten externer Spezialaufträge und Projekte
- Erteilen von Fachauskünften

www.oekotoxzentrum.ch



Programm der Tagung





Übersicht Tagungsprogramm

Tag 1: Dienstag 07.09.

8:30 - 9:15Uhr

Begrüßung und Einführung der Teilnehmer*innen in die Plattform und den Meeting-Client

9:15 - 10:15 Uhr

Session 1: Umweltmonitoring: Innovationen für eine kontinuierliche Umweltanalyse, -bewertung und -prognose

10:15 - 11:30 Uhr

Session 2: Umweltmonitoring: Innovationen für eine kontinuierliche Umweltanalyse, -bewertung und -prognose

11:30 - 12:30 Uhr

Break-out Sessions (Schnappschüsse und Diskussion zu Sessions 1+2)

12:30 - 13:30 Uhr

Mittagspause

13:30 - 15:15

Session 3: Luftschadstoffe aus dem Verkehrssektor: Entstehung, Monitoring und Wirkung auf die Umwelt

Im Anschluss bis spätestens 15:45

Break-out Sessions (Schnappschüsse und Diskussion zu Session 3)

ab 16 Uhr

Online Socializing

ab 18:30 Uhr

Plenarvortrag mit anschließender Diskussion - open end





Tag 2: Mittwoch 08.09.

8:30 - 10:00 Uhr

Session 4: (Partikuläre) Stressoren: Ökotoxikologie, Risikopotentiale und Maßnahmen

10:00 - 11:15 Uhr

Session 5: (Partikuläre) Stressoren: Ökotoxikologie, Risikopotentiale und Maßnahmen

11:15 - 12:30 Uhr

Break-out Sessions (Schnappschüsse und Diskussion zu Sessions 4+5)

12:30 - 13:00 Uhr

Vorträge PGS Fachökotoxikologe

13:00 - 14:00 Uhr

Mittagspause

14:00 - 15:45 Uhr

Session 6: PFAS- Erfassung und Bewertung

Im Anschluss bis spätestens 16:00 Uhr

Break-out Session (Diskussion zu Session 6)

16:00 - 17:00 Uhr

Preisverleihung SETAC GLB Nachwuchsförderpreis (beste Master- und Doktorarbeit) und GDCh Paul-Crutzen-Preis; Vorträge der Gewinner*innen

17:00 - 17:30 Uhr

Verabschiedung

Donnerstag 09.09

18:00 - 19:00 Uhr

Mitgliederversammlung SETAC GLB





Detalliertes Tagungsprogramm

Zeit	Programmpunkt	Inhalt
Dienstag, 07.09.21: Tagungstag 1		
8:30 - 9:15 Uhr		Begrüßung und Einführung der Teilnehmer*innen in die Plattform und den Meeting-Client
9:15 - 10:15 Uhr	Session 1	Umweltmonitoring: Innovationen für eine kontinuierliche Umweltanalyse, -bewertung und -prognose
		<i>Di-1-1 Julia Kirchner: Aufbau einer automatisierten Monitoringstation zur kontinuierlichen und zeitnahen Bewertung der chemischen Wasserqualität des Rheins</i>
		<i>Di-1-2 Anna-Jorina Wicht: Pflanzenschutzmittel-Monitoring in 274 Fließgewässern in Bayern</i>
		<i>Di-1-3 Matthias Godejohann: Schnelle Charakterisierung und Quantifizierung von Mikroplastik in Umweltproben mittels QCL-IR-Mikroskopie/-spektroskopie</i>
		<i>Di-1-4 Julia Arndt: Was können wir von hochauflösendem Monitoring von Anion lernen? – Ein halbes Jahr Daten vom Rhein</i>
10:15 - 11:15 Uhr	Session 2	Umweltmonitoring: Innovationen für eine kontinuierliche Umweltanalyse, -bewertung und -prognose
		<i>Di-2-1 Paul Janek Dann: Comparative assessment of complex chemical mixtures in the water column, sediment and caged fish</i>
		<i>Di-2-2-Delia Hof: DECIDE - Entwicklung und Evaluierung eines ökotoxikologischen, wasserrahmenrichtlinienkonformen Bewertungssystems für Fließgewässer</i>
		<i>Di-2-3 Louisa Steingräber: Schwermetallbelastung in Böden und Brombeeren (<i>Rubus fruticosus</i> L. agg.) innerhalb und außerhalb der Innerste-Flussaue – eine Biomonitoring-Studie</i>
		<i>Di-2-4 Catharina Ludolphy: Nutzung von Rehgeweihen (<i>Capreolus capreolus</i>) im retrospektiven Biomonitoring von Schwermetallen</i>
11:15-11:30 Uhr		Kaffeepause
11:30 - 12:30 Uhr	Break-out Sessions	Schnappschüsse (Kurzpräsentationen) und Diskussion zu Umweltmonitoring (Sessions 1+2)





		<i>Di-KV-1 Kathrin Harre: Beiträge zum Monitoring von Mikroplastik in sächsischen Gewässersedimenten</i>
		<i>Di-KV-2 Samira Lambertz: Chancen und Herausforderungen der elektrochemischen Bestimmung des chemischen Sauerstoffbedarfs</i>
		<i>Di-KV-3 Andreas Auernhammer: Entwicklung eines Cloud-basierten Frühwarn-Systems für vermehrtes Algenwachstum und Freisetzung von Algentoxinen in Oberflächengewässern mittels online-Parameterermittlung</i>
		<i>Di-KV-4 Katrin Wiltshcka: Polychlorierte Biphenyle (PCB) in Grubenwässern – kongenerspezifische Analyse mittels SPME-GC-MS</i>
		<i>Di-KV-5 Lena Heining: Entwicklung von Sammel- und Analysestrategien für Legionella pneumophila in Aerosolen aus Verdunstungskühlanlagen</i>
		<i>Di-KV-6 Philipp Streich: Gestaltung eines Verbundprojekts für die Bereitstellung kulturunabhängigen Screeningmethoden zur Bestimmung von Legionellen Konzentrationen in technischen wasserführenden Anlagen</i>
		<i>Di-KV-7 Gerhard Schwaiger: Quantifizierung und Monitoring von Legionella spp. in biologischen Abluftreinigungsanlagen mittels Chemilumineszenz-basierter Detektion auf einem Mikroarray</i>
12:30 - 13:30 Uhr	Mittagspause	Möglichkeit zum Socializing auf Trember
13:30 - 15:15 Uhr	Session 3	Luftschadstoffe aus dem Verkehrssektor: Entstehung, Monitoring und Wirkung auf die Umwelt
		<i>Di-3-1 Majda Mekic: Determination of T-dependent OH radical reaction kinetics in the aqueous phase using the Fenton reaction as OH source</i>
		<i>Di-3-2 Kenneth Tschorn: Raumzeitliche Variabilität von Feinstaub im UNESCO Weltnaturerbe Geirangerfjord, Westnorwegen</i>
		<i>Di-3-3 Theresa Mathes: Gas- und partikelförmige Luftschadstoffimmissionen aus der Binnenschifffahrt</i>
		<i>Di-3-4 Svenja Sommer: Modellierung von Luftschadstoffen aus der Binnenschifffahrt</i>





		<p><i>Di-3-5 Dieter Busch: Luftqualität auf dem Rhein und in den Binnenhäfen von Duisburg und Neuss. Menge und Auswirkungen der Emissionen aus Schifffahrt und Hafenbetrieb auf die Stickoxidbelastung. Ergebnisse aus dem EU-Life-Projekt "Saubere Binnenschifffahrt" (CLINSH).</i></p>
		<p><i>Di-3-6 Kai Krause: Ermittlung von NOx Emissionsraten fahrender Binnenschiffe aus In-situ Messungen am Ufer</i></p>
Im Anschluss bis spätestens 15:45 Uhr	Break-out Sessions	<p>Schnappschüsse und Diskussion zu Luftschadstoffen aus dem Verkehrssektor (Session 3)</p>
		<p><i>Di-KV-8 Katharina Wolf: MesSBAR - Automatisierte luftgestützte Messung der Schadstoff-Belastung in der erdnahen Atmosphäre in urbanen Räumen</i></p>
		<p><i>Di-KV-9 Gina Elisa Bode: Erfassung und Charakterisierung von Feinstaubemissionen aus dem Schienenverkehr</i></p>
ab 16 Uhr	Online Socializing	Virtueller Austausch untereinander (Trember)
ab 18:30 Uhr	Plenarvortrag mit anschließender Diskussion - open end	<p>Open Science</p> <p>Redner*in Ralf Schäfer (Uni Koblenz-Landau) und Anja Gladbach (Bayer AG)</p>
Mittwoch, 08.09.21: Tagungstag 2		
8:30 - 10:00 Uhr	Session 4	<p>(Partikuläre) Stressoren: Ökotoxikologie, Risikopotentiale und Maßnahmen</p>
		<p><i>Mi-4-1 Milena Esser: Assessing the impact of wastewater discharge on microbial biodiversity and community composition using DNA metabarcoding</i></p>
		<p><i>Mi-4-2 Louisa Rothe: Da ist der (Kratz-)wurm drin: Parasiteninfektion verändert die Reaktionen von Gammarus fossarum auf konventionell gereinigtes Abwasser</i></p>
		<p><i>Mi-4-3 Julien Dennerle: Untersuchung von Nanopartikeln nach OECD GD318 zur Bestimmung der „dissolution rate“</i></p>
		<p><i>Mi-4-4 Alexandra Kroll: Microplastics induce changes in the composition but not the function of stream biofilm communities.</i></p>
		<p><i>Mi-4-5 Sebastian Kuehr: ENTRANS: Investigating the ENvironmental impacts of TRANSformed engineered nanomaterials released from wastewater treatment plants</i></p>



10:00 - 11:00 Uhr	Session 5	(Partikuläre) Stressoren: Ökotoxikologie, Risikopotentiale und Maßnahmen
		<i>Mi-5-1 Yen Le T.T.: Delineation of the exposure-response causality chain of chronic copper toxicity to the Zebra mussel, Dreissena polymorpha, with a TK-TD model based on concepts of biotic ligand model and subcellular metal partitioning model</i>
		<i>Mi-5-2 Valentina Merkus: Einfluss der Ozonung von Ibuprofen auf die ökotoxikologische Wirkung auf Grünalgen und Daphnien</i>
		<i>Mi-5-3 Esther Smollich: Akute ökotoxikologische Effekte von Transformationsprodukten monomerer und polymerer bromierter Flammschutzmittel nach photolytischem Abbau</i>
11:00-11:15 Uhr	Kaffeepause	
11:15 - 12:30 Uhr	Break-out Sessions	Schnappschüsse und Diskussion zu (Partikulären) Stressoren (Sessions 4+5)
		<i>Mi-KV-1 Stella Jennes: Ökotoxikologische Bewertung von Sedimenten aus dem Einzugsgebiet der Gersprenz (Hessen)</i>
		<i>Mi-KV-2 Markus Schmitz: Ecotoxicological assessment of tire abrasion in stormwater runoff of heavily trafficked roads – Introduction to the RoadTox project</i>
		<i>Mi-KV-3 Johannes Junck: Mikroplastik als Vektor für Schadstoffe in Böden - Anreicherungsverhalten von Ivermectin in ausgewählten Lumbriciden</i>
		<i>Mi-KV-4 Sebastian Kuehr: Preliminary investigations on the bioaccumulation assessment of nano- and microplastics in invertebrate organisms</i>
		<i>Mi-KV-5 Melanie Voigt: Photoinduzierte Degradation von Imidacloprid – Beurteilung der Ökotoxizität mittels QSAR-Analyse</i>
		<i>Mi-KV-6 Andre Patrick Heinrich: ANIVERMATE: Ivermectin gegen Malaria – Moskitobekämpfung mit Tierarzneimitteln unter Betrachtung der Umweltgesundheit</i>
		<i>Mi-KV-7 Alexandra Kroll: UV-Filter in Sonnenschutzmitteln: Unzureichende Datenbasis für eine robuste Risikobewertung in Binnengewässern</i>





		<i>Mi-KV-8 Louisa Rothe: Butter bei die Fische: Auswirkungen von konventionellem und ozonbehandeltem Abwasser auf Embryonen des Zebraäbrblings Danio rerio</i>
12:30 - 13:00 Uhr	Postgradualer Studiengang zum Fachökotoxikologen (PGS)	Vorträge PGS Fachökotoxikologie
		<i>PGS-1 Stefanie Honndorf: The relevance of antibiotics in the environment: Spotlight on ciprofloxacin, clindamycin & ceftriaxone</i>
		<i>PGS-2 Carolin Ewers: Fungicide Sensitivity of Multicellular Microorganisms</i>
13:00 - 14:00 Uhr	Mittagspause	Möglichkeit zum Socializing auf Trember
14:00 - 15:45 Uhr	Session 6	PFAS- Erfassung und Bewertung
		<i>Mi-6-1 Jana Rupp: A generic method for the quantification of legacy, precursor and substitute PFASs in various sample matrices</i>
		<i>Mi-6-2 Bernd Göckener: Das direkte TOP-Assay (dTOP) als Mittel zur Erfassung unbekannter PFAS in deutschen Flüssen</i>
		<i>Mi-6-3 Marc Guckert: Digging out the toolbox – A comprehensive approach to determine the PFAS contamination in sediments</i>
		<i>Mi-6-4 Lennart Gehrenkemper: Erfassung der PFAS-Belastungssituation in Umweltproben – Schnelle & sensitive PFAS-Summenparameteranalytik mittels HR-CS-GF-MAS</i>
		<i>Mi-6-5 Phillip Wittwer: Herausforderungen bei der Anwendung von Summenparametern (EOF/AOF) in der PFAS-Analytik</i>
		<i>Mi-6-6 Fabian Simon: Untersuchung von PFAS-Summenparameter-Methoden – Vergleich zwischen AOF vs. EOF und CIC vs. HR-CS-GFMAS</i>
Im Anschluss bis spätestens 16:00 Uhr	Break-out Session	Diskussion zu PFAS- Erfassung und Bewertung (Session 6)
16:00 - 17:00 Uhr	Preisverleihungen	SETAC GLB Nachwuchsförderpreis (beste Master- und Doktorarbeit) GDCh Paul-Crutzen-Preis Vorträge der Gewinner*innen
17:00 - 17:30 Uhr		Verabschiedung





Donnerstag, 09.09.21: Jahreshauptversammlung des Vereins SETAC GLB	
18:00 - 19:00 Uhr	Jahreshauptversammlung



Plenardiskussion

Wie bereits bei der letzten Tagung wurden auch dieses Jahr statt klassischer Key-Note Lectures ein Plenarvortrag abgehalten. Das Event fand am **Dienstagabend ab 18.30 Uhr** statt.

Dieses Jahr konnten wir **Dr. Anja Gladbach (BAYER AG)** und **Prof. Dr. Ralf Schäfer (Universität Koblenz-Landau)** für die Plenardiskussion zum Abschluss des ersten Tages gewinnen. Die

Vorträge zum Thema **Open Science** wurden durch eine anschließende Diskussion gekrönt.

Modert wurde die Diskussion von **Johannes Ranke** und **Eva Eschenbach**.





Umweltmonitoring: Innovationen für eine kontinuierliche Umweltanalyse, -bewertung und -prognose (Session 1)

Chairs: Cornelia Kienle, Sebastian Pimpke





Di-1-1 Aufbau einer automatisierten Monitoringstation zur kontinuierlichen und zeitnahen Bewertung der chemischen Wasserqualität des Rheins

Julia Kirchner

| Bundesanstalt für Gewässerkunde, Referat Gewässerchemie

Julia Arndt, Alex Zavarsky, Ingrid Nett, Michel Schlüsener, Kevin Jewell, Lars Duester, Arne Wick

kirchner@bafg.de

Ein guter chemischer Zustand unserer Gewässer ist unter anderem vor dem Hintergrund der potentiell negativen stofflichen Effekte auf aquatische Lebensgemeinschaften und dem Schutz von Trinkwasserressourcen von entscheidender Bedeutung. Mit der prognostizierten Klimaentwicklung und damit einhergehenden Phasen von Wasserknappheit und erhöhtem Bedarf zur Wasserwiederverwendung wird dies zukünftig weiter an Bedeutung gewinnen. Aktuell laufende Monitoringprogramme sind jedoch meist dadurch gekennzeichnet, dass Gewässer nur in großen Zeitintervallen beprobt werden und sowohl die Analyse als auch die Datenauswertung erst mit zeitlichem Abstand erfolgt. Dabei können beispielsweise ereignisbezogene oder sporadische Schadstoffeinträge übersehen und eventuell notwendige Schutzmaßnahmen nicht rechtzeitig eingeleitet werden. Um dieses Defizit zu beheben, wird derzeit eine neue Monitoringstation in Koblenz am Rhein aufgebaut. Die Station soll weitestgehend automatisiert betrieben und Daten zeitlich hochaufgelöst und in Nahe-Echtzeit zur Verfügung gestellt werden. Des Weiteren können in der Station neue Messinstrumente getestet und verschiedene Methoden miteinander verglichen werden, bevor sie in anderen Monitoringstationen zum Einsatz kommen. Ein kontinuierlicher Betrieb wird ermöglicht, indem Rheinwasser in die Station gepumpt und dort (tlw. nach einer Filtration) an die verschiedenen Messinstrumente verteilt wird. Neben vergleichsweise einfachen Sensorbasierten Technologien kommen auch komplexe Methoden zum Einsatz. Die Analyse von Nährstoffen mittels eines Sensors bzw. einer Ionenaustauschchromatographie wurde bereits etabliert, entsprechende kolorimetrische Methoden befinden sich im Testlauf. Ebenfalls getestet wird, ob sich eine Ferrybox neben ihrem ursprünglichen Verwendungszweck zur Analyse grundlegender mariner Gewässerparameter auch für den Einsatz in einem limnischen System eignet. Im Laufe dieses Jahres werden weitere Messinstrumente in Betrieb genommen. Haupt- und Spurenelemente werden mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma gemessen. Für ein Non-Target-Screening organischer Spurenstoffe steht eine Flüssigkeitschromatographie mit Flugzeit-Massenspektrometer zur Verfügung. Die herausfordernde Auswertung der Non-Target-Daten soll durch Kopplung bereits bestehender, hausintern entwickelter Auswerteroutinen für die Datenprozessierung, Annotierung von Substanzen und die Priorisierung unbekannter Signale erfolgen. Sämtliche Messdaten werden perspektivisch in einer Datenbank zusammengeführt und jeweils einzeln aber auch im Gesamtkontext betrachtet. Zeigt sich in einer abschließenden Bewertung der Wasserqualität eine Abweichung vom Normalzustand, können verantwortliche Stellen unmittelbar informiert und gegebenenfalls Ursachen ermittelt werden.



Di-1-2 Pflanzenschutzmittel-Monitoring in 274 Fließgewässern in Bayern

Anna-Jorina Wicht

Landesamt für Umwelt Bayern, Referat 75: Spezielle Analytik für Umweltüberwachung

Johannes Besold, Manfred Sengl

Anna-Jorina.Wicht@lfu.bayern.de

Im chemischen Monitoring der Oberflächengewässer wird die Belastungssituation in den Gewässern untersucht und bewertet. In Routineprogrammen des Freistaats Bayern war die Bestimmung von Spurenstoffen in kleineren und mittleren Fließgewässern bisher nicht flächendeckend enthalten. Um einen besseren Überblick über das Vorkommen und die Konzentrationen von Spurenstoffen in Bayern zu erhalten wird im Projekt „MOSAIC-Monitoring-Offensive Schadstoffe“ ein flächendeckendes Monitoring der prioritären und flussgebietspezifischen Stoffe nach Vorgaben der Oberflächengewässerverordnung an ca. 540 Flusswasserkörpern durchgeführt. Neben einigen größeren Flüssen werden insbesondere kleinere Fließgewässer untersucht. Das Projekt wurde 2018 begonnen und bisher liegen die Messwerte für 274 Flusswasserkörper vor. Es wurden monatlich 71 Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und deren Metabolite an jährlich wechselnden Messstellen untersucht. In der Messkampagne werden zusätzlich basischemische Parameter erhoben, schwer- und leichtflüchtige Kohlenwasserstoffe, Pflanzenschutzmittel, PFAS, Phenole und Weichmacher sowie mit ICP-MS gut erfassbare Elemente gemessen. Das Projekt soll einen umfassenden Überblick über Schadstoffkonzentrationen und Einträge in die Flüsse Bayerns liefern. Es wird eine Übersicht der bisherigen Ergebnisse der Pflanzenschutzmittelwirkstoffuntersuchungen gezeigt. Um eine Bewertung der gemessenen Konzentrationen entsprechend der regulatorischen Vorgaben vorzunehmen, werden diese mit den gesetzlichen Grenz- bzw. Richtwerten in Bezug gesetzt. Die gemessenen Jahresmittelwerte sowie Höchstkonzentrationen werden mit den entsprechenden Umweltqualitätsnormen (UQN), der Jahresdurchschnitts-UQN sowie der zulässigen Höchstkonzentration (ZHK-UQN), und den regulatorisch akzeptablen Konzentrationen (RAK) aus der Pflanzenschutzmittelzulassung verglichen. Neben den Grenzwerten für einzelne Verbindungen werden die Kombinationen der nachgewiesenen Wirkstoffe betrachtet. Statistische Auswertungen der Nachweishäufigkeit und des Verhältnisses der unterschiedlichen Wirkstoffe in einer Probe lassen Rückschlüsse auf die Landnutzung im Einzugsgebiet der Gewässer zu.



Di-1-3 Schnelle Charakterisierung und Quantifizierung von Mikroplastik in Umweltproben mittels QCL-IR-Mikroskopie/-spektroskopie

Matthias Godejohann | MG Optical Solutions GmbH

Sebastian Primpke, Gunnar Gerdts

matthias.godejohann@mgopticalsolutions.com

Mikroplastik ist ein typisches Beispiel, wie weit anthropogene Stoffe bis in die entlegensten Biotope verteilt werden und so auch von dort in die Nahrungsnetzwerke gelangen. Um die damit verbundenen Risiken abschätzen zu können, ist nicht nur die chemische Zusammensetzung der Partikel, sondern auch deren Form und Größe entscheidend. Um diese erfassen zu können, haben sich mikroskopische Verfahren etabliert, deren Durchsatz aber bei weitem nicht ausreicht um ein kontinuierliches Umweltmonitoring beispielsweise für Abwasser zu etablieren. Selbst die bisher schnellsten Verfahren wie etwa Fourier-Transform-IR-Spektroskopie (μ FTIR) oder Raman-Spektroskopie bieten für diese Zwecke keine ausreichenden Messgeschwindigkeiten. So benötigt ein modernes FTIR-Imaging Mikroskop für eine Probe von $12 \times 12 \text{ mm}^2$ bei einer Pixel-Auflösung von $11 \mu\text{m}$ circa 4 Stunden. Routinemessungen im 24/7-Betrieb machen die kontinuierliche Versorgung mit flüssigem Stickstoff zur Kühlung des Detektors erforderlich und erhöhen die Betriebskosten. Das QCL-IR-basierte Hyperspektral-Mikroskop SPERO von DRS Daylight Solutions misst in einem schmalen Wellenlängenbereich als ein FTIR-System und erzielt dennoch vergleichbare Ergebnisse bezüglich der Charakterisierung der Partikel. Im Vergleich wird dabei eine höhere räumliche Auflösung von $4,3 \mu\text{m}/\text{Pixel}$ bei einer vielfach verkürzten Messzeit erreicht. Die bereits erwähnte Probe mit $12 \times 12 \text{ mm}^2$ Ausdehnung konnte bei $4,3 \mu\text{m}$ Pixel-Auflösung in circa 36 Minuten vermessen werden. Durch Kombination des neuen Systems mit bereits bestehenden automatisierten Auswertungsroutinen siMPle konnten große Datensätze mit höherer Auflösung und in deutlich verkürzter Messzeit ausgewertet werden.



Di-1-4 Was können wir von hochauflösendem Monitoring von Anion lernen? – Ein halbes Jahr Daten vom Rhein

Julia Arndt

Bundesanstalt für Gewässerkunde, Radiologie und
Gewässermonitoring

Julia S. Kirchner, Anna-Lena Gerloff, Alex Zavarsky, Arne Wick, Lars Duester

arndt@bafg.de

Das hochauflösende Online-Monitoring von Oberflächengewässern ist entscheidend für das Verständnis von biogeochemischen Prozessen und für das Wassernutzungsmanagement in Zeiten von Wasserknappheit und dient dem Schutz von Trinkwasserressourcen (z.B. bei Trinkwassergewinnung aus Uferfiltraten). Außerdem dient es der Vermeidung negativer ökologischer Auswirkungen sowie letztendlich auch zur Unterstützung politischer Entscheidungen. Aktuell werden bei kontinuierlichen Messungen oft 14-tägige oder monatliche Proben gemessen, aber oft keine höhere zeitliche Auflösung berücksichtigt. Diese könnte Extremereignisse erfassen (z.B. Hochwasser, Chemikalien im Fluss), die im aktuellen Routine-Monitoring nicht erfasst werden. In Koblenz am Rhein (km 591) errichten wir eine Online-Messtation, in der wir alle 30 Minuten Anionen mittels Online-Ionenchromatographie (IC) analysieren. Gefiltertes Rheinwasser wird über einen Online-Filter (0,2 µm) zugeführt und IC-interne QC/QA-Standards sowie die Kalibrierung werden automatisch regelmäßig analysiert. Parallel dazu liefert ein optischer Sensor für Nitrat und gelösten organischen Kohlenstoff (DOC) alle 10 Minuten Daten und es werden colorimetrische Methoden für ausgewählte Nährstoffe getestet. Hier präsentieren wir Daten und Erfahrungen von 9 Monaten Anionen-Online-Monitoring mittels IC (F^- , Cl^- , Br^- , NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-}) und über ein Jahr Überwachung mit optischem Sensor parallel zur Wasserqualitätsüberwachung. Wir vergleichen beide Methoden bezüglich der Nitratmessungen und korrelieren die Daten mit Wasserqualitätsparametern und dem Wasserstand. Zusätzlich werten wir die in situ und ex situ Überwachung des Sensors für beide Parameter aus und zeigen hier unsere ersten Erfahrungen und Daten zur Online-Colorimetrie. Bei der Sensoranalyse stimmten die in situ und ex-situ gemessenen Daten für Nitrat überein ($\pm 0,04$ mg/L) und DOC-Konzentrationen zeigen dem gleichen Trend, jedoch störte die Verschmutzung der Sensoren in situ und ex situ die Messungen. Dieser Störungseffekt durch Fouling war für DOC stärker ausgeprägt als für Nitrat. Beim Vergleich von IC und optischem Sensor folgten die Nitratwerte ebenfalls dem gleichen Trend. Vor- und Nachteile beider Techniken werden sichtbar. Erste colorimetrische Messungen von Nitrat und Nitrit im Vergleich zur IC und zu Standards zeigen vielversprechende übereinstimmende Ergebnisse.



Umweltmonitoring: Innovationen für eine kontinuierliche Umweltanalyse, -bewertung und -prognose (Session 2)

Chairs: Lars Düster, Michelle Klein





Di-2-1 Comparative assessment of complex chemical mixtures in the water column, sediment and caged fish

Janek Paul Dann

| Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ

Martin Krauss, Beate Escher, Theo Wernicke, Annika Jahnke, Stefan Scholz, Brett Blackwell, Kathleen Jensen, Correne Jenson, Dan Villeneuve, Gerald Ankley, Werner Brack

janek-paul.dann@ufz.de

Contamination of the aquatic environment is typically assessed by measuring contaminants in the water column, sediments, and/or organisms such as fish. Given that organism's exposome represents the totality of biologically relevant internal exposure, it is crucial to understand how external contaminant exposure (e.g., from water, sediment) relates to internal dose. To understand the relationship of chemicals in different compartments, a case study was conducted comparing the micropollutant patterns in water, sediment and caged fish (fathead minnow; *Pimephales promelas*) at four different sites in the St. Louis Bay area (Duluth, MN, USA). Two sampling sites were situated in a former harbour area with legacy sediment contamination, one at one of its influent streams and one close to the outlet of a wastewater treatment plant (WWTP). Each cage contained four male and four female fathead minnows, and two cages were exposed at each site for different durations (48h, 21d). At each site, corresponding with the caging period, four composite water samples were collected and surficial sediment was sampled. Water samples were processed using solid-phase extraction. Sediments were extracted by rolling in silicone-coated jars for 21 days. Whole fathead minnow from each site were pooled by sex (n = 4-8 individuals per pool) and homogenized using a ball mill after freezing under liquid nitrogen. Homogenates were further extracted using QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Efficient, Rugged, Safe) extraction with two different clean-up methods. All samples were analyzed for 516 organic chemicals by HPLC-HRMS and 132 chemicals with GC-HRMS, covering a wide range of compound classes and sources. Site-specific contamination patterns were observed in the composite water samples and sediments. Near the WWTP, pharmaceuticals and consumer product chemicals were commonly detected, whereas the former harbor area featured a mix of industrial chemicals and pesticides, with few compounds indicative of WWTP input. Chemicals observed in the fish samples reflected the contamination patterns of the water and sediment samples from corresponding sites. Increasing concentrations in fish from 48h to 21d highlighted potentially bioaccumulative compounds (e.g., triclosan-methyl). Substances with tissue concentrations decreasing from 48h to 21d likely suggest induction of metabolisation processes during exposure (e.g., benzo(b)fluorene).



Di-2-2 DECIDE - Entwicklung eines ökotoxikologischen Bewertungssystems für Fließgewässer

Delia Hof

| Goethe Universität, Aquatische Ökotoxikologie

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

d.hof@bio.uni-frankfurt.de

Weniger als 10% der deutschen Oberflächengewässer erfüllen derzeit den nach der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) geforderten guten ökologischen Zustand. Maßnahmen zur Verbesserung defizitärer Gewässerzustände bestehen beispielsweise aus strukturellen Renaturierungsmaßnahmen oder der Reduktion stofflicher Einträge. Allerdings zeigten sich in der Vergangenheit nach wasserwirtschaftlichen Maßnahmen oftmals nur vergleichsweise geringe Erfolge in den betreffenden Gewässern. Um dennoch die Intension der EU-WRRL bis zum Jahr 2027 realisieren zu können, soll das Verbundprojekt DECIDE einen Lösungsbeitrag liefern. Übergreifendes Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung einer innovativen Systemlösung für die wasserwirtschaftliche Praxis als Grundlage eines nachhaltigen Gewässermanagements am Beispiel des Hessischen Rieds. Konkret wird ein ökotoxikologisches und wasserrahmenrichtlinienkonformes Bewertungssystem entwickelt, um wasserwirtschaftliche Maßnahmen priorisieren zu können. In der Praxis soll das Bewertungssystem als Entscheidungshilfe dienen, ob stoffliche Belastungen oder aber defizitäre Gewässerstrukturen die Hauptursache dafür sind, dass der gute ökologische Zustand in einem Oberflächengewässer nicht erreicht wird. Dem Hessischen Ried als Untersuchungsgebiet kommt eine wichtige Bedeutung für die Trinkwassergewinnung der Metropolregion Rhein-Main-Gebiet zu. Da neben diffusen Einträgen auch viele Kläranlagen in die überwiegend kleineren Gewässer einleiten, liegt der Anteil des Klarwassers (=gereinigtes Abwasser) in dieser Region bei Niedrigwasser teilweise bei 100 %. Erste Untersuchungen im Jahr 2021 fanden im Einzugsgebiet der Gersprenz an insgesamt 15 Probestellen statt. Hierbei wurden neben einer umfassenden Makrozoobenthosaufnahme auch Untersuchungen im Gelände (aktives Monitoring) und im Labor durchgeführt, um auf diese Weise das gentoxische, zytotoxische, dioxinähnliche, neurotoxische oder endokrine Potential der im Gewässer vorhandenen Stoffgemische abschätzen zu können. Basierend auf den gewonnenen Daten wird in einem weiteren Schritt die ökotoxikologische Zustandsklasse der ökologischen Gewässergüteklasse gegenübergestellt, so dass abschließend entsprechende Maßnahmen priorisiert werden, die tatsächlich zur Zielerreichung führen. Danksagung: Das Projekt DECIDE wird von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert (Aktenzeichen 35663/01).



Di-2-3 Schwermetallbelastung in Böden und Brombeeren (*Rubus fruticosus* L. agg.) innerhalb und außerhalb der Innerste-Flussaue – eine Biomonitoring-Studie

Louisa Steingraber

| Stiftung Universität Hildesheim, Abteilung Biologie

Catharina Ludolph, Johannes Metz, Lars Germershausen, Horst Kierdorf, Uwe Kierdorf

steingr@uni-hildesheim.de

Pflanzen können Schwermetalle aus Böden, Luft und Wasser aufnehmen und akkumulieren, wodurch sie sich als passive Monitore eignen. Im Vergleich zu direkten chemischen Analysen abiotischer Umweltkompartimente ermöglichen passive Biomonitore eine genauere Abschätzung der Mobilität und Bioverfügbarkeit der untersuchten Schwermetalle. Die Akkumulation von Schwermetallen in Pflanzen wird insbesondere durch die chemische Speziation der Metalle, chemisch-physikalische Bodenparameter und die Physiologie der jeweiligen Pflanzen beeinflusst. Gefäßpflanzen nehmen Metalle überwiegend über ihre Wurzeln aus dem Boden auf. Pflanzen-Biomonitoring ist somit ein nützliches Instrument zur geochemischen Risikobewertung. Bestimmte Pflanzen können zudem zur Phytoremediation belasteter Böden eingesetzt werden. Die Brombeere hat ein weltweites Verbreitungsgebiet und ist an Böschungen, auf Brachflächen, in Auenlandschaften, an Waldrändern und auf kontaminierten Böden zu finden. Das Wurzelsystem der Brombeere dringt tief in den Boden ein (zum Teil > 1 m), weshalb sich die Art als passiver Biomonitor für Bodenkontamination eignet. Der Verzehr von Pflanzenteilen mit erhöhtem Metallgehalt kann ein Gesundheitsrisiko für Mensch und Tier darstellen. Infolge historischer Abbau-, Aufbereitungs- und Verhüttungsprozesse metallhaltiger Erze im Harz und über Ausschwemmungen aus Schlacke- und Pochsandhalden wurden große Mengen an Schwermetallen (Cd, Pb, Zn und Cu) fluvial in die Böden der Innersteaue verfrachtet. Aueböden in unmittelbarer Nähe der Punktquellen sowie weiter flussabwärts gelegene Gebiete sind entsprechend stark mit harzbürtigen Schwermetallen belastet, deren Konzentrationen in den Böden die für Deutschland geltenden Vorsorgewerte der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung um ein Vielfaches übersteigen. Die Pb- und Zn-Gehalte waren sowohl im Boden als auch in den Pflanzenorganen im Überflutungsbereich der Innerste signifikant höher als außerhalb. Beide Schwermetalle waren in den Brombeer-Wurzeln stärker konzentriert als in den Blättern. Es bestand eine signifikante Korrelation zwischen den Schwermetallgehalten im Boden und denen in den Pflanzenorganen. Der Biokonzentrationsfaktor (BCF) war für beide Schwermetalle < 1.0, ebenso der Translokationsfaktor (TF) für Pb. Für Zn wurde ein TF > 1.0 dokumentiert. Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass sich Blätter und Wurzeln der Brombeere zur Indikation einer Bodenbelastung durch Pb und Zn eignen, die Art aber nicht zur Phytoremediation verwendet werden kann.



Di-2-4 Nutzung von Rehgeweihen (*Capreolus capreolus*) im retrospektiven Biomonitoring von Schwermetallen

Catharina Ludolphy | Universität Hildesheim, Institut für Biologie und Chemie

Uwe Kierdorf, Horst Kierdorf

catharina.ludolphy@uni-hildesheim.de

Geweih sind periodisch neugebildete, knöcherne Stirnauswüchse männlicher Cerviden. Der Geweihzyklus von Cerviden der gemäßigten und höheren Breiten wird photoperiodisch gesteuert, und das Geweihwachstum erfolgt während eines artspezifischen Zeitraums. Das wachsende Geweih akkumuliert Stoffe mit hoher Affinität zu mineralisierten Geweben, darunter Blei. Die Bleikonzentration im gefegten Geweihknochen spiegelt damit die Exposition des Organismus während eines bestimmten Zeitraums wider. Dies macht Geweih zu von „Natur aus standardisierten“ Monitoring-Objekten. Das Europäische Reh (*Capreolus capreolus*) eignet sich besonders für ein passives Biomonitoring von Schadstoffen. Es ist die bei weitem häufigste mitteleuropäische Schalenwildart mit stetig steigender Streckenzahl in Deutschland. Die Art ist sehr anpassungsfähig und besiedelt auch stark anthropogen beeinflusste Lebensräume. Rehe weisen deutlich kleinere Aktionsräume als andere heimische Cerviden-Arten auf. Die Geweih der Rehböcke werden von Jägern gesammelt, wodurch Untersuchungsmaterial in großer Zahl vorhanden ist. Die Analyse von Rehgeweihen der letzten 119 Jahre aus einem einzelnen Jagdrevier (Gemeinde Harsum) nordöstlich von Hildesheim ermöglichte die Rekonstruktion des zeitlichen Verlaufs der atmosphärischen Bleibelastung in einer agrarisch genutzten Region ab Beginn des 20. Jahrhunderts. Die Bleiexposition stieg zunächst von $\bar{x} = 1,6$ mg/kg TM in 1901-1939 auf $\bar{x} = 3,8$ mg/kg TM in 1956-1984 an. Ab Mitte der 1980er Jahre nahmen die Konzentrationen wieder deutlich ab ($\bar{x} = 1,3$ mg/kg TM in 1985-2019). Die Ergebnisse lassen einen direkten Zusammenhang mit dem Verkehrssektor vermuten, da in der Mitte des 20. Jahrhunderts eine deutliche Zunahme an Kraftfahrzeugen zu verzeichnen war und erst 1988 die Nutzung verbleiten Normalbenzins verboten wurde. Dass abnehmende Trends atmosphärischer Bleideposition lokal überlagert werden können, zeigt sich anhand hoher Bleigehalte in Geweihen von Rehböcken, die innerhalb des Überflutungsbereiches der Innerste, einem im Harz entspringenden Fluss, zwischen 1982 und 2018 erlegt wurden ($\bar{x} = 11,1$ mg/kg TM). Als Ursache der Bleiexposition in der Innerste-Aue wird der historische Bergbau im Harz angesehen, was durch die Analyse der Isotopensignaturen bestätigt werden konnte. Unsere Ergebnisse zeigen, dass das Rehgeweih als Akkumulationsindikator sensibel auf Schwankungen der Bleibelastung reagiert. Jägerschaften können durch Bereitstellung von Rehgeweihen einen wichtigen Beitrag zum Umweltmonitoring im Rahmen von Citizen Science leisten.



Luftschadstoffe aus dem Verkehrssektor: Entstehung, Monitoring und Wirkung auf die Umwelt (Session 3)

Chairs: Philipp Eger, Patrick Wagner





Di-3-1 Determination of T-dependent OH radical reaction kinetics in the aqueous phase using the Fenton reaction as OH source

Majda Mekic

Leibniz Institute for Tropospheric Research (TROPOS),
Atmospheric Chemistry Department (ACD)

Thomas Schaefer, Hartmut Herrmann

mekic@tropos.de

In the aqueous phase of the atmosphere, such as cloud droplets, fog, and deliquescent aerosols, oxidation reactions of the hydroxyl radical (OH) with dissolved reactants can occur. Subsequent evaporation of these droplets can lead to the formation of secondary organic aerosol (SOA), during which low volatility organics remain in the particle phase and add to the hygroscopic properties of SOA. Hence, cloud droplets and aerosol particles may significantly contribute to SOA formation in the atmosphere, mainly by partitioning of soluble organic compounds from the gas into aqueous phase. α , β -unsaturated carbonyl compounds are oxygenated molecules that contain at least one C=C double bond and a carbonyl group. This class of compounds can be released into the atmosphere as primary pollutants from different anthropogenic and biogenic sources. In addition to their direct emissions, these compounds are classified as the first stable products, formed upon atmospheric oxidation of reactive aromatic compounds. During our experiments, the Fenton reaction ($\text{Fe(II)}/\text{H}_2\text{O}_2$), which produce OH radicals by decomposing H_2O_2 with a catalyst like Fe(II) under dark conditions in the aqueous phase, was used in order to measure the OH radical kinetics of organics. In the present study, experiments have been conducted in the aqueous-phase reactor to examine the OH-initiated radical reaction of (1) crotonaldehyde and (2) 1,4-butenedial. The second order rate constants for the reaction of OH radical with the studied compounds were determined at $T = 298.15 \text{ K}$ using the OH radical – competition kinetics method. In this method, the deuterated isopropanol (d8) was used as radical scavenger, and the oxidation by the OH radicals led to the final product, deuterated acetone (d6), which was analyzed by GC-MS after derivatization. The determined rate constants are very similar to the calculated diffusion-limited rate constants, indicating that the studied OH-oxidation reactions are expected to be substantially diffusion controlled. Additionally, the obtained results will be implemented in the CAPRAM model, which is going to incorporate this SOA formation pathway with the aim of reducing the discrepancy between the measured and modelled organic particulate matter concentrations.



Di-3-2 Raumzeitliche Variabilität von Feinstaub im UNESCO Weltnaturerbe Geirangerfjord, Westnorwegen

Kenneth Tschorn

| Geographisches Institut Universität Bonn, AG Löffler

Theresa Mathes, Abel van Beek, Mira Kühnapfel, Roland Pape, Børge H. Johanson, Vilmar Æsøy, Dina M. Aspen, Jörg Löffler

s5ketsch@uni-bonn.de

Die Variabilität und Verteilung von Feinstaub (PM), hervorgerufen durch Kreuzfahrtschiffe, ist vor allem in komplexer Topographie weitestgehend unerforscht. Seit 2015 führen wir ein Langzeitprojekt zur Luftqualitätsüberwachung im UNESCO-Weltnaturerbe Geirangerfjord durch. Hier analysieren wir die raumzeitliche Verteilung und die meteorologischen Steuerungsmechanismen von Feinstaub, der primär von Kreuzfahrtschiffen in einer komplexen Gebirgslandschaft emittiert wird. Entlang eines Höhengradienten von Meeresniveau bis auf 1.500 m ü.d.M. erfassen wir sowohl stationäre, kontinuierliche Messwerte verschiedener Feinstaubfraktionen sowie Wetterdaten, die durch mobile Messungen entlang von räumlich organisierten Messrouten diskontinuierlich ergänzt werden. Bisherige Analysen zeigen eine besonders hohe Relevanz der meteorologischen Bedingungen der bis zu fünf vorangegangenen Tage und weisen auf eine Suspension der Partikel entlang der gesamten Berg-Fjord-Topographie hin. Gleichzeitig werden die gemessenen raumzeitlichen Muster der Feinstaubkonzentrationen insgesamt nur unzureichend von unseren statistischen Modellen erklärt. Daher gehen wir von ausgeprägt langen Verweilzeiten der Partikel in der Talatmosphäre aus. Künftige Erklärungsmodelle müssen die Komplexität des zeitlichen Auslasses der Partikel verstärkt einbeziehen.



Di-3-3 Gas- und partikelförmige Luftschadstoffimmissionen aus der Binnenschifffahrt

Theresa Mathes

| Bundesanstalt für Gewässerkunde

Philipp Eger, Alex Zavarsky, Thomas Ternes, Lars Düster

mathes@bafg.de

Die negativen gesundheitlichen Auswirkungen von Luftschadstoffen, hervorgerufen durch dieselbetriebene Fahrzeuge und Hausbrand in Innenstädten, bedingen einen anhaltenden gesellschaftlichen Diskurs. Bisher nur ansatzweise wissenschaftlich thematisiert wurden die Emissionen von Binnenschiffen an deutschen Bundeswasserstraßen und deren Auswirkungen auf die in direkter Nähe der Wasserstraßen lebende Bevölkerung. Es fehlen hierzu belastbare Aussagen über die Zusammensetzung der gas- und partikelförmigen Immissionen durch die Binnenschifffahrt in Ballungszentren. Um den Beitrag der Binnenschiffe von denen des motorisierten Individualverkehrs, der Industrie, der Landwirtschaft und des Hausbrands abzugrenzen, gilt es zu klären, ob unterschiedliche Mechanismen der Kraftstoffverbrennung und der Abgasnachbehandlung zu unterschiedlichen Charakteristika der Immissionen (z.B. NO-zu-NO₂ Verhältnis, Partikelgrößenverteilung und -zusammensetzung) führen. Das Projekt Rauch hat zum Ziel, die gas- und partikelförmigen Immissionen an deutschen Bundeswasserstraßen zu quantifizieren und ihre Zusammensetzung zu analysieren. Mittels Langzeitmessungen an zwei Standorten am Rhein soll geklärt werden, inwieweit die Binnenschiffe die Konzentration von Stickoxiden (NO_x = NO + NO₂), Ozon (O₃), Feinstaub (PM₁, PM_{2,5} und PM₁₀), Ultrafeinstaub (UFP) und Ruß beeinflussen. Die vorläufigen Ergebnisse unserer mehrmonatigen Messungen an einer Rheinbrücke in unmittelbarer Nähe zur Fahrrinne in Worms sowie am Uferbereich in Gernsheim geben Aufschluss über die zeiträumliche Verteilung der Luftschadstoffe und eine mögliche Zusatzbelastung für die Bevölkerung. Erste Ergebnisse aus Worms deuten auf ein NO₂-zu-NO_x Verhältnis im Bereich von 5-10 % und ein Maximum der Partikelanzahlkonzentration im bislang nicht regulierten Ultrafeinstaub-Bereich (< 100 nm) hin. Die mittlere NO₂-Zusatzbelastung durch die Binnenschiffe am Standort Worms schätzen wir aufgrund unserer Messdaten auf einige wenige ppb, wodurch diese in Ufernähe einen relativ kleinen aber nachweisbaren Beitrag zur städtischen Gesamtbelastung darstellt. Darüber hinaus berechnen wir in Relation zur gemessenen CO₂-Konzentration für verschiedene Luftschadstoffe Emissionsfaktoren, die den durchschnittlichen Ausstoß der passierenden Schiffe widerspiegeln (für Stickoxide ca. 8-16 g NO_x pro kg emittiertem CO₂). Diese werden zur Evaluierung des Effekts von Modernisierungsmaßnahmen in der Antriebstechnik sowie zur Verbesserung von mikroskaligen 3D-Ausbreitungsmodellen dienen.



Di-3-4 Modellierung von Luftschadstoffen aus der Binnenschifffahrt

Svenja Sommer

| Bundesanstalt für Gewässerkunde, Referat M1

Patrick Wagner, Ute Bierbrauer

svenja.sommer@bafg.de

Der Verkehrssektor steht wie alle anderen Bereiche, die anthropogene Emissionen verursachen, vor der Herausforderung die Umweltbelastungen stark reduzieren zu müssen. Um effektive und auch verkehrsträgerübergreifende Minderungsmaßnahmen entwickeln zu können, müssen zunächst für alle Verkehrsmittel Emissionsdaten in vergleichbarer Qualität vorliegen. Zu den Luftschadstoffemissionen der Binnenschifffahrt existieren jedoch bislang nur wenige Studien. Zudem mangelt es an einer bundeseinheitlichen Methodik, sowohl bezüglich der Erfassung von Eingangsdaten für die Emissionsberechnung als auch der Emissionsberechnung selbst. Aus diesem Grund hat die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) mit umfassenden Untersuchungen der von der Binnenschifffahrt auf Bundeswasserstraßen ausgehenden Luftschadstoffemissionen und -immissionen begonnen. Die Untersuchungen konzentrieren sich zunächst auf ausgewählte Testgebiete, die anhand dieser Gebiete entwickelte Methodik wird später auf andere Wasserstraßenabschnitte übertragen. Die Basis der Untersuchungen bildet das modellbasierte Verfahren zur Berechnung der Luftqualität an Wasserstraßen (kurz LuWas) in der fortgeschriebenen Version des Jahres 2020. Das Modell LuWas basiert auf einem statistischen Ansatz, bei dem die Schiffsflotte in Klassen unterteilt wird. Schiffe einer Klasse müssen ähnliche Eigenschaften wie Schiffsabmessungen, Emissionsfaktoren und Fahrverhalten aufweisen. Die Emissionsermittlung erfolgt auf Basis der Modellierung der abgerufenen Motorleistung bei den gegebenen Verkehrssituationen unter Berücksichtigung von Emissionsfaktoren. Für eine verlässliche Emissionsmodellierung sind neben einem möglichst realitätsnahen Modell auch fundierte Eingangsdaten notwendig. Bis vor kurzem stellte die räumliche und zeitliche Auflösung der verfügbaren Schiffsaktivitätsdaten einen limitierenden Faktor dar, der mithilfe des mittlerweile eingeführten Automatic Identification Systems (AIS) in der Binnenschifffahrt gelöst wurde. Weitere erforderliche Eingangsparameter wie Fließgeschwindigkeit, Wassertiefe und Wasserstraßenbreite werden aus hydrodynamischen Modellen, digitalen Geländemodellen sowie elektronischen Wasserstraßenkarten gewonnen. Alle Eingangsdaten werden in einem neu entwickelten Prozess zusammengeführt und stehen damit automatisiert für definierbare Wasserstraßenabschnitte zur Verfügung. Für die Testgebiete werden Emissions- und Immissionsmodelle aufgebaut und u. a. anhand BfG-eigener Messdaten (eigener Tagungsbeitrag) kalibriert und validiert. Denn ein weiteres Ziel ist es, die schiffverkehrsbedingten Luftschadstoffbelastungen im Umfeld der Wasserstraße zu ermitteln, wobei nicht nur die statistischen und immissionsschutzrechtlich relevanten Kenngrößen der Luftschadstoffbelastung (vor allem Jahresmittelwerte), sondern auch die kleinräumigen Kurzzeitbelastungen durch einzelne Abgasfahnen der Schiffe von Interesse sind. In diesem Beitrag werden die Methodik und erste vorläufige Modellierungsergebnisse für den Rhein bei Worms vorgestellt.



Di-3-5 Luftqualität auf dem Rhein und in den Binnenhäfen von Duisburg und Neuss. Menge und Auswirkungen der Emissionen aus Schifffahrt und Hafenbetrieb auf die Stickoxidbelastung. Ergebnisse aus dem EU-Life-Projekt "Saubere Binnenschifffahrt" (CLINSH).

Dieter Busch

LANUV NRW

Anton Bergen, Kai Krause

Dieter.Busch@lanuv.nrw.de

Das internationale EU-Life-Projekt "Clean Inland Shipping" (CLINSH)¹ beschäftigt sich mit dem Einfluss der Emissionen von Binnenschiffen auf die Luftqualität und der Wirksamkeit verschiedener technischer Maßnahmen zur Reduzierung dieser Emissionen. Das nordrhein-westfälische Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV NRW) beteiligt sich an "CLINSH" mit detaillierten Untersuchungen zur Luftqualität auf dem Rhein und speziell in den Häfen von Duisburg und Neuss, Die deutsche Binnenschifffahrtsflotte ist im Durchschnitt mehr als 50 Jahre alt, die eingesetzten Antriebsmotoren sind im Schnitt über 30 Jahre alt. Strengere neue Abgasvorschriften (NRMM-Richtlinie) Vorschriften gelten nur für Neubauten von Schiffen oder für den Fall, dass ein alter Motor durch einen neuen ersetzt wird (Grandfathering). Daher ist kurzfristig nicht mit einer signifikanten Verringerung der Emissionen in der Binnenschifffahrt aufgrund von Flottenerneuerungen zu rechnen. Das LANUV hatte verschiedene Untersuchungsschwerpunkte, von denen ausgewählte Ergebnisse vorgestellt werden. 1. Untersuchung der Auswirkungen der Emissionen aus dem Schiffsverkehr auf dem Rhein auf die Luftqualität am linken und rechten Ufer bei Bimmen/Lobith. Durch Messstellen am Ufer und auf dem Rhein konnte die direkte immissionsseitige Wirkung der Emissionen von ca. 110.000 passierenden Schiffen pro Jahr bestimmt werden. Sie lag auf dem luvseitigen (linken) Ufer bei ca. 2 µg/m³ und auf dem leeseitigen Ufer bei etwa 3-4 µg/m³. 2. Untersuchung der Luftqualität in den großen nordrhein-westfälischen Binnenhäfen Neuss und Duisburg. Zur Erfassung der Luftbelastung mit NO₂ wurde ein spezielles Messprogramm mit 45 Messstellen (Passivsammler) und zwei automatischen Messstationen durchgeführt. Es stellte sich heraus, dass die NO₂-Belastungen in den Häfen in der Regel im Jahresmittel deutlich unter 40 µg/m³ lagen. Der Einsatz der automatischen Messstationen eröffnete zusätzliche Möglichkeiten. Die Messung der Stickoxidkomponenten erfolgt hier im 5-Sekunden Takt. Bei geeigneten Windrichtungen werden auf diese Weise die Emissionspeaks der vorbeifahrenden Schiffe sichtbar und quantifizierbar. Mit den gleichzeitig aufgenommenen AIS-Signalen der Schiffe wurde es möglich, sowohl Fahrtgeschwindigkeit als auch die Länge der verursachenden Schiffe aufzunehmen. Mit dieser Datenkombination konnten in Zusammenarbeit mit der Universität Bremen aus den landseitigen Messdaten Onshore-Emissionsfaktoren für die passierenden Schiffe abgeleitet werden. Mit diesen Resultaten entwickelte das LANUV eine Methode, die von den Schiffen ausgehenden Emissionsmengen realitätsnah zu bestimmen. Auch für die Erfassung der Emissionen der Schiffe an den Liegeplätzen entwickelte das LANUV ebenfalls



im Rahmen von CLINSH ein neues Verfahren. Auch hier nun realitätsnah ermittelte Emissionsmengen vor, die anhand der AIS-Daten und weiteren Angaben der Hafengebiete auch als Linien- oder Punktquellen georeferenzierbar wurden. Die Untersuchungen in Duisburg werden in Kooperation mit der BFG weitergeführt.



Di-3-6 Ermittlung von NO_x Emissionsraten fahrender Binnenschiffe aus In-situ Messungen am Ufer

Kai Krause

| Institut für Umweltphysik, Universität Bremen

Folkard Wittrock, Andreas Richter, Dieter Busch, Anton Bergen, John P. Burrows

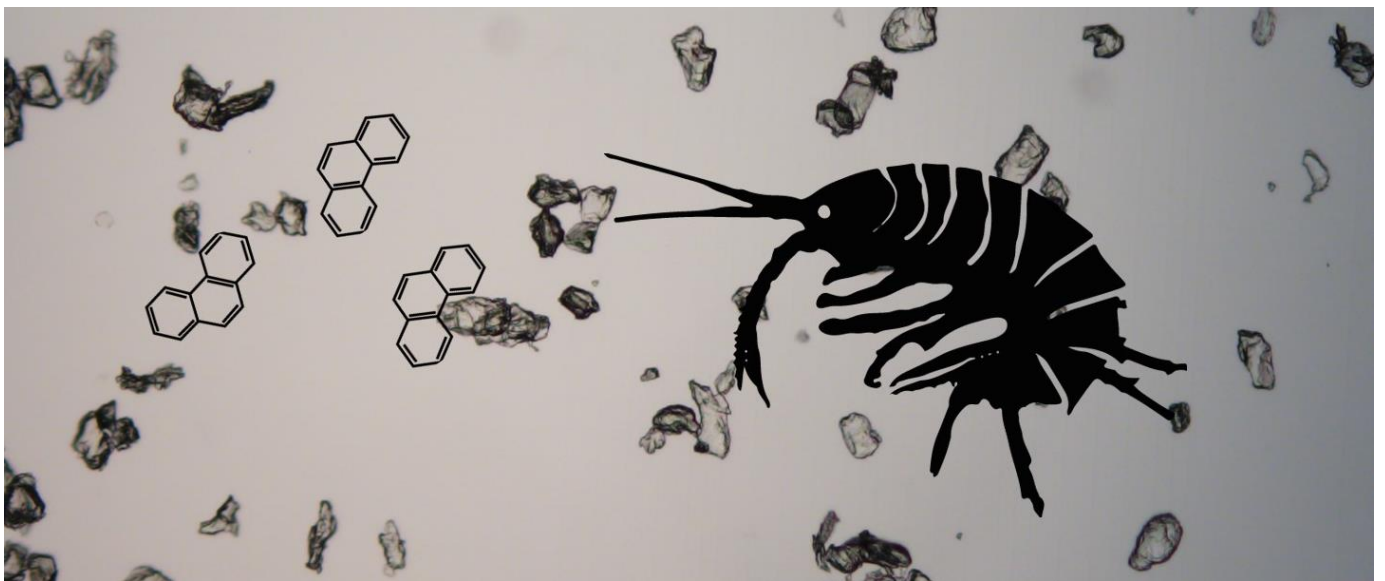
kakrau@iup.physik.uni-bremen.de

Schifffahrt im Allgemeinen ist eine wichtige Quelle von Stickoxiden (NO_x) in der Atmosphäre. Binnenschiffe nehmen dabei eine besondere Rolle ein, da sie sich entlang der Wasserstraßen der großen Flüsse bewegen und somit in unmittelbarer Nähe des Menschen emittieren. Im Rahmen des EU-Life-Projektes „Clean Inland Shipping“ (CLINSH) wurde eine Methode entwickelt, um aus zeitlich hochaufgelösten In-situ-Messungen von Messstationen im Uferbereich die Emissionsraten vorbeifahrender Schiffe zu ermitteln. Unter günstigen Windbedingungen wird die Abgasfahne eines vorbeifahrenden Schiffes zur Messstation am Ufer transportiert und führt dort zu einer kurzzeitigen Erhöhung (Peak) der gemessenen Stickoxidkonzentrationen. Dieser Peak kann mithilfe von AIS-Signalen (Automatic Identification System), einem Schiff zugeordnet werden. Aus den Höhen der Peaks lässt sich anschließend mithilfe eines Gauss-Wolkenmodells die Emissionsrate von NO_x ermitteln. Für CLINSH, wurde dieses Verfahren für zwei verschiedene Standorte (Duisburg und Neuss) für mehrjährige Messreihen angewendet und die Ergebnisse ausgewertet. In Duisburg konnten so 17711 Peaks und in Neuss 5200 Peaks eindeutig einem Schiff zugeordnet und die entsprechende Emissionsrate ermittelt werden. Die ermittelten Emissionsraten werden dann u. a. nach Schiffsgrößenklasse, Fahrtgeschwindigkeit über Grund und Fahrtrichtung zusammengefasst und beschreiben dann das Emissionsverhalten der erfassten Schiffe unter realen Betriebsbedingungen über einen mehrjährigen Zeitraum.



(Partikuläre) Stressoren: Ökotoxikologie, Risikopotentiale und Maßnahmen (Session 4)

Chairs: Sebastian Beggel, Henner Hollert





Mi-4-1 Assessing the impact of wastewater discharge on microbial biodiversity and community composition using DNA metabarcoding

Milena Esser

| Toxicology Centre, University of Saskatchewan

Yuwei Xi, Sabrina Schiwy, Markus Hecker, Markus Brinkmann, Henner Hollert

milena.esser@usask.ca

The discharge of effluents from wastewater treatment plants (WWTPs) is one of the most common anthropogenic impacts on river ecosystems. In addition to increased nutrient loading, which can lead to eutrophication and temporary oxygen depletion, increasing pollution with new contaminants has been observed in the past causing growing concern worldwide. Nevertheless, our knowledge of the effects of wastewater effluents on the receiving water body is still limited and responses have traditionally been studied by examining macroinvertebrate communities, while microorganisms have mostly been disregarded. As the most abundant living organisms on Earth, microorganisms play a key role in a variety of biogeochemical cycles and ecosystem services. Because they exhibit high rates of metabolism and growth, they are highly sensitive to changes in physicochemical properties, including inputs of organic and inorganic compounds and contaminants. This study investigated microbial biodiversity and its variability in a German river situated in an urbanized region using DNA metabarcoding. The study was conducted along a transect from 2.5 km upstream to 2.5 km downstream of a WWTP, distributed over 5 sampling sites. Sediments, biofilms, and the water body were sampled, and a wide range of prokaryotic and eukaryotic taxa were profiled. Effects of the wastewater discharge on microbiological characteristics were evident over a distance of 2.5 km downstream, indicating a widespread impact of the wastewater discharge on the ecology of the river. Several taxa were identified, indicative of various stressors such as xenobiotic contaminants (e.g., PAHs, PCBs, or dioxins) and fecal pollution. In addition, increased abundances of certain taxonomic groups that have been previously associated with organic pollution, steroid hormone occurrence, and contamination with anthropogenic pollutants were observed in the wastewater-influenced section of the river, along with the presence of microorganisms involved in wastewater treatment. In summary, this study demonstrates the great potential of DNA metabarcoding as a new tool for environmental biomonitoring. The comprehensive assessment of microorganisms now possible through next-generation sequencing (NGS) techniques could contribute to a more holistic approach in biomonitoring. Given their high sensitivity, short lifecycles, diversity, and ubiquity in the aquatic environment, they could be better indicators for assessing environmental impacts.



Mi-4-2 Da ist der (Kratz-)wurm drin: Parasiteninfektion verändert die Reaktionen von *Gammarus fossarum* auf konventionell gereinigtes Abwasser

Louisa Rothe

| Universität Duisburg-Essen, Aquatische Ökologie

Felix Löffler, Almut Gerhardt, Christian K. Feld, Robin Stift, Michael Weyand, Daniel Grabner, Bernd Sures

louisa.rothe@uni-due.de

Der Flohkrebs *Gammarus fossarum* ist verglichen mit Standard-Organismen wie Daphnien oder Chironomiden besonders sensitiv gegenüber konventionell gereinigtem Abwasser (Völker et al., 2019). Seine zentrale ökologische Bedeutung als Zerkleinerer sowie die gute Bestimmbarkeit machen ihn zu einem optimalen Kandidaten, um ökologische Fragestellungen zu untersuchen. *G. fossarum* ist nicht nur ein häufig vorkommender Fließgewässerorganismus, der sich als sensitiv gegenüber Spurenstoffen (z.B. aus Kläranlageneinleitungen) erwiesen hat, sondern dient auch häufig als Wirt für Larven des Kratzwurms *Polymorphus minutus*. Beide Stressoren, Parasiten und Spurenstoffe, sind in anthropogen überprägten Gewässern ubiquitär vorhanden. Dieser Vortrag behandelt daher die Einzel- und Kombinationswirkungen von Parasiten und Spurenstoffen auf *G. fossarum*, die im Rahmen eines 22-tägigen Mesokosmen-Experiments untersucht wurden. Dabei wurden die Mortalität, fünf Biomarker und die Bewegungsaktivität von infizierten und nicht infizierten *G. fossarum* analysiert, die entweder Flusswasser oder konventionell behandeltem Abwasser ausgesetzt waren. Beide Wasserqualitäten unterschieden sich deutlich hinsichtlich der vorhandenen Spurenstoffkonzentrationen. Ein Einfluss des Parasiten war bei allen Endpunkten deutlich sichtbar: Mit *P. minutus* infizierte Gammariden zeigten unabhängig von der Wasserqualität, der sie ausgesetzt waren, eine signifikant höhere Schwimmaktivität als nicht infizierte Gammariden. Der alleinige Einfluss des Abwassers äußerte sich lediglich in einem leichten Anstieg der Mortalität, der jedoch nicht signifikant war. Im Gegensatz dazu zeigten mit *P. minutus* infizierte Gammariden erhöhte Werte von drei Biomarkern (Aktivität der Phenoloxidase, Gehalte von Glykogen und Lipid). Die Stressor-Kombination aus Abwasser und *P. minutus*-Infektion führte zu den deutlichsten Auswirkungen, die sich in signifikant erhöhten Biomarker-Werten und der höchsten Mortalität niederschlugen. Unter ökosystemaren Bedingungen könnte das gleichzeitige Auftreten dieser Stressoren beispielsweise zu erhöhter Driftaktivität, verändertem Fraß- und Fluchtverhalten sowie erhöhter Mortalität bei *G. fossarum* führen. Da wir in unserer Studie zeigen konnten, dass Parasiten wichtige Modulatoren bei der Reaktion ihres Wirts auf Mikroschadstoffe sind, sollte Parasiten in Testorganismen in ökotoxikologischen Studien mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden. Gerade wenn mit Testorganismen gearbeitet wird, die nicht aus einer Laboraufzucht stammen, ist es ohne eine Untersuchung auf Parasiteninfektion kaum möglich, Wirkungen von Schadstoffen getrennt von Parasiten-induzierten Effekten zu betrachten.



Mi-4-3 Untersuchung von Nanopartikeln nach OECD GD318 zur Bestimmung der „dissolution rate“

Julien Dennerle

Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte
Ökologie

Torsten Klawonn, Heinz Rüdel, Rolf-Alexander Düring

julien.dennerle@ime.fraunhofer.de

Die Produktion und Verwendung von Metallnanopartikeln ist in den letzten Jahren stetig gestiegen. Ein Eintrag in die Umwelt und die Aufnahme durch Pflanzen und Tiere ist nicht ausgeschlossen. Metallische Nanopartikel können eine ökotoxikologische Relevanz für einige Organismen aufweisen. Verschiedene Studien zeigten, dass diese Toxizität auf der Freisetzung von Ionen beruht [1]. Zur umwelttoxikologischen Bewertung von Metallnanopartikeln ist daher oft die Untersuchung der „dissolution rate“ nach OECD Guidance Document (GD) 318 erforderlich [2]. OECD GD 318 beschreibt zwei Testsysteme: Den statischen Batch-Test, für den bereits Ergebnisse aus dem Projekt vorliegen, sowie den dynamischen Durchfluss-Test, für den im Ausblick eine mögliche experimentelle Umsetzung vorgestellt wird. Die Bestimmung der „dissolution rate“ nach OECD GD 318 basiert auf dem OECD GD 29 [3]. Im Rahmen dieses Projekts wurde ein statisches Testsystem auf Basis des OECD GD 318 etabliert und in diesen Nanoformen von Silber, Zink, Zinkoxid und Titandioxid untersucht. Da es sich um einen Leitfaden und nicht um eine Richtlinie handelt, gibt es bei der Umsetzung einen größeren Spielraum (z.B. bei Testmedien und Probenahmezeitpunkten). Anhand verschiedener Nanomaterialien soll aufgezeigt werden, welche Methoden möglich sind und wissenschaftlich gerechtfertigt werden können. Die Trennung der gelösten Ionen vom partikulären Anteil nach dem statischen Test erfolgt durch Zentrifugalultrafiltration. Die Metalle in der gelösten Fraktion werden mittels ICP-OES bzw. ICP-MS quantifiziert. Am Beispiel eines Silber-Nanomaterials wurde die „dissolution rate“ in einem „transformation/dissolution medium“ nach OECD GD 29 sowie in Reinstwasser bestimmt. Dabei zeigt sich deutlich ein Einfluss des Testmediums. Außerdem kann die Bestimmung der „dissolution rate“ teilweise eingeschränkt sein, wie sich am Beispiel eines Titandioxid-Nanomaterials zeigt. Obwohl die Bestimmungsgrenze (BG) von Titan bereits im ng/L Bereich liegt, zeigen sich gelöste Titan-Konzentrationen unterhalb der BG. Pragmatisch wird hier die BG als maximale Löslichkeit gewertet.

[1]: Li et al. (2011). Environmental science & technology, 45, 1977-1983

[2]: OECD (2020). Guidance Document 318, ENV/JM/MONO, 9; 2020

[3]: OECD (2001). Guidance Document 29, ENV/JM/MONO, 9; 2001



Mi-4-4 Microplastics induce changes in the composition but not the function of stream biofilm communities.

Alexandra Kroll | Oekotoxzentrum (CH)

Stephanie N Merbt, Manu Tamminen, Patrick A. Rühls, Bettina Wagner, Linn Sgier, Alexandra Kroll, Bernd Abel, Ahmed Tlili, Kristin Schirmer, Renata Behra

Alexandra.Kroll@oekotoxzentrum.ch

Microplastics (MP) are omnipresent in the aquatic environment and their abundance has been estimated to further increase. We here asked the question whether such small sized plastic pieces can be incorporated in stream biofilms and if biofilm structure and function are affected. Biofilms are highly complex microbial assemblages that coat submerged substrata; they comprise the base of the food web and play a key role in nutrient cycling. We investigated the interaction of 1-4 μm and 60-72 μm sized spherical polyethylene MP with weathered and native surface structure with stream biofilms. Specifically, we observed MP incorporation into growing biofilms and quantified biofilm growth, physical properties, and microbial community composition and function. All tested MP were incorporated into the biofilm matrix and neither size nor surface structure affected biofilm growth and function, such as primary and secondary production, and nutrient uptake efficiencies. However, we found a significant shift in 16s and 18s community composition between biofilms grown in presence and absence of MP that could indicate a shift of the ecological optimum and the metabolic pathways of the community. Moreover, the architecture and mechanical behavior upon compression of the biofilms were significantly altered due to MP presence, which suggests a different dislodgement during flood events. Together our results confirm stream biofilms as significant sinks for MP in stream environments and suggest MP as contributor to shaping microbial community composition.



Mi-4-5 ENTRANS: Investigating the ENvironmental impacts of TRANSformed engineered nanomaterials released from wastewater treatment plants

Sebastian Kuehr

Norwegian Institute for Water Research - NIVA, Ecotoxicology and Risk Assessment

Anastasia Georgantzopoulou, Andy M. Booth, Julia Farkas, Claire Coutris, Ralf Kaegi, Mark Rehkämper, Ailbhe Macken, Kuria Ndungu, Patricia Carvalho, Saer Samanipour, Kevin Thomas, Karina Petersen, Tânia Gomes, Maria T. Hultman, Adam Lillicrap

sebastian.kuehr@niva.no

The production, diversity and use of engineered nanomaterials (ENMs) increases globally as the market and number of applications for ENM expands. Silver (Ag), zinc (Zn) and titanium dioxide (TiO₂) ENMs are among the most widely used in industrial processes and consumer products leading to increased releases to wastewater treatment plants (WWTP) from domestic and industrial sources. Material flow analyses suggest that landfills or agricultural soils and sediments are the main receiving compartments for ENM, depending on the application and ENM type. However, knowledge on the fate and transformation of ENMs in WWTP biosolids following their use as fertilizer on agricultural land, their impacts on soil and sediment ecosystems released through run-off after land-application are only poorly understood. ENTRANS aims to improve the understanding of the behavior and physicochemical transformation processes impacting ENM in different environmental media (wastewater, biosolids, soil, sediment) and how this transformation influences ENM bioavailability, bioaccumulation and toxicity in organisms. The ENTRANS project will follow and characterize the physicochemical transformation of ENMs in WWTP and environmental compartments. Therefore, as one of the first steps, we tested different methods to extract ENMs from different environmental media such as soil, sewage sludge and animal tissue. The extracted ENMs were analyzed by single-particle ICP-MS and the data were compared with those of pristine particles. This allowed us to compare the suitability of the extraction methods and gain initial insight into the transformation processes. In the next steps, the transformation and further impact of these particles, including bioavailability, bioaccumulation, biodistribution and toxicity, will be tracked and studied by using isotopically labelled Ag, Zn and TiO₂ ENMs. In vitro and in vivo models will be used to provide a better understanding of the link between transformation, uptake and observed toxicity. Existing guidelines will be improved to incorporate environmentally relevant exposures and toxicity endpoints of regulatory relevance and novel bioassays will be developed focusing on immune and stress responses. The transformation processes, exposure and uptake, biodistribution and toxicity data will be carefully generated so that the obtained results can be integrated into computational fate and exposure models and a risk assessment can be performed.



(Partikuläre) Stressoren: Ökotoxikologie, Risikopotentiale und Maßnahmen (Session 5)

Chairs: Alexandra Kroll, Jochen Zubrod



Mi-5-1 Delineation of the exposure-response causality chain of chronic copper toxicity to the Zebra mussel, *Dreissena polymorpha*, with a TK-TD model based on concepts of biotic ligand model and subcellular metal partitioning model

Yen Le T.T.

| University of Duisburg-Essen, Department of Aquatic Ecology

Milen Nachev; Daniel Grabner; A. Jan Hendriks; Willie J.G.M. Peijnenburg; Bernd Sures

yen.le@uni-due.de

The first toxicokinetic-toxicodynamic (TK-TD) model was developed to delineate a whole exposure–response causality chain for describing chronic toxicity of metals. Such delineation was conducted by integrating various factors. The influence of water chemistry was accounted for in simulating metal uptake in terms of metal availability (using speciation models) and potential competition between cations for uptake sites (using the principle of the Biotic Ligand Model) as well. In addition, theoretical estimation of the metal concentration in the fraction of potentially toxic metal was obtained by including the subcellular metal partitioning. Such estimation was derived by considering various pathways for chelation of internalised metals by subcellular ligands in metabolism, detoxification, and elimination. Furthermore, the concentration of metals in the potentially toxic fraction was assumed to reasonably represent the concentration of metals at sites of toxic action and indicative of metal toxicity. Therefore, the model developed could be used: to predict metal accumulation considering impacts of water chemistry and biotic ligand characteristics; to model the dynamics of subcellular partitioning; and to predict chronic toxicity as represented by biomarker responses. The model was calibrated with data when the Zebra mussel *Dreissena polymorpha* was exposed for 24 days to Cu at nominal concentrations of 25 and 50 µg/L and with varied Na⁺ concentrations in water up to 4.0 mmol/L. The dynamics of subcellular Cu partitioning and the effect mechanism could be reasonably explained by the model. According to model calibration results, with a low affinity constant for binding to Cu²⁺ uptake sites, Na⁺ had limited influence on Cu²⁺ uptake at low Na⁺ concentrations in water. In addition, Cu²⁺ was taken up into the metabolically available pool (MAP) at a largely higher rate than into the cellular debris. Such differences were not seen in the measurements of Cu concentrations in these two fractions. Similar Cu concentrations were found in the MAP and the cellular debris at low exposure levels, attributed to sequestration pathways (metabolism, detoxification, elimination) in the MAP. However, similar Cu concentrations in detoxified fractions with increasing exposure levels and the increasing Cu concentration in the MAP indicate that such sequestration was inefficient.



Mi-5-2 Einfluss der Ozonung von Ibuprofen auf die ökotoxikologische Wirkung auf Grünalgen und Daphnien

Valentina I. Merkus | Universität Duisburg-Essen, Instrumentelle Analytische Chemie

Christina Sommer, Esther Smollich, Bernd Sures, Torsten C. Schmidt

valentina.merkus@uni-due.de

Ibuprofen ist eines der verbreitetsten Schmerzmittel in Deutschland und wird regelmäßig in Abwasser und Oberflächengewässern nachgewiesen. Um die Schadstofflast in Kläranlagenabflüssen zu reduzieren, kann als zusätzlicher Reinigungsschritt die Ozonung eingesetzt werden. Bei dieser werden organische Schadstoffe zu kleineren organischen Molekülen abgebaut. Die so entstehenden Transformationsprodukte können, wie auch die Ausgangssubstanz, ökotoxikologische Effekte haben.

Um die Änderung der Toxizität von Ibuprofen nach der Ozonung zu untersuchen, wurde der Arzneistoff bei pH 3 und 7 mit aufsteigenden Ozondosen oxidiert und die Wirkung der entstehenden Lösungen auf *Desmodesmus subspicatus* (Growth Inhibition Test) und *Daphnia magna* (Acute Immobilisation Test) ermittelt. Außerdem wurden die gebildeten Transformationsprodukte mittels LC-HRMS identifiziert und, wenn möglich, mit Standards bestätigt und mit LC-HRMS oder LC-UV quantifiziert, um eine Korrelation zwischen der Wirkung und den Produkten feststellen zu können.

Bei pH 3 verursachten weder die Ausgangssubstanz noch die ozonierten Lösungen eine Wachstumsinhibition der Grünalgen über 5 %, während bei pH 7 die Inhibition des Algenwachstums durch Ibuprofen bei etwa 20 % lag und mit zunehmender Ozondosis abnahm. Durch weitere Tests wurde ausgeschlossen, dass Restkonzentrationen an Ibuprofen in den Lösungen diese Effekte verursachten. Daher ist zu vermuten, dass bei pH 7 Transformationsprodukte entstanden, die eine inhibitorische Wirkung auf das Algenwachstum haben. Bei beiden pH-Werten zeigte die Ausgangssubstanz einen Effekt von etwa 40 % auf die Mobilität der Daphnien. Die Ozonung bei pH 7 hatte eine Abnahme dieses Effekts zur Folge, verursacht durch den Ibuprofenabbau. Auch bei pH 3 nahm der Effekt auf die Mobilität der Daphnien zu Beginn der Ozonung ab, stieg jedoch ab einem stöchiometrischen Verhältnis von 1:3 Ibuprofen:Ozon rapide an. Durch analytische Untersuchungen und ökotoxikologische Versuche mit bestätigten Transformationsprodukten konnte gezeigt werden, dass die beobachteten Effekte keinem dieser Produkte zugeordnet werden können. In einem Screening nach weiteren postulierten oder unbekanntem Transformationsprodukten wurden Massen gefunden, deren Bildung über die Ozondosis mit den toxischen Effekten korreliert. Für die daraus postulierten Substanzen sind jedoch keine Standards zur weiteren Untersuchung verfügbar. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Abschätzung des ökotoxikologischen Effekts bei der Ozonung nicht nur anhand der vorrangig gebildeten Produkte erfolgen kann, sondern erst die Untersuchung verschiedener Testsysteme mit Reaktionsgemischen eine umfassende Beurteilung ermöglicht.



Mi-5-3 Akute ökotoxikologische Effekte von Transformationsprodukten monomerer und polymerer bromierter Flammschutzmittel nach photolytischem Abbau

Esther Smollich

| Universität Duisburg-Essen, Aquatische Ökologie

Valentina I. Merkus, Torsten C. Schmidt, Bernd Sures

esther.smollich@uni-due.de

Bromierte Flammschutzmittel (brominated flame retardants; BFRs) werden weltweit Kunststoffen beigemischt, um Brandschutzvorgaben einzuhalten. Negative Umweltauswirkungen durch diese halogenierten organischen Additive sind bekannt, da sie oft über eine große Persistenz sowie ein hohes bioakkumulatives und toxisches Potential verfügen. In dem Bestreben die Umweltexposition durch BFRs zu verringern, wird seit wenigen Jahren ein erstes polymeres BFR, mit Verwendung in Polystyrol-Gebäudedämmungen, großflächig eingesetzt. Durch seine polymere Struktur ist dieser Stoff immobilere als herkömmliche BFRs und nicht bioverfügbar. Allerdings konnte gezeigt werden, dass durch abiotische Abbauprozesse kleinere, mobilere Abbauprodukte des Polymers gebildet werden, welche beispielsweise nach Ende der Nutzungsphase aus den Dämmstoffen in die Umwelt gelangen können. In dieser Studie wird der photolytische Abbau des polymeren BFRs sowie eines analog verwendeten monomeren BFRs, mittels chemischer Analytik und ökotoxikologischer Untersuchungen genauer betrachtet. Die beiden BFRs wurden in wässriger Umgebung mit UV-Licht bestrahlt, welches eine UV-Exposition der Substanzen von bis zu neun Tagen in Sonnenlicht simuliert. Die Entwicklung des organischen Kohlenstoffgehalts über die UV-Bestrahlungszeit wurde als NPOC (non-purgeable organic carbon) gemessen und die Entstehung organischer Transformationsprodukte mittels hochauflösender Massenspektrometrie (LC-HRMS) untersucht. Zusätzlich wurden standardisierte ökotoxikologische Tests mit *Desmodesmus subspicatus* und *Daphnia magna* mit den Endpunkten Wachstum beziehungsweise Mobilität durchgeführt (OECD 201 und 202). Die kontinuierliche Zunahme der NPOC-Konzentrationen in den Suspensionen der beiden BFRs bestätigt ihren photolytischen Abbau in wasserlösliche organische Transformationsprodukte. Durch ein Suspect Screening konnten für beide Flammschutzmittel jeweils etwa 20 Summenformeln von Transformationsprodukten identifiziert werden. Bei jeweils über 70 % der Produkte handelt es sich um bromierte Verbindungen. Vier der bromierten Produkte konnten mit Standards bestätigt werden. Die Verläufe der Peakflächen der Transformationsprodukte über die Bestrahlungszeit legen nahe, dass Produkte kontinuierlich gebildet und photolytisch zu sekundären Transformationsprodukten abgebaut werden. In den ökotoxikologischen Untersuchungen zum Algenwachstum konnten nur geringe Effekte durch die Abbaumischungen festgestellt werden, während größere Effekte auf die Daphnienmobilität auftraten. Die mittleren Effektkonzentrationen ($EC_{50}(48\text{ h})$) beider Testsubstanzen zeigen bei längerer Bestrahlungszeit und zunehmender Bildung von Transformationsprodukten eine Zunahme der akuten Toxizität auf Daphnien. Insgesamt



vertiefen die vorliegenden Untersuchungen das aktuelle Verständnis des Abbauverhaltens der betrachteten BFRs und zeigen beispielhaft die Relevanz von Abbau- und Transformationsprozessen in der Ökotoxikologie.



PFAS- Erfassung und Bewertung (Session 6)

Chairs: Heinz Rüdell, Jan Koschorreck



Mi-6-1 A generic method for the quantification of legacy, precursor and substitute PFASs in various sample matrices

Jana Rupp

Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ,
Department Analytical Chemistry

Thorsten Reemtsma, Urs Berger

jana.rupp@ufz.de

Highly fluorinated trace pollutants are ubiquitous around the globe including in remote areas and in humans. On the basis of the ever increasing number of studies stating the persistence, bioaccumulation potential and toxicity of many PFASs, mostly the long-chain perfluoroalkane acids have been regulated or banned. As a result, new PFASs have been introduced as substitutes. Concern has been raised as they are structurally closely related to the already regulated PFASs, differing for example only in an additional chlorine atom or an ether moiety. The analytical challenges of PFAS monitoring lie both in the broad spectrum of legacy and substitute PFASs and in the diversity of environmental and human matrices. This study aimed at developing a generic method for the simultaneous quantification of 12 PFASs, which is applicable to different environmental compartments ranging from sea gull egg to topsoil. The target analytes are selected legacy PFASs, five perfluoroalkane sulfonamido derivatives (precursors) as well as the substitution compounds 6:2 and 8:2 chlorinated polyfluoroether sulfonate (components of the product F-53B) and the mono- and polyether perfluoroalkane carboxylates with the trade names GenX and DONA. Samples from a variety of different matrices were obtained from the German Environmental Specimen Bank. Solid-liquid extraction was carried out by sonication, complemented by a dispersive clean-up step with graphitised carbon and followed by UHPLC-MS/MS-analysis. Results of the method performance and validation will be presented exemplarily for matrices from the aquatic environment. The multi-component method will further be applied to a larger sample set from the specimen bank to study spatiotemporal trends and the effectiveness of regulations in the ongoing monitoring project FLUORBANK. FLUORBANK is funded by the German Environment Agency, UBA (FKZ 3718 64 423 0, 2018-2022).



Mi-6-2 Das direkte TOP-Assay (dTOP) als Mittel zur Erfassung unbekannter PFAS in deutschen Flüssen

Bernd Göckener

Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie, Abteilung Umwelt- und Lebensmittelanalytik

Annette Fliedner, Heinz Rüdel, Mark Bücking, Alexander Badry, Jan Koschorreck

bernd.goeckener@ime.fraunhofer.de

Bedingt durch ihre außerordentlichen Eigenschaften werden per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) in unzähligen Industrieprozessen und Verbraucherprodukten eingesetzt. Die große Anzahl von mehreren Tausend heute bekannten PFAS stellt die chemische Analytik vor eine enorme Herausforderung. Summenparameter wie beispielsweise das Total Oxidizable Precursor Assay (TOP-Assay) gewinnen aus diesem Grund zunehmend an Bedeutung. Um einen umfassenderen Überblick über die Gesamtbelastung von Umweltproben mit PFAS zu ermöglichen, wurde das TOP-Assay am Fraunhofer IME weiter modifiziert. Beim sogenannten direkten TOP-Assay (dTOP) werden geringe Mengen einer Feststoffprobe mit hohen Mengen an Oxidationsmittel gänzlich aufgeschlossen. Dadurch werden auch nicht-extrahierbare PFAS erfasst, die im ursprünglichen TOP-Assay nicht nachgewiesen werden. Untersuchungen von Proben der Umweltprobenbank zeigen eine weiträumige Verbreitung unbekannter PFAS-Vorläufersubstanzen in den großen deutschen Flüssen. Sowohl in abiotischen (Schwebstoffe) als auch in biotischen Proben (Brassenleber und -filet) liefert das dTOP-Assay zumeist erheblich höhere Gehalte an PFAS als die Targetanalytik von bekannten PFAS. Folglich unterschätzt die Targetanalytik die tatsächliche PFAS-Gesamtbelastung in der Umwelt. Trendanalysen zeigen rückläufige Trends sowohl für die Gehalte bekannter als auch für die Gehalte unbekannter PFAS. Die zeitliche Abnahme fällt für die bekannten PFAS jedoch stärker aus als für die unbekanntes Vorläufersubstanzen, sodass die Targetanalytik die Abnahme der Gesamtbelastung an PFAS überschätzt. Entsprechend nimmt der proportionale Anteil der unbekanntes PFAS an der Gesamtbelastung mit der Zeit zu. Die Trends zeigen zudem eine Verschiebung des PFAS-Spektrums hin zu Vorläufersubstanzen von kürzerkettigen Perfluorcarbonsäuren. Die Ergebnisse zeigen die Relevanz von Summenparametern wie dem dTOP-Assay für eine umfassende Ermittlung und Bewertung der gesamten Umweltbelastung mit PFAS. In künftigen Untersuchungen soll die flächenhafte PFAS-Belastung deutscher Flüsse mithilfe von Schwebstoffproben der Bundesländer noch engmaschiger untersucht werden. Zudem sollen möglichst viele der unbekanntes Vorläufersubstanzen charakterisiert und identifiziert werden.



Mi-6-3 Digging out the toolbox – A comprehensive approach to determine the PFAS contamination in sediments

Marc Guckert

| Technologiezentrum Wasser - Karlsruhe

Marco Scheurer, Mario Schaffer, Karsten Nödler

marc.guckert@tzw.de

Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) are anthropogenic organic chemicals, possessing unwanted environmental properties like bioaccumulation, persistence and toxicity. Due to their unique characteristics such as water and oil repellency, thermal and acid resistance and surface activity, PFAS are widely used in industrial applications, resulting in ubiquitous occurrence of PFAS in the environment. The aim of this study was to determine the PFAS contamination in sediments and suspended solids in Lower Saxony, using a comprehensive approach. For this reason, material from 42 WFD (water framework directive) surveillance monitoring stations was analyzed via target analysis (43 substances (perfluoroalkyl acids, precursors, novel substitutes)), and sum parameters (extractable organic fluorine (EOF), total oxidizable precursor (TOP) assay). A ubiquitous contamination with PFAS in sediments was observed (detected in 73 % of samples analyzed). Local hotspots were identified via EOF and could be confirmed by combination of target analysis and TOP Assay. However, the EOF could only be entirely elucidated in one sample (39 µg/kg perfluorooctanesulfonic acid). Further discrepancies were observed between target analysis and TOP Assay, as the increase in measured perfluorinated carboxylic acids after TOP Assay could not be fully explained by the precursors measured in target analysis, indicating high concentrations of unidentified precursors



Mi-6-4 Erfassung der PFAS-Belastungssituation in Umweltproben – Schnelle & sensitive PFAS-Summenparameteranalytik mittels HR-CS-GF-MAS

Lennart Gehrenkemper | Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Fachbereich
1.1: Anorganische Spurenanalytik

Fabian Simon, Marcus von der Au, Björn Meermann

lennart.gehrenkemper@bam.de

In der Verbindungsklasse der per- und polyfluorierte alkylichen Substanzen (PFAS) werden über 5200 organische Verbindungen zusammengefasst. PFAS sind an mindestens einem Kohlenstoffatom vollständig fluoriert. Sie werden mit negativen Einflüssen auf die menschliche und tierische Gesundheit assoziiert, sind extrem persistent in der Umwelt und bioakkumulieren entlang von Nahrungsnetzen. Daher zählen PFAS zu den „emerging pollutants“. Gleichzeitig machen ihre physikalisch-chemischen Eigenschaften sie für die Verwendung in diversen technischen Anwendungen attraktiv. Sie sind sowohl hydro- als auch lipophob und weisen durch die starke C-F-Bindung hohe thermische sowie chemische Beständigkeit auf. Erste Regulierungen einiger PFAS in Kombination mit den technisch hervorragenden Eigenschaften erzeugen einen Innovationsdruck und führen zu einem enormen Anstieg in der Zahl der Substitutionsverbindungen. Auf Grund der steigenden Komplexität der Substanzklasse ist die Target-Analytik nicht in der Lage eine solche Vielfalt und Vielzahl an Analyten zu erfassen. Für eine akkurate Erfassung der Belastungssituation durch PFAS, die Identifikation von PFAS-Hotspots und eine Bewertung von geeigneten Sanierungsmaßnahmen ist daher eine geeignete PFAS-Summenparameteranalytik notwendig. Daher geben wir hier Einblicke in den aktuellen Stand der PFAS-Summenparameterentwicklung und präsentieren unsere neusten Ergebnisse zur Methodenentwicklung für die quantitative Analyse von PFAS als extrahierbares organisch gebundenes Fluor (EOF) in Umweltproben mittels hochauflösender Molekülabsorptionsspektrometrie (HR-CS-GFMAS). Hierfür optimierten wir die Extraktion von PFAS aus verschiedenen Feststoff-Matrizes (bspw. Böden und Sedimenten) bei zeitgleicher Abtrennung anorganischen Fluorids. Durch den Zusatz von Galliumsalz-Lösungen als „modifier“ in der HR-CS-GFMAS kann Fluor indirekt sehr selektiv durch die in situ Bildung von GaF sehr nachweisstark (instrumentelle LOQ $\sim 3 \mu\text{g/L}$) quantifiziert werden.



Mi-6-5 Herausforderungen bei der Anwendung von Summenparametern (EOF/AOF) in der PFAS-Analytik

Philipp Wittwer

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Fachbereich 4.3

Philipp Roesch, Christian Vogel, Franz-Georg Simon

philipp.wittwer@bam.de

Eine targetbasierte PFAS-Analytik ist im Hinblick auf die mittlerweile bekannten > 4700 PFAS-Verbindungen nicht allein ausreichend zur adäquaten Bestimmung von PFAS-Kontaminationen bei Schadensfällen. Daher ist der zusätzliche Einsatz von Summenparametern eine sinnvolle Erweiterung in diesem Bereich. EOF (Extractable Organic Fluorine) und AOF (Adsorbable Organic Fluorine) sind zwei solche Methoden zur Bestimmung des gesamten organischen Fluorgehaltes. Wir haben uns zuerst mit den Limitierungen dieser Methoden beschäftigt und anschließend verschiedene Bodenproben mittels EOF untersucht. Zusätzlich haben wir auch erstmals den Einsatz von XANES-Spektroskopie zur Untersuchung von Bodenproben in Hinblick auf PFAS-Verbindungen getestet.



Mi-6-6 Untersuchung von PFAS-Summenparameter-Methoden – Vergleich zwischen AOF vs. EOF und CIC vs. HR-CS-GFMAS

Fabian Simon

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Fachbereich 1.1

Lennart Gehrenkemper, Marcus von der Au, Björn Meermann

michael-fabian.simon@bam.de

Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS) sind eine Substanzklasse mit über 5200 Verbindungen. Aufgrund der Persistenz, Bioakkumulation in Nahrungsketten, Toxizität und der ubiquitären Verbreitung von PFAS zählen sie zu den „emerging pollutants“. Die PFAS-Analytik ist wegen den vielfältigen physikalisch-chemischen Eigenschaften und der sehr hohen Anzahl an PFAS eine große Herausforderung. Da es für viele Anwendungen noch ungewiss ist, welche PFAS verwendet werden, wie sie in die Umwelt gelangen und welche Transformations- bzw. Abbauprodukte entstehen, stoßen analytische Ansätze, die nur auf Einzelsubstanzen abzielen, hier an ihre Grenzen. Weiterhin wird die Analytik aufgrund der Substitution von bereits regulierten PFAS mit ständig steigenden Anzahlen an PFAS-Verbindungen in der Umwelt konfrontiert. PFAS-Summenparameter-Methoden, die ein nahezu vollständiges Abbild der PFAS-Belastungssituation wiedergeben, werden daher immer wichtiger. In unserer Studie haben wir die zwei meistverwendeten PFAS-Summenparameter, das adsorbierbare organisch gebundene Fluor (AOF) und das extrahierbare organisch gebundene Fluor (EOF), miteinander verglichen. Beide Summenparameter können zur Analyse mit entweder combustion-Ionenchromatographie (CIC) oder hochauflösender MolekülabSORptionsspektrometrie (HR-CS-GFMAS) gekoppelt werden. Hierbei diskutieren wir die Vor- und Nachteile sowohl von beiden Summenparameter- als auch beider Detektions-Methoden. Die Untersuchungen wurden mit Oberflächenwasserproben aus der Spree in Berlin durchgeführt. Neben AOF und EOF wurde auch der Gesamt-Fluorgehalt (TF) mit CIC sowie HR-CS-GFMAS bestimmt. Die Fluor-Massenbilanzierung zeigte, dass das Verhältnis AOF/TF höher als das Verhältnis EOF/TF war. Dabei machte der AOF 0.14–0.81% vom TF und der EOF 0.04–0.28% vom TF aus. Insgesamt war die neue EOF/HR-CS-GFMAS-Methode schneller, präziser und sensitiver als die bereits etablierte AOF/CIC-Methode. Beide Methoden sind vielversprechend für die zukünftige Überwachung von Umweltproben und bilden die Grundlage für mögliche Grenzwerte, die auf die Summe PFAS abzielen.



Schnappschüsse/Kurzvorträge

Chairs:	Session 1&2:	Cornelia Kienle, Ali Kizgin
	Session 3:	Phillipp Eger, Patrick Wagner
	Session 4&5:	Sebastian Beggel, Alexandra Kroll
	Session 6:	Heinz Rüdell, Jan Koschorreck



Di-KV-1 Beiträge zum Monitoring von Mikroplastik in sächsischen Gewässersedimenten

Kathrin Harre

Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Fakultät
Landbau/Umwelt/Chemie

Julia Harzdorf, Richard Zeumer, Sven Schirrmeister, Lukas Kurzweg, Yasmin Adomat,
Thomas Grischek, Sylvia Rohde

kathrin.harre@htw-dresden.de

Sedimentproben aus Fließgewässern 1. und 2. Ordnung wurden unter Berücksichtigung des Gewässermessnetzes des Bundeslandes Sachsen vom LfLUG Sachsen und der HTW Dresden auf Ihre Mikroplastikbelastung untersucht. Dabei kamen Methodenkombinationen zum Einsatz, die die Anforderungen einer routinemäßigen Überwachung im Rahmen der Gewässergütekontrolle berücksichtigen. An 29 Probenahmestellen wurden Sedimentproben aus dem fließenden Gewässer entnommen. Einige ausgewählte Stellen wurden ein Jahr später erneut beprobt. Um eine rasche und effiziente, in der Routineüberwachung einsetzbare Identifizierung und Quantifizierung der Mikroplastikbelastung zu ermöglichen, sollte eine Anreicherung der polymerhaltigen Anteile erfolgen. Als Anreicherungsmethoden kamen die einfache und mehrfache Elektroseparation und eine Kombination aus Elektroseparation und Dichteseperation zum Einsatz. Die Identifizierung und Quantifizierung erfolgte mittels Dynamischer Differenzkalorimetrie (DSC) und wurde durch IR-Methoden ergänzt. Der Identifizierung mittels DSC liegt ein Datenbankabgleich der Thermogramme zugrunde. Die Quantifizierung erfolgte auf der Grundlage von polymerspezifischen Kalibrierungen, welche für LDPE, HDPE, PP, PET, PS, PVC und PA in diese Studie einbezogen wurden. Je nach Probenbeschaffenheit wurden mit der Elektroseparation unterschiedliche Abscheidegrade erzielt, die mehrheitlich zwischen 80 und 99,4% lagen. In drei Fällen wurden Abscheidegrade unterhalb von 60% beobachtet. Durch Kombination von Elektroseparation und Dichteseperation konnten Abscheidegrade von bis zu 99,99% erreicht werden, bei zwei Proben mit einem höheren Anteil an biologischem Material lagen die Werte zwischen 95% bzw. 97 %. Aus den Kalibrierdaten wurden polymerspezifische Nachweis- und Bestimmungsgrenzen für die DSC abgeleitet. Zusammen mit den probenspezifischen Abscheidegraden ergibt sich damit ein sehr unterschiedliches Bild für die jeweiligen Nachweisgrenzen, die Werte unterhalb von 1 mg Polymer pro kg Trockenmasse des Sediments erreichen können. Nur an fünf Probenahmestellen konnte Mikroplastik nachgewiesen und identifiziert werden. Es wurden HDPE, PP und PA nachgewiesen. Die Belastung ist bis auf einen Fall unterhalb der Bestimmungsgrenze einzuordnen. Eine Quantifizierung konnte nur für die Probe aus dem Lungwitzbach durchgeführt werden und ergab eine sehr niedrige Belastung in der Größenordnung von 1 mg HDPE pro kg Trockenmasse des Sediments. Eine hohe ubiquitäre Belastung der Sedimente aus den fließenden Gewässern kann aus unseren Daten nicht abgeleitet werden. Die Methodenkombination aus Elektroseparation, Dichteseperation und DSC eignet sich grundsätzlich, um eine regelmäßige Umweltüberwachung durchzuführen und sollte zur Routinereife weiterentwickelt werden.



Di-KV-2 Chancen und Herausforderungen der elektrochemischen Bestimmung des chemischen Sauerstoffbedarfs

Samira Lambertz

Friedrich-Schiller-Universität Jena, Institut für Technische Chemie und Umweltchemie

Patrick Bräutigam, Michael Stelter

samira.Lambertz@uni-jena.de

Der chemische Sauerstoffbedarf (CSB) ist ein wichtiger Summenparameter in der Untersuchung des Zustands natürlicher Gewässer, kommunaler und industrieller Abwässer. Er kann weiterhin zur Überwachung und Steuerung von Kläranlagen eingesetzt werden. In der Abwasserverordnung soll der CSB in Zukunft durch den Gesamten organischen Kohlenstoff (TOC) ersetzt werden, obwohl dieser eine andere Aussagekraft hat und in Kläranlagen nicht gleichwertig zur Untersuchung der Abbaubarkeit von Abwässern verwendet werden kann. Grund für den Ersatz der Methode sind die umweltschädlichen Chemikalien, die bei der Methode eingesetzt werden. Alternative Methoden für die Untersuchung des chemischen Sauerstoffbedarfs werden schon seit längerem untersucht, ohne bisher eine Anwendung zu finden. Eine Möglichkeit zur reagenzfreien Bestimmung des CSBs ist die elektrochemische Oxidation an Diamant-Elektroden. Dabei wird sich zunutze gemacht, dass elektrochemisch Hydroxyl-Radikale gebildet werden, die für die Oxidation aller organischen Stoffe geeignet sind. Eine Chance der elektrochemischen Messung des chemischen Sauerstoffbedarfs ist, dass sie durch die kurze Messzeit und die Möglichkeit der Automatisierung zur kontinuierlichen Überwachung des CSBs in Kläranlagen eingesetzt werden und damit auch die Steuerung der biologischen Reinigungsstufe der Kläranlage anhand dieses Parameters erfolgen kann. Zu den Herausforderungen bei der Entwicklung dieser Methode zählt unter anderem die Selektivität der Oxidation. Zwar können durch die an der Elektrode gebildeten Hydroxyl-Radikale auch schwer oxidierbare organischen Stoffe oxidiert werden, jedoch gibt es ab einer bestimmten CSB-Konzentration eine Selektivität in Bezug auf die Geschwindigkeit, mit der die Reaktion abläuft. Diese führt dazu, dass Lösungen unterschiedlicher organischer Stoffe mit demselben CSB unterschiedliche Stromsignale zeigen. Es wurde bisher keine Methode entwickelt, die in Bezug auf den Konzentrationsbereich mit der Standardmethode mithalten kann. Die Ausweitung des Konzentrationsbereichs wird Teil zukünftiger Forschung sein. Schon jetzt bietet die Methode die Chance zur Bestimmung des CSBs von Abwässern mit bekannter bzw. gleichbleibender Zusammensetzung über einen breiten Konzentrationsbereich in einer weit kürzeren Zeit als mit der Standardmethode. Weiterhin können Proben mit einem geringen CSB im Bereich des Auslaufs von Kläranlagen schon jetzt präzise bestimmt werden. Dieser Vortrag soll eine grundlegende Einführung in die elektrochemische Bestimmung des CSBs an Diamant-Elektroden geben und die Chancen und Herausforderungen anhand eigener Forschungsergebnisse darstellen.



Di-KV-3 Entwicklung eines Cloud-basierten Frühwarn-Systems für vermehrtes Algenwachstum und Freisetzung von Algentoxinen in Oberflächengewässern mittels online-Parameterermittlung

Andreas Auernhammer | Technische Universität München, Institut für Wasserchemie

Cindy Dongxin Hu, Michael Seidel

a.auernhammer@tum.de

Die durch den Klimawandel und die Eutrophierung der Gewässer begünstigte massenhafte und spontane Vermehrung von Cyanobakterien wurde in den letzten Jahren immer häufiger beobachtet. Während eines exponentiellen Wachstumsschubs von Cyanobakterien steigt die Belastung der Gewässer mit Cyanotoxinen. Cyanotoxine stellen sowohl für das betroffene Ökosystem als auch für die menschliche Gesundheit eine Bedrohung dar. Um Unfällen vorzubeugen, ist eine umfassende Überwachung potentiell gefährdeter Gewässer dringend erforderlich. In Zusammenarbeit mit AUG Signals, Kanada, wird ein Online-Überwachungssystem mit Cloud-basierter Datenverarbeitung entwickelt, um verstärktes Cyanobakterienwachstum und Algenblüten frühzeitig vorhersagen und die Freisetzung von Algentoxinen bestimmen zu können. Das Online-Monitoring-System soll Informationen über bestimmte Parameter sammeln, die zu übermäßigem Wachstum von Cyanobakterien führen können, und diese mit Hilfe eines Cloud-basierten Datenmanagement-Systems auswerten. Teil des Projekts ist das TRITON-Wasser-Sensorsystem, ein von AUG Signals entwickelter Prototyp, mit dem gesammelte Oberflächenwasserproben im Labor analysiert, oder bei Feldmessungen Echtzeitdaten von Gewässern online bereitgestellt werden können. Das TRITON-Wasser-Sensorsystem besteht aus zwei Hauptkomponenten, darunter ein optisches Sensormodul, das eine UV-VIS-Absorptionsspektralanalyse im Bereich von 200 bis 850 nm liefert, und eine Sonde, die pH, Temperatur, Leitfähigkeit, TDS und TSS, Trübung, gelösten Sauerstoff sowie Nitrat und Gesamtnitrat aufnimmt. Dieses Sensorsystem wird mit einem vollautomatischen indirekten kompetitiven Durchfluss-Mikroarray-Immunoassay zur gleichzeitigen Detektion und Quantifizierung verschiedener Cyanotoxine mit automatisierten Probenvorbereitungs- und Anreicherungsschritten für freie und intrazelluläre Toxine kombiniert. Der Immunoassay wird auf dem Microarray Chip Reader (MCR R) in weniger als 7 Minuten durchgeführt. Für Microcystin-LR liegt die Nachweisgrenze z. B. bei 4,8 µg/L. Niedrigere Toxinkonzentrationen können mit Hilfe der immunomagnetischen Separation nachgewiesen werden. Damit können auch intrazelluläre Toxine quantifiziert werden, ohne dass die Sensitivität des Immunoassays durch Zell- oder Matrixkomponenten negativ beeinflusst wird. Das Frühwarnsystem wird in der Lage sein, mehrere Sensordaten parallel zu sammeln und zu verarbeiten. Das Oberflächenwasser wird kontinuierlich mit dem TRITON-Wasser-Sensorsystem überwacht. Signifikante Veränderungen bei Schlüsselparametern weisen auf die Entstehung von Algenblüten hin und der MCR R bestätigt den Anstieg von Cyanotoxinen. Somit sind Handlungsanweisungen für eine bessere Risikobewertung möglich.



Di-KV-4 Polychlorierte Biphenyle (PCB) in Grubenwässern – kongenerspezifische Analyse mittels SPME-GC-MS

Katrin Wiltschka

Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung, Interdisziplinäres
Forschungszentrum für biowissenschaftliche Grundlagen und
Umweltsicherung (iFZ), Justus-Liebig-Universität Gießen

Rolf-Alexander Düring, Leonard Böhm

katrin.wiltschka@umwelt.uni-giessen.de

Polychlorierte Biphenyle (PCB) gehören zu den persistenten organischen Schadstoffen (POP), die seit 2001 weltweit verboten sind und bereits in sehr geringen Konzentrationen eine chronische Toxizität ausüben können. Trotz der geringen Konzentrationen im Wasser können sich vor allem die höher chlorierten PCB aufgrund ihrer physikochemischen Eigenschaften in Nahrungsnetzen anreichern. Als Industriechemikalien hergestellt, wurden PCB als Isolieröl in Transformatoren und Kondensatoren verwendet, auch im Bergbau unter Tage. Als Hinterlassenschaft des Bergbaus enthalten zahlreiche (stillgelegte) Bergwerke noch relevante Mengen an PCB. Das Grubenwasser muss regelmäßig abgepumpt und in Flüsse eingeleitet werden, begleitet von einem qualitativen und quantitativen Monitoring. Aufgrund hoher Salz- und Metallkonzentrationen stellt Grubenwasser einen der mengenmäßig größten Schadstoffströme der Welt dar und hat das Potenzial, Gewässer, Naturschutzgebiete und Grundwasserleiter zu kontaminieren. Allerdings werden bis heute vor allem anorganische Schadstoffe berücksichtigt und behandelt. Wenn ein Monitoring von PCB stattfindet, zielt es hauptsächlich auf sechs Indikator-PCB ab. In der vorliegenden Studie wurde eine Methode basierend auf der Festphasenmikroextraktion (solid-phase microextraction, SPME), kombiniert mit der Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS), für die sensitive Extraktion zahlreicher PCB-Kongeneren aus Grubenwasser optimiert. Als Ergebnis wurde eine große Anzahl von PCB-Kongeneren in Wasser aus verschiedenen Bergwerken in Deutschland nachgewiesen, die eine unterschiedliche Menge und Zusammensetzung von PCB-Kongeneren aufweisen. Die vorgestellte Methode ermöglicht eine umfassende und arbeitssparende Analyse von PCB zu deren Monitoring in matrixreichen Grubenwässern.



Di-KV-5 Entwicklung von Sammel- und Analysestrategien für *Legionella pneumophila* in Aerosolen aus Verdunstungskühlanlagen

Lena Heining

Technische Universität München, Lehrstuhl für Analytische Chemie und Wasserchemie

Laura Welp, Achim Hugo, Michael Seidel

lena.heining@tum.de

Immer wieder kam es in den letzten Jahren zu Ausbrüchen von Legionellen, was letztendlich auf kontaminierte Verdunstungskühlanlagen zurückgeführt werden konnte. Die 42. BImSchV sieht zwar eine regelmäßige Überwachung des Kühlwassers vor, jedoch besteht die Gefahr für eine Erkrankung vor allem durch die Inhalation von austretenden Aerosolen. Deshalb ist es wichtig, Informationen über die Verteilung dieser Bakterien zwischen Wasser- und Luftphase zu erhalten. Ein weiteres Problem ist der Übergang der Legionellen in den sogenannten „viable but not culturable“ (VBNC) Status. Dadurch sind die Legionellen zwar lebensfähig und pathogen, aber nicht mehr kultivierbar, was bei einer Analyse durch Kultivierung zu einer Unterbestimmung führen kann. Da die Kultivierung immer noch als Standardmethode angewandt wird, ist es von Bedeutung kulturunabhängige Methoden zu etablieren, die zusätzlich eine kürzere Analysedauer aufweisen. Mit einem antikörperbasiertem Chemilumineszenz-Sandwich-Immunoassay wurde eine Sero- und Subtypisierung auf einer flussbasierten Mikroarray-Analysenplattform möglich. Als molekularbiologische Methode wurde auf demselben Analysesystem eine heterogene asymmetrische Rekombinase-Polymerase-Amplifikation mit vorgeschalteter Propidiummonoazidbehandlung für die Unterscheidung zwischen lebenden und toten Zellen angewandt. Zusätzlich wurden diese Analysetechniken mit der Methode der Kultivierung verglichen. Es wurde eine Aerosolkammer entwickelt, in der gezielt Experimente mit Bioaerosolen durchgeführt werden können, ohne dass eine Gefahr der Exposition mit pathogenen Bakterien besteht. Dazu wird eine zur Sicherheitswerkbank umgebaute Glovebox mit Unterdruck betrieben und Öffnungen für Zu- und Abluft sind mit HEPA-Filtern versehen. In der Kammer ist die Charakterisierung verschiedener Aerosolsammler hinsichtlich Wiederfindung und Überleben von *L. pneumophila* möglich, indem Bakteriensuspensionen mit einem Pari LC vernebelt und schließlich mit Zyklonsammler (Coriolis μ), Impinger (AGI 30) und Impaktor (NGI) gesammelt werden. So kann die bestmögliche Strategie für das Sammeln von legionellenhaltigen Aerosolen aus Verdunstungskühlanlagen entwickelt werden. Im weiteren Vorgehen wird eine Laborrückkühlanlage in die Aerosolkammer integriert werden, in welcher ein Biofilm mit *L. pneumophila* kultiviert wird. Einerseits lassen sich so Informationen über die Einflussfaktoren auf die Verteilung der Legionellen zwischen Wasser- und Luftphase erlangen. Zum anderen ergeben sich dadurch Möglichkeiten, Untersuchungen zur Entfernung von kontaminiertem Biofilm durchzuführen.



Di-KV-6 Gestaltung eines Verbundprojekts für die Bereitstellung kulturunabhängigen Screeningmethoden zur Bestimmung von Legionellen Konzentrationen in technischen wasserführenden Anlagen

Philipp Streich

Technische Universität München, Lehrstuhl für Analytische Chemie und Wasserchemie

Johannes Redwitz, Edith Harbich, Björn Biedermann, Sandra Walser-Reichenbach, Caroline Herr, Christian Lück, Michael Seidel

philipp.streich@tum.de

Verdunstungskühlanlagen, Kühltürme oder Nassabscheider sind immer wieder die Quelle für Legionellenausbrüche. Anfang Juli 2021 wurde beispielsweise im Landkreis Heilbronn ein Anstieg an Legionellose-Erkrankungen festgestellt. Fünf Personen aus vier naheliegenden Ortschaften haben sich mit Legionellen infiziert, von denen zwei im Krankenhaus an der Infektion starben. Das Gesundheitsamt hat Trinkwasser als Expositionsquelle ausgeschlossen und verordnete somit drei Betreiber von Verdunstungskühlanlagen ihre Anlagen aus präventiven Gründen zu desinfizieren, ohne die Quelle des Ausbruchs zu kennen. Nach der 42. BImSchV wird die Wasserqualität solcher Anlagen nach der Kulturmethode überprüft. Jedoch dauert es bis zu 14 Tage bis Ergebnisse zum Zustand der überprüften Anlagen vorliegen, da Legionellen eine langsame Wachstumsrate haben. Abhängig vom Betrieb kann die Wasserbeschaffenheit und Qualität nahezu täglich wechseln. Um diese Änderungen exakt erfassen zu können sind kulturunabhängige Screeningmethoden notwendig, die Ergebnisse binnen eines Tages liefern. Das Ziel des LegioRapid-Projekts ist die Bereitstellung von Methoden und Protokollen für den Aufbau von umweltanalytischen Expertenlaboratorien zur schnellen Quantifizierung von Legionellen-Konzentrationen. Die dafür verwendeten Screeningmethoden lassen sich in molekular biologische, wie zum Beispiel die Lebensfähigkeits-qPCR oder Antikörper-basierte Immunoassays wie die Immunomagnetische Separation gekoppelt mit Durchflusszytometrie und der Chemilumineszenz-Sandwichmikroarray-Immunoassay einteilen. Alle Detektionsmethoden müssen mit einer Anreicherungsmethode gekoppelt werden, damit sie im Bereich der Prüf- und Maßnahmenwerte nach der 42. BImSchV validiert werden können. Seitens der LGL wurde ein Validierungsprotokoll definiert, nach dem die Gesamtmethoden als quantitative oder qualitative Screeningmethoden überprüft werden, um deren Effizienz, Reproduzierbarkeit und Robustheit zu verifizieren. In der ersten Phase wurde EVIAN Wasser als standardisierter Matrix verwendet, indem bekannte Legionellen-Konzentrationen aufgestockt und die Gesamtmethoden darauf kalibriert wurden. In der Durchführung ist aktuell die zweite Phase, bei der zusätzlich wasserchemische Substanzen zugesetzt werden, um künstliches Anlagenwasser zu simulieren und die Gesamtmethoden darauf zu kalibrieren. In der letzten Phase des Validierungsprotokolls werden bis zu 200 Realproben gesammelt und mit jeder Methode analysiert. Um die Korrelation der einzelnen Gesamtmethode zu untersuchen, wird parallel die Kulturmethode durchgeführt. Für die Zukunft sollen kulturunabhängige Methoden für eine effektive Gefährdungsbeurteilung im Sinne der 42. BImSchV für Legionellen-



Umwelt 2021 Schnappschüsse/Kurzvorträge

Kontaminationen verwendet werden. Das Validierungsprotokoll wird in der VDI Richtlinie 4250 Blatt 2 publiziert und soll zur Gründung umweltanalytischer Expertenlaboratorien für kulturunabhängiger Methoden helfen.



Di-KV-7 Quantifizierung und Monitoring von *Legionella* spp. in biologischen Abluftreinigungsanlagen mittels Chemilumineszenz-basierter Detektion auf einem Mikroarray

Gerhard Schwaiger

Technische Universität München, Lehrstuhl für Analytische Chemie und Wasserchemie

Michael Seidel

Gerhard.Schwaiger@tum.de

Legionella spp. sind eine Gruppe von humanpathogenen Bakterien, die in allen Arten von Süßwassersystemen vorzufinden sind. Die steigende Anzahl an Legionellose-Ausbrüche, eine lebensgefährliche Lungenkrankheit, ist eine wachsende Herausforderung für das öffentliche Gesundheitswesen. Eine Infektion tritt meist über Aerosole auf, deshalb sind neben Duschen, Kühltürmen und Verdunstungskühlanlagen auch Luftfiltersysteme ein Risiko. Bioaktive Luftfilteranlagen, wie sie in der Schweinemast verwendet werden, sind bisher noch wenig untersucht und können aufgrund lebender Mikroorganismen nicht mit Pestiziden behandelt werden. Deshalb wird eine schnelle und sichere Detektionsmethode benötigt, um Monitoring Versuche durchzuführen und eine Risikobewertung zu ermöglichen. Kultivierung, wie sie nach der EN ISO 1731:2017 angewandt wird, benötigt 7-10 Tage und unterschätzt meist die Anzahl an vorhandenen Legionellen, da ein Teil in einem lebendigen, aber nicht kultivierbaren Zustand vorliegt. Außerdem können aufgrund der hohen Biodiversität in den Realproben Agarplatten überwachsen werden. Deshalb wurde ein Chemilumineszenz (CL) basierter DNA-Mikroarray entwickelt, der mit einem einfachen und kostengünstigen Versuchsaufbau schnelle Ergebnisse liefert und zusätzlich Vor-Ort-Messungen ermöglicht. Für diesen Mikroarray wurde die isothermale Amplifikationsmethode Rekombinase-Polymerase-Amplifikation (RPA) ausgewählt. Für die heterogene, asymmetrische RPA (haRPA) werden *Legionella* spp. spezifische Rückwärts-Primer, mit dem 16S rRNA Gen als Zielgen, auf die Mikroarrayoberfläche immobilisiert, was eine ortssaufgelöste Amplifikation erlaubt. Nach der Probenahme und DNA-Extraktion, findet die Amplifizierung für 40 Minuten bei konstanten 39 °C statt. Nach dem Durchspülen des Mikroarrays mit einer Mischung aus Meerrettichperoxidase markierten Streptavidin, dass an einem Biotinmolekül des modifizierten Vorwärts-Primers bindet, wird durch Zugabe einer 1:1 Mischung von Luminol und Peroxid eine CL-Reaktion ausgelöst, die von einer CCD Kamera aufgenommen wird. Der Assay wurde zuerst mit DNA-Verdünnungen von *Legionella* spp. optimiert. Nach der Etablierung eines geeigneten Konzentrations- und Extraktionsverfahrens wird nun der Assay mit *Legionella* spp. kalibriert und anschließend werden Realproben von ausgewählten Schweinemastbetrieben über einen Zeitraum von einem Jahr analysiert. Gleichzeitig wird parallel an einem zweiten spezies-spezifischen Primersets für *Legionella pneumophila*, die für den Menschen gefährlichste Legionellen Spezies, gearbeitet. Durch das Immobilisieren des jeweiligen Rückwärts-Primers beider Primerpaare auf der Chipoberfläche soll somit eine Multiplexanalyse ermöglicht werden. Mit einer Messung ist dann sowohl eine Unterscheidung als auch Quantifizierung von der Gesamt-Legionellenzahl als auch der Anteil an *Legionella pneumophila* möglich.



Di-KV-8 MesSBAR - Automatisierte luftgestützte Messung der Schadstoff-Belastung in der erdnahen Atmosphäre in urbanen Räumen

Katharina Wolf | Umweltbundesamt

M. Langner, S. Wallek, A. Lampert, L. Bretschneider, B. Wehner, S. Düsing, R. Käthner, R. Tillmann, A. C. Lange, H. Erraji, T. Krüger, M. Pietrek, A. Baum, M. Buchholz, V. Ebert, A. Nowak

Katharina.Wolf@uba.de

Luftreinhaltung und die Einhaltung von Immissionsschutzgrenzwerten sind ein wichtiger Baustein zur Sicherung der Lebensqualität, wobei die aktuellen Diskussionen die Notwendigkeit flexibler Überwachungsmethoden zur genauen Erfassung der zeitlich und räumlich hochvariablen Schadstoffbelastung aufzeigen. Da die bodennahe Schadstoffkonzentration in einem komplexen Zusammenhang mit der vertikalen Verteilung, der Durchmischung und dem horizontalem Lufttransport steht, sind Vertikalmessungen wegweisend, die beispielsweise mit Drohnen durchgeführt werden können. Das 2019 gestartete Projekt MesSBAR entwickelt und validiert hochautomatisierte Schadstoff-Drohnen zur 4D-Messung von atmosphärischem Feinstaub, Ruß, NO_x und O₃, sowie meteorologischer Parameter in belasteter Umgebung und koppelt die Daten mit Transportmodellen. Wichtige Ziele des Projekts sind die Fertigstellung und der Einsatz des mobilen Schadstoff-Messsystems und die Entwicklung eines Prozesses, mit dem die resultierenden Luftqualitäts-Messdaten zeitnah analysiert und veröffentlicht werden können. Das IFF (Institut für Flugführung, TU Braunschweig) koordiniert dabei das Projekt, betreibt die Drohnen und ist verantwortlich für das Datenmanagement, während das TROPOS (Leibniz-Institut für Troposphärenforschung) die Aerosol-Sensoren charakterisiert sowie die Auswertung der Daten begleitet und das FZJ (Forschungszentrum Jülich GmbH) die Gas-Sensoren adaptiert und charakterisiert. LWX (Leichtwerk Research GmbH) entwickelt das hochautomatisierte Flugsystem sowie das Bedienkonzept. Die BASt (Bundesanstalt für Straßenwesen) führt Validierungsmessungen in der Umgebung von Referenz-Messstationen durch, während die PTB (Physikalisch Technische Bundesanstalt) die metrologische Rückführung auf nationale Standards sicherstellt. Das FZJ ist zudem zuständig für die Berechnung optimaler Flugszenarien basierend auf einem inversen Chemie-Transportmodell und die Analyse der Kampagnen. Das UBA (Umweltbundesamt) berät dabei bezüglich der Messkampagnen und stellt Emissionsdaten für die Modellierung bereit. Messungen im Umfeld von Autobahnen, Städten und Ballungsräumen stehen bei diesem Projekt im Schwerpunkt, wobei der zeitgleiche Einsatz von mehreren Systemen im Luv und Lee von Emissionsquellen oder Belastungsgebieten die Quantifizierung von Beiträgen zu den genannten Luftschadstoffen ermöglichen soll. Im bisherigen Verlauf des Projektes wurden die entsprechenden Sensoren für die einzelnen Schadstoffe ausgewählt und charakterisiert sowie in das Gesamtkonzept der Drohne integriert und Anpassungen der Simulationen vorgenommen, um Drohnen Daten zu assimilieren. Auch eine erste Testmesskampagne mit der neu entwickelten Bodenstation wurde durchgeführt, auf deren Erkenntnisse aufbauend die Drohne derzeit weiter optimiert und die Planung der folgenden Messkampagnen



Umwelt 2021 Schnappschüsse/Kurzvorträge

vorgenommen wird. Angestrebte Ergebnisse des Projekts sind schließlich eine bessere Beschreibung der Luftqualität und Emissionsquellen in urbanen Räumen, mithilfe derer der Nutzen von Maßnahmen zur Verringerung der Schadstoff-Belastung besser bewertet werden kann, sowie die Verfügbarkeit eines neuartigen flexiblen Systems zur 4D-Erfassung von Luftschadstoffen, welches einfach zu bedienen ist und kommerziell vertrieben werden kann. Aktuelle Informationen zum Projekt sind unter <https://www.messbar.ptb.de/startseite/> und auf den Websites der Projektpartner zu finden. Das Projekt MesSBAR wird im Rahmen der Innovationsinitiative mFUND durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur gefördert.



Di-KV-9 Erfassung und Charakterisierung von Feinstaubemissionen aus dem Schienenverkehr

Gina Elisa Bode

Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung beim
Eisenbahn-Bundesamt, FB83 Umwelt und nachhaltige Mobilität

Karsten Braune, Sabrina Michael

BodeG@dzsf.bund.de

Seit vielen Jahren steht die Feinstaub (PM)- bzw. Luftschadstoffbelastung sowohl im Fokus des Umweltschutzes als auch des Arbeitsschutzes. Neben Emittenten wie der Industrie und Landwirtschaft stellt der Verkehr eine große Quelle für partikuläre Emissionen dar. Der Schienenverkehr zählt zu den umweltfreundlichsten Verkehrsmitteln. Allerdings stellen, neben dem Betrieb selbst, die teils staubintensiven Infrastrukturbau- sowie Instandhaltungsmaßnahmen eine Quelle für Feinstaub- bzw. Luftschadstoffemissionen dar. So sind erhöhte Feinstaubkonzentrationen von $1,5 \text{ mg/m}^3$ (Total Suspended Particles, TSP) in Tunnelbaustellen keine Seltenheit. Neben arbeitsschutzrelevanten Betrachtungen, wie der Entwicklung von Reduktions- und Schutzmaßnahmen, gewinnt auch die mögliche Ausbreitung der freigesetzten Stäube in die Umwelt und die angrenzende Wohnbebauung immer höhere Bedeutung. Allerdings liegen bisher kaum Untersuchungen bezüglich der unterschiedlichen Quellbeiträge, Partikelgrößenverteilung, Partikelzusammensetzung und Morphologie von partikulären Emissionen aus dem Schienenverkehr vor, wodurch eine Bewertung des Gefahrenpotentials erschwert wird. Daher erfolgte anhand von ersten orientierenden Feinstaubmessungen mittels Aerosolspektrometer die Bestimmung der Partikelmassenkonzentration, Partikelgrößenverteilung (PM1, PM2.5, PM4, PM10) sowie deren räumliche Ausbreitung außerhalb des Tunnels während der Bautätigkeiten (z. B. Ein- und Ausbau von Gleisschotter) an vier unterschiedlichen Eisenbahntunneln. Darüber hinaus wurden exemplarisch für eine Tunnelbaustelle vertiefte Feinstaubuntersuchungen (Filtersammlung; PM2.5 und PM10) hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung und der Partikel-Morphologie (REM-EDX) durchgeführt. Um umfangreiche Handlungsempfehlungen für den nachhaltigen Umgang mit Feinstaubemissionen aus dem Schienenverkehr abzuleiten, ist eine ganzheitliche Betrachtung der Emissionen notwendig. Daher soll in einem weiteren Projekt die größenspezifische und räumliche Verteilung von verkehrsbedingten Abrieben und partikulären Emissionen untersucht werden.



Mi-KV-1 Ökotoxikologische Bewertung von Sedimenten aus dem Einzugsgebiet der Gersprenz (Hessen)

Stella Jennes

Goethe-Universität Frankfurt am Main, Aquatische Ökotoxikologie

Andrea Dombrowski, Delia Hof, Matthias Oetken

st_jennes@web.de

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) hat das Ziel, alle deutschen Oberflächengewässer bis zum Jahr 2027 in einen guten ökologischen Zustand zu versetzen. Allerdings wird dieses Ziel erst bei etwa 10% der Gewässer erreicht. Ein möglicher Grund könnte sein, dass die Bedeutung von Schadstoffen bislang nur unzureichend abgebildet wird. Ein vielversprechender Lösungsansatz hierfür besteht in der Anwendung effektbasierter Methoden (EBM), mittels derer die Effekte von Schadstoffen im Gewässer auf die aquatischen Organismen erfasst und quantifiziert werden. Oberflächengewässer unterliegen einem Schadstoffeintrag aus verschiedensten Quellen. Dazu zählen Kläranlagen, Oberflächenabschwemmungen oder atmosphärische Deposition. Gering wasserlösliche Stoffe werden in Gewässern an Sedimentpartikel und Schwebstoffe angelagert. Dadurch können Sedimente in Gewässern als „Schadstoffsinken“ wirken. Im Rahmen des Verbundprojektes DECIDE wird ein ökotoxikologisches, wasserrahmenrichtlinien-konformes Bewertungssystem für Fließgewässer entwickelt, das dazu dienen soll, mit Hilfe des EBM geeignete Maßnahmen abzuleiten, um das Ziel der EU-WRRL zu realisieren. Die vorliegende Studie befasst sich exemplarisch mit der ökotoxikologischen Bewertung von Sedimenten aus dem Hessischen Ried, welches als Trinkwassergewinnungsgebiet für die Metropolregion Rhein-Main eine große Bedeutung hat. Konkret werden Sedimente aus dem Einzugsgebiet der Gersprenz mithilfe von In-vivo und In-vitro Verfahren ökotoxikologisch beurteilt. An einigen der hier getesteten Probestellen, insbesondere nach Kläranlagen und Mischwassereinleitstellen, konnte eine hohe bis sehr hohe Basistoxizität ermittelt werden. Diese Ergebnisse spiegeln sich teilweise auch im Sedimentkontakttest mit *Lumbriculus variegatus* wider.



Mi-KV-2 Ecotoxicological assessment of tire abrasion in stormwater runoff of heavily trafficked roads – Introduction to the RoadTox project

Markus Schmitz

Abteilung Evolutionsökologie und Umwelttoxikologie (E3T),
Goethe Universität, Frankfurt am Main

Sabrina Schiwy, Regina Dolny, Vanessa Spelthahn, Volker Linnemann, Henner Hollert

schmitz@bio.uni-frankfurt.de

Many recent publications indicate that tire and road wear particles (TWRP) have long been understudied or underestimated as a hazard to the aquatic environment. Over the past few years, awareness and knowledge about TWRP have significantly increased; yet, quantitative data on the precipitation-induced deposition of tire abrasion into the aquatic environment is still scarce. While wastewater treatment plants were extensively studied as a sink for plastic inputs in the past, the fate and ecotoxicological effects of tire abrasion outside these systems are insufficiently understood. Furthermore, there is a lack of data on the interaction of tire abrasion with other pollutants from road runoff. Therefore, the novel interdisciplinary research project will quantify tire abrasion from urban and extra-urban roads as well as federal highways. An ecotoxicological risk assessment of the runoff received from these different input pathways will be carried out to prioritise necessary measures for input mitigation. For this purpose, a comprehensive bioassay battery paired with hydrological, physical, and chemical characterisation of the received runoff and its particulate matter will be performed. The received ecotoxicological information will be integratively analysed and combined with literature data to enable a meaningful risk assessment of the input of tire abrasion into the environment. The chosen focus of the proposed project will not be on the individual tire abrasion particles but the overall ecotoxicological impact of the road wastewater sample. Based on the quantitative results of the input pathways and the ecotoxicological risk assessment, interdisciplinary recommendations for action to minimise tire abrasion inputs will be developed. The project is funded by the State Agency for Nature, Environment and Consumer Protection NRW (LANUV).



Mi-KV-3 Mikroplastik als Vektor für Schadstoffe in Böden - Anreicherungsverhalten von Ivermectin in ausgewählten Lumbriciden

Johannes Junck

Justus-Liebig-Universität, Institut für Bodenkunde und
Bodenerhaltung

Rolf-Alexander Düring

johannes.junck@umwelt.uni-giessen.de

Das ubiquitäre Vorkommen von Mikroplastik wird zunehmend als globales Problem wahrgenommen. Mikroplastik, welches aus vielen verschiedenen Polymeren bestehen kann, gelangt in die Nahrungskette, wobei sich die Forschung dazu bislang maßgeblich auf aquatische Ökosysteme konzentriert. Erkenntnisse zu den Auswirkungen von Mikroplastik auf Bodenorganismen wie etwa den Regenwürmern (Lumbriciden), sind noch sehr begrenzt. Gerade mit Blick auf die Bodenfruchtbarkeit und die Nahrungskette wird kontrovers diskutiert, ob Mikroplastik als Vektor für Kontaminanten dient und damit z. B. Anreicherungsprozesse für bestimmte lipophile Verbindungen beeinflusst. Im Projekt werden die ökotoxikologischen Auswirkungen von Mikroplastikpartikeln auf verschiedene Regenwurmspezies untersucht. Als Modellsubstanz wird das weltweit in der Veterinärmedizin eingesetzte Antiparasitikum Ivermectin verwendet, welches über tierische Ausscheidungen in den Boden gelangt. Das Bindungs- und Aufnahmeverhalten des Ivermectin in Mikroplastik wird durch Sorptionsstudien näher betrachtet. Hierbei sollen auch Alterungsprozesse und deren Effekte auf die Wechselwirkung mit Schadstoffen erkennbar werden. Ziel des Projekts ist ein besseres Verständnis über die Auswirkungen von Mikroplastikverunreinigungen im Ökosystem Boden.



Mi-KV-4 Preliminary investigations on the bioaccumulation assessment of nano- and microplastics in invertebrate organisms

Sebastian Kuehr

Norwegian Institute for Water Research - NIVA, Ecotoxicology and Risk Assessment

Christian Schlechtriem

sebastian.kuehr@niva.no

Engineered nano- (NP) as well as microplastics (MP) can enter the aquatic and the terrestrial environment. After use, the plastics can be released via the sewer to reach the wastewater treatment plants (WWTP) or are released directly via the grey water into the environment. The large majority of the thermoplastic with a density < 1 g/mL tend to float and may enter the aquatic environment suspended in the effluents of WWTP and thus may be bioaccumulated by aquatic organisms. The plastics with a density > 1 g/mL have the tendency to sink in the water column and are captured and accumulate in the sewage sludge. When the sludge is not incinerated and is used as fertilizer for agricultural purposes the NP and MP are potentially being ingested by terrestrial organisms and may enter the terrestrial food web. NP and MP should therefore be assessed like other products in the context of the risk assessment under REACH. The currently used testing strategies for bioaccumulation assessment are not very suitable for particulate substances. An alternative assessment scheme for metal and metal oxide based NPs using the freshwater amphipod *Hyaella azteca* was recently suggested by Kuehr et al. 2021. In this study, initial tests with commercially available polystyrene nano- and microspheres were carried out with *H. azteca* to evaluate the applicability of the assessment scheme for such particles. Polystyrene NP and MP with integrated fluorescent dye were used for exposure followed by simple analysis via fluorescence measurement and microscopy. Additional studies with the filter-feeding mussel *Corbicula fluminea* as well as the terrestrial isopod *Porcellio scaber* were carried out with the same test items to compare the results obtained.



Mi-KV-5 Photoinduzierte Degradation von Imidacloprid – Beurteilung der Ökotoxizität mittels QSAR-Analyse

Melanie Voigt

| Hochschule Niederrhein, Fachbereich Chemie und ILOC

Martin Jäger

melanie.voigt@hs-niederrhein.de

Anthropogene Mikroschadstoffe, wie zum Beispiel Pharmazeutika oder Pestizide werden regelmäßig in verschiedenen Gewässern detektiert. Die EU hat deswegen eine Watchlist eingeführt, auf der besonders zu beobachtenden Substanzen aufgelistet sind [1,2]. Auf der zweiten EU Watchlist ist eine Reihe von Neonikotinoiden aufgelistet, auf der auch das hier untersuchte Imidachloprid aufgeführt ist. Für die Beseitigung dieser Substanzen werden so genannte Advanced Oxidation Processes angewendet, zu denen auch die Bestrahlung mit UV-Licht zählt. Hierbei spielt die Bildung von Hydroxyl-Radikalen eine zentrale Rolle bei dem Abbau der Substanzen. In dieser Studie wird Imidachloprid mit UVC-Bestrahlung abgebaut und mittels HPLC-ESI-Q-TOF-MS die entstandenen Produkte identifiziert und anhand der erhaltenen Konzentrations-Zeit-Kurven kinetisch ausgewertet. Für eine erste ökotoxikologische Beurteilung wird eine QSAR-Analyse durchgeführt. Für die photoinduzierte Degradation sind zwei Hauptmechanismen bekannt: Die direkte Degradation, verursacht durch Absorption der UV-Strahlen im Molekül und die indirekte Degradation, herbeigeführt durch Hydroxylradikale. Diese beiden Mechanismen lassen sich gut bei der Identifizierung der Abbauprodukte erkennen. So entstehen häufig durch die direkte Reaktion Fragmente der Ausgangssubstanz. Die indirekte Degradation lässt sich anhand der Hydroxylradikaladdition an der Ausgangssubstanz oder an einem Fragment erkennen. Für die photoinduzierte Degradation von Imidacloprid konnten beide Arten der Produkte identifiziert werden [3]. Der photoinduzierte Abbau erfolgt nach Kinetik erster Ordnung, die entstandenen Abbau- und Transformationsprodukte konnten nach Folge- bzw. Folge-Folge-Reaktion beschrieben werden. Innerhalb von 8 min konnte Imidacloprid abgebaut werden. Die meisten entstandenen Produkte konnten noch nach 10 min UVC-Bestrahlung in der Lösung beobachtet werden, so dass hier eine längere Bestrahlung erforderlich ist. Es konnten insgesamt 8 Abbau- bzw. Transformationsprodukte identifiziert werden, wovon einige Produkte die gleiche Masse besitzen, aber bei unterschiedlichen Retentionszeiten detektiert wurden [3]. Die QSAR-Analyse hat ergeben, dass alle entstandenen Abbau- bzw. Transformationsprodukte eine höhere Toxizität gegen Branchiopoda und Actinopterygii aufweisen. Gegen Green Algae konnten fast alle Produkte als weniger toxisch eingestuft werden [3]. [

[1]: Pietrzak D. et al., Clean - Soil, Air, Water 2019, 47

[2]: Voigt M. et al., AIMS Environ Sci 2020, 7:69–98

[3]: M, Jaeger M., Sci Total Environ 2021, 751:141634



Mi-KV-6 ANIVERMATE: Ivermectin gegen Malaria – Moskitobekämpfung mit Tierarzneimitteln unter Betrachtung der Umweltgesundheit

Andre Patrick Heinrich

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

Rolf-Alexander Düring

andre.p.heinrich@umwelt.uni-giessen.de

Im Kampf gegen Malaria wird der Erfolg von Moskitonetzen und Insektiziden oft untergraben durch Verhaltensänderungen der Vektoren. Die Anopheles-Mücken entgehen zunehmend der Exposition, indem sie vermehrt Blut von Nutztieren statt von Menschen saugen. Das DFG-geförderte Projekt ANIVERMATE untersucht in Burkina Faso die Behandlung von Rindern mit dem Antiparasitikum Ivermectin, welches auf einige Anopheles-Arten toxisch wirkt. Der über mehrere Monate freigesetzte Wirkstoff (slow-release) aus einer Depotinjektion schließt so Lücken in der Vektorkontrolle, wenn Mücken ihn über die Blutmahlzeit aufnehmen. Kern des Projektes ist ein One-Health-Ansatz. Der Fokus liegt, im Sinne eines Risk Assessments, auf der Minimierung ökologischer Nebeneffekte bei gleichzeitiger Vektorkontrolle und Verbesserung der menschlichen und tierischen Gesundheit. Betrachtet werden Wirkstoffkonzentrationen im Blutplasma sowie im ausgeschiedenen Dung der behandelten Rinder. Aus Umweltsicht ergänzt werden diese Kinetiken durch Abbaubersuche in gelagerten Dungproben und Sorptionsstudien mit burkinischen Böden zur fate-Betrachtung. Erste Ergebnisse und Zusammenhänge werden präsentiert.



Mi-KV-7 UV-Filter in Sonnenschutzmitteln: Unzureichende Datenbasis für eine robuste Risikobewertung in Binnengewässern

Alexandra Kroll | Oekotoxzentrum (CH)

Cornelia Kienle, Etienne Vermeirssen, Marion Junghans

Alexandra.Kroll@oekotoxzentrum.ch

Die Auswirkungen von UV-Filtern auf die Lebensgemeinschaften der Oberflächengewässer wird jeden Sommer von den Medien aufgegriffen. Auch das Oekotoxzentrum berät immer wieder zu diesem Thema. Für den Gebrauch in kosmetischen Produkten sind in der EU zurzeit 32 Stoffe als UV-Filter zugelassen (Anhang VI der Verordnung (EG) Nr. 1223/2009), darunter 28 organische Substanzen und vier mineralische (Titandioxid und Zinkoxid, im Mikro- oder Nanometerbereich). Hiervon befinden sich zwei in der Prüfung auf endokrine Aktivität (Oxybenzon, 4-methylbenzylidene Campher) und drei in der Prüfung als PBT Stoff (Butylmethoxydibenzoylmethan, Octocrylen, Diethylhexylbutamidotriazon). Die Verordnung für kosmetische Produkte regelt auch die maximale Konzentration der UV-Filter in kosmetischen Produkten. Weitere problematische Formulierungsbestandteile können z.B. Polymere sein. Oxybenzon, 4-Methylbenzylidene Campher und Octocrylen sind vor kurzem in Teilen der USA (Hawai'i, Virgin Islands) für den Gebrauch in Sonnenschutzmitteln zum Schutz der Korallenriffe verboten worden. Grenzwerte für die Umwelt oder regionale Verbote existieren in der EU nicht. Während das Risiko von der Öffentlichkeit und bei den Berichterstattenden zum Teil als hoch eingestuft wird, ist die Datenlage zu ökotoxikologischen Effekten, Umweltverhalten und Exposition oft nicht ausreichend, um eine robuste Bewertung durchzuführen. Für eine Bewertung gemäß der EU Wasserrahmenrichtlinie fehlen für viele der Stoffe verlässliche und relevante Daten. Vorläufige Bewertungen der organischen UV-Filter Oxybenzon, Octocrylen und 4-Methylbenzylidene Campher durch das Oekotoxzentrum deuten aber darauf hin, dass die Verwendung im Badebetrieb zumindest in verschiedenen Schweizer Gewässern zu einem anhaltenden Risiko für Gewässerorganismen führen kann. In unserem Beitrag beleuchten wir die Datenlage und an Beispielen eine vorläufige Abschätzung für Schweizer Binnengewässer und zeigen Handlungsbedarf auf.



Mi-KV-8 Butter bei die Fische: Auswirkungen von konventionellem und ozonbehandeltem Abwasser auf Embryonen des Zebraäbrblings *Danio rerio*

Louisa Rothe

Universität Duisburg-Essen, Aquatische Ökologie

Tarryn L. Botha, Christian K. Feld, Michael Weyand, Sonja Zimmermann, Nico J. Smit, Victor Wepener, Bernd Sures

louisa.rothe@uni-due.de

Bis heute können Spurenstoffe aus anthropogenen Quellen nicht vollständig aus dem Abwasser von Kläranlagen entfernt werden und gelangen daher in Oberflächengewässer. Dort können sie nachweislich negative Effekte auf aquatische Organismen, etwa auf Fische, haben. Um die Spurenstoffe im Abwasser zu reduzieren und die damit verbundenen negativen Auswirkungen auf die Umwelt zu vermindern, werden verschiedene Verfahren der vierten Reinigungsstufe, beispielsweise die Ozonierung, verwendet. Um die Auswirkungen der Ozonierung von konventionell gereinigtem Abwasser zu untersuchen, wurden in dieser Studie biologische Reaktionen auf vier verschiedene Wassertypen getestet: ozonbehandeltes Abwasser (unmittelbar nach der Ozonierung sowie nach Rückführung in die biologische Behandlungsstufe), konventionell behandeltes Abwasser aus derselben Kläranlage sowie Flusswasser (Ruhr, NRW) flussaufwärts des Kläranlagenablaufs. Um die Bandbreite möglicher Reaktionen besser abzudecken, wurden zusätzlich eine Negativkontrolle (Embryomedium) und eine Positivkontrolle (4.0 mg/L 3,4-Dichloroanilin) berücksichtigt. Embryonen des Zebraäbrblings (*Danio rerio*) wurden verwendet, um letale und subletale Effekte über fünf Tage in einem modifizierten Fischembryotest (FET; OECD 236) zu untersuchen. Mortalität trat bei der Exposition mit den Wasserproben lediglich innerhalb der ersten 24 Stunden nach Expositionsbeginn auf und reichte von 12% (konventionelles Abwasser) bis 40% (Flusswasser). Hinsichtlich der subletalen Endpunkte ergaben sich im Vergleich zur Negativkontrolle signifikant höhere Herzfrequenzen (ozoniertes Abwasser) und eine signifikant reduzierte Schwimmaktivität im ozonierten Abwasser, im Ozonreaktorwasser und teilweise im Flusswasser. Zudem waren die Respirationsraten in beiden ozonierten Abwasserproben im Vergleich zur Negativkontrolle stark erhöht. Signifikante Unterschiede zwischen den ozonierten Abwasserproben traten im Embryonalverhalten und in den Herzschrägaten auf, was die Bedeutung der Rückführung des ozonierten Abwassers in die biologische Behandlungsstufe unterstreicht. Die konventionell behandelte Abwasserprobe löste bei den Zebraäbrblingen keine abweichenden Reaktionen aus, was darauf hindeutet, dass unter den gewählten Versuchsbedingungen konventionelles Abwasser kein größeres Risiko für embryonale und larvale Zebraäbrblinge darstellt als das Flusswasser der Ruhr. Die subletalen Endpunkte Embryonal- und Larvenverhalten, Herzfrequenz und Atmung erwiesen sich als empfindliche subletale Endpunkte in diesem Fischembryotest und können wertvolle zusätzliche Informationen über die Toxizität von Umweltproben liefern.



Postgradualer Studiengang zum Fachökotoxikologen (PGS)

Chair: Peter Ebke



PGS-1 The relevance of antibiotics in the environment: Spotlight on ciprofloxacin, clindamycin & ceftriaxone

Stefanie Honndorf | Fresenius Kabi

stefanie.honndorf@fresenius-kabi.com

Global prescription of antibiotics for the treatment of infectious diseases in humans and animals leads to a continuous release into the environment. This is raising enormous concerns regarding multifaceted effects which need to be further understood. In this thesis, prepared in the framework of the SETAC postgraduate program for ecotoxicology, the relevance of antibiotics for the environmental health was studied. Investigations were focused on the medical use of ciprofloxacin, clindamycin, its metabolite clindamycin sulfoxide and ceftriaxone in Europe. As the European regulatory landscape for medicinal products is currently changing, the risk assessment was performed according to the draft guideline of the European Medicines Agency (EMA/CHMP/SWP/4447/00 Rev. 1) using available literature data.

The evaluation showed that the metabolite clindamycin sulfoxide and also ceftriaxone do not represent a risk within the applied pattern of use. In contrast, a risk for surface water organisms was detected for ciprofloxacin and clindamycin ($RQ \geq 1$). The differing outcome regarding clindamycin and its metabolite could be attributed to a 48-fold higher sensitivity of green algae to the parent. In addition, the gap analysis of literature data demonstrated that a holistic environmental risk assessment for the four compounds cannot be performed. There is still a lack of fundamental data on fate and effects of antimicrobials in the environment despite their use since decades.

In conclusion, this investigation demonstrates a need for adequate precautionary and safety measures for ciprofloxacin and clindamycin to protect surface water ecosystems. Furthermore, the creation of more information on the fate and effects of antibiotics is of utmost importance. The performance of higher Tier tests therefor would enable a better data translatability to complex environmental processes leading to a more reliable risk evaluation.



PGS-2 Fungicide Sensitivity of Multicellular Microorganisms

Carolin Ewers

| CFCS - Consult GmbH

ewers@cfcs-consult.de

HAMP domains are essential signal transmission modules found frequently in histidine kinases or similar signaling proteins of microorganisms and plants. Poly-HAMP histidine kinases combine a large number of HAMP domains into N-terminal arrays, which presumably serve to both sense and transmit signals. These proteins are prevalent in Actinobacteria, Myxobacteria, *Dictyostelium* and fungi, while their HAMP units still share ~70% sequence identity. Although fungal homologs are known to be central sensors, integral for cell physiology, prokaryotic homologs were largely uncharacterized.

The first part of this work consists in the structural characterization of a poly-HAMP array, including solving crystal structures of fragments and modelling the structure of full-length arrays, which gave clues about possible mechanisms of action.

In the second part, two poly-HAMP histidine kinases from the soil bacterium *Myxococcus xanthus* were used to study the role of prokaryotic histidine kinases in developmental signaling processes, and the contributions of poly-HAMP domains to kinase function. Deletion mutant phenotypes revealed that the proteins have partially redundant as well as unique functions during growth, single-cell-, and multicellular development. Double deletion- and double kinase inactivation mutants exhibited a novel phenotype: formation of spore-like cells in nutrient-rich medium; as captured via time-lapse microscopy, and quantified through automated cell shape metrics from light microscopy images. The two poly-HAMP HKs were shown to interact via the poly-HAMP array. Removal of several or all HAMP domains of one HK strongly affected the cellular response to the known, starvation-independent sporulation inducer glycerol. Surprisingly, treatment of *M. xanthus* with certain fungicides induced a dramatic change of cell shape into spore-like cells, whose ultrastructure resembled glycerol spores. Fungicide susceptibility depended on presence of at least one functional poly-HAMP histidine kinase with an intact poly-HAMP array. Thus, both proteins have pivotal roles in control of morphological differentiation, as gatekeepers for sporulation and as mediators of glycerol- and fungicide sensitivity; while the interference of fungicides with essential bacterial development processes may have widespread consequences for the functioning of microbial soil ecosystems.

Considering the phylogenetic distribution and conservation of poly-HAMP histidine kinases, these observations suggest that they control stress-induced morphological differentiation in many multicellular microorganisms.



Preisträger

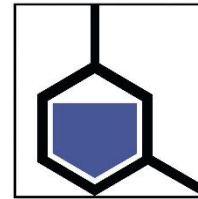
Chairs: Eva Eschenbach, Stefan Hahn



SETAC GLB Nachwuchsfördererpreis

Auch in diesem Jahr wurden wieder Preise für die beste Master- und Doktorarbeit von der SETAC GLB vergeben. Die Gewinnerinnen wurden während der Tagung bekannt gegeben und haben einen Vortrag gehalten. Die Abstracts finden Sie auf den folgenden Seiten.

Die SETAC GLB Nachwuchsfördererpreise sind vom Verband der Chemischen Industrie e.V. gefördert.



VCI

Verband der
Chemischen
Industrie e.V.

Paul-Crutzen-Preis

Der Paul-Crutzen-Preis wird von der GDCh-Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie vergeben. Der Preisträger wurde auf der Tagung bekannt gegeben und hat einen Vortrag gehalten. Der Abstract befindet sich auf Seite 92.





Beste Masterarbeit: Multigenerationale Effekte von Abwasser-behandeltem und -unbehandeltem sekundärem Mikroplastik auf *Daphnia magna*

Carolin Weil

Abteilung Aquatische Ökotoxikologie, Goethe Universität,
Frankfurt am Main

Christoph Schür, Jonas Wallraff, Michael Schreier, Jörg Oehlmann, Martin Wagner

hallo@carolin-weil.de

Mikroplastikpartikel werden u.a. über Kläranlagen in Oberflächengewässer eingetragen und können dabei im Abwasser enthaltene Schadstoffe sorbieren, die sie dann als Vektoren in der Umwelt verbreiten. Dies beeinflusst potenziell die Bioverfügbarkeit der Schadstoffe und die Toxizität der Plastikpartikel. Die aktuellen Standardtests der Ökotoxikologie bilden hauptsächlich kurze Zeiträume (<1 Generation) unter für die Testorganismen optimalen, aber nicht realistischen Bedingungen ab. Damit sind sie für Expositionsszenarien mit Mikroplastikpartikeln nur bedingt repräsentativ. Unverdauliche Partikel anthropogenen und natürlichen Ursprungs beeinflussen die Nahrungsaufnahme und den Energiebedarf, wodurch sich durch sie hervorgerufene Effekte erst langfristig und unter Futterlimitation manifestieren können. Eine hohe Energiezufuhr und hohe Energiereserven der Elterntiere können demzufolge generationsübergreifende Effekte maskieren und entsprechen nicht den natürlichen Bedingungen.

Unser Ansatz zielte darauf ab, multigenerationale Effekte von Mikroplastik in umweltrelevanten Szenarien auf *Daphnia magna* zu untersuchen. Dafür wurden angelehnt an den „*D. magna* Reproduktionstest“ (OECD Guideline 211) in vier aufeinanderfolgenden Generationen von *D. magna* die Effekte von Abwasser-behandelten und -unbehandelten irregulären Polystyrol-Mikroplastikpartikeln bei jeweils vier Konzentrationen (80, 400, 2.000 10.000 Partikel mL⁻¹) untersucht. Die Partikel wurden in einer mechanisch vorgeklärten 24 h-Abwassermischprobe exponiert und anschließend davon abgeschieden. Der Kontrollgruppe nach OECD-Guideline standen 0,2 mg Kohlenstoff Individuum⁻¹ Tag⁻¹ zur Verfügung, während die Futtermenge einer weiteren Kontrollgruppe sowie der Expositionsgruppen mit Mikroplastik auf 0,05 mg Kohlenstoff Individuum⁻¹ Tag⁻¹ reduziert wurde.

Die Exposition gegenüber Polystyrol-Mikroplastik führte zu langfristigen Effekten auf die Lebenszyklus-Parameter mehrerer Daphnien-Generationen. Das Überleben, die Anzahl der Nachkommen und die Körperlänge der adulten Daphnien wurden im Gegensatz zur Länge der Neonaten und dem Tag der ersten Reproduktion negativ von der Partikelkonzentration beeinflusst.

Im Laufe der Generationen, erholten sich die Daphnien teils gegenüber hohen Mikroplastik-Konzentrationen (10.000 Partikel mL⁻¹), jedoch auf Kosten eines späteren Reproduktionsbeginns, kleineren Körperlängen und weniger Nachkommen.



Die Abwasserbehandlung erhöhte die toxische Wirkung von Mikroplastik auf *D. magna* nicht, sondern reduzierte diese. Im Gegensatz zu Abwasser-behandelten-Partikeln führte die Exposition gegenüber -unbehandelten-Mikroplastik zum Aussterben der Daphnien in der 3. Generation. Die Ergebnisse legen nahe, dass *D. magna* durch Polystyrol-Mikroplastik, jedoch nicht durch kombinierte Effekte mit in Abwasser enthaltenen Schadstoffen beeinträchtigt wird. Möglicherweise mindern im Abwasser gelöste organische Substanzen die Toxizität des Mikroplastiks. Diese könnten mit Schadstoffen um Bindungsstellen an Plastikpartikeln konkurrieren und durch die Bildung einer Ecocorona die Akkumulation von toxischen Substanzen reduzieren.



Beste Doktorarbeit: Acute and mechanism-specific toxicity of oils and oil spill response actions - Adaption of relevant bioanalytical tools and evaluation of ecotoxicological effects

Sarah Johann

Evolutionsoökologie und Umwelttoxikologie, Goethe Universität
Frankfurt am Main

johann@bio.uni-frankfurt.de

Die Verwendung von Rohölen ist fester Bestandteil unserer modernen Gesellschaft. Trotz der heutigen Bemühungen zur Energiewende wird voraussichtlich auch in den nächsten Jahrzehnten der globale Bedarf an Rohölen für verschiedenste Sektoren wie Transport und Mobilität weiter steigen. Aufgrund des damit einhergehenden Anstiegs der Ölförderung besteht ein konstantes Risiko für die Kontamination der aquatischen Umwelt mit toxischen Ölkomponenten. Ölunfälle können verheerende Folgen für die exponierte Biota der Wassersäule und der Küstenregionen sowie die menschliche Gesundheit und Gesellschaft haben. Dabei repräsentiert jeder Ölunfall aufgrund des Einflusses individueller Öleigenschaften und Umweltbedingungen ein einzigartiges Szenario. Die Dissertation beschäftigte sich mit den Auswirkungen von Ölunfällen und Bekämpfungsstrategien auf die aquatische Umwelt. Exemplarische Öltypen wurden in einer umfangreichen Biotestbatterie auf akute- sowie Mechanismus-spezifische Toxizität untersucht. Verschiedene ökotoxikologische Methoden mit Labormodellorganismen wie dem Zebrafisch *Danio rerio* und dem marinen Medaka *Oryzias latipes* sowie in-vitro Verfahren wurden dabei zwecks der Testung potentiell bioverfügbarer wasser-akkumulierender Ölfraktionen optimiert, miniaturisiert und angewandt. Die konkreten Ziele der Arbeit umfassten (a) die Erweiterung eines mechanistischen Verständnisses über die Wirkungsweise von (Roh-)Ölen, (b) die Etablierung neuer Biomarker für die Risikobewertung von Ölkontaminationen, (c) die Bewertung der Auswirkungen verschiedener Ölunfall-Bekämpfungsstrategien und (d) die Etablierung einer effekt-basierten fingerprinting toolbox für Ölkontaminationen, welche in einen neuen effizienten Entscheidungshilfeleitfaden für Öl-Bekämpfungsstrategien implementiert werden soll.

Neben der Verifizierung klassischer Toxizitätsmechanismen (z.B. Kardiotoxizität, oxidativer Stress, erhöhter Fremdstoffmetabolismus) wurde vor allem die Oculotoxizität als ein neuer wichtiger Endpunkt der Öltoxizität im Zusammenhang mit der Embryonalentwicklung von Fischen identifiziert. Die Beeinträchtigung des visuellen Systems wurde sowohl mittels Transkriptomanalyse, als auch durch histologische Untersuchungen der Retina und Schwimmverhaltensänderungen der Larven gezeigt. Die Dissertation trug des Weiteren zum besseren Verständnis der durch Bekämpfungsstrategien ausgelösten Veränderung der Toxizität bei. Anhand eines großen Feldexperiments vor der Küste Grönlands und Laboruntersuchungen wurden Methoden der gezielten Verbrennung eines Ölfilms sowie der Applikation chemischer Dispergiermittel untersucht. Bezüglich der umstrittenen Applikation chemischer Dispergiermittel konnte die Dissertation zeigen, dass sowohl die bereits intensiv beschriebene Bioverfügbarkeit der Ölkomponenten in der Wassersäule erhöht wird, als auch das Dispergiermittel selbst durch eine Eigentoxizität zur beobachteten



Toxizitätssteigerung beiträgt. Hingegen wurde für die gezielte Verbrennung gezeigt, dass zumindest keine Zunahme der Toxizität in der Wassersäule besteht.



Paul-Crutzen Preis: Association between antibiotic residues, antibiotic resistant bacteria and antibiotic resistance genes in anthropogenic wastewater – An evaluation of clinical influences

Alexander Voigt

| Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Rheinland AÖR

voigt.a@googlemail.com

Hohe Verschreibungszahlen an Antibiotika in der Human- sowie Veterinärmedizin führten in den vergangenen Dekaden zu einer Verbreitung von Antibiotikarückständen und Antibiotikaresistenzen innerhalb verschiedenster Umweltkompartimente. Insbesondere Krankenhausabwasser wird in diesem Kontext häufig als potentieller Hotspot für die Verbreitung und Entstehung von Antibiotikaresistenzen innerhalb der aquatischen Umwelt genannt.

In der hier vorgestellten Studie von Voigt und Zacharias et al. (Chemosphere, 2020) wurden mittels modernster Untersuchungsmethoden solche klinisch beeinflussten Abwasserproben auf antibiotikaresistente Bakterien, Antibiotikaresistenzgene und Antibiotikarückstände hin untersucht und die erhaltenen Ergebnisse statistisch ausgewertet. Die zentrale Fragestellung hierbei war, ob erhöhte Nachweiswahrscheinlichkeiten vorliegen, spezifische Antibiotikarückstände und antibiotikaresistente Bakterien gemeinsam nachweisen zu können und ob diese Wahrscheinlichkeiten in einem Zusammenhang mit dem jeweiligen Anteil an Krankenhausabwasser in den untersuchten Mischabwässern stehen.

Zusammenfassend zeigte sich, dass bei positivem Nachweis spezifischer Antibiotikarückstände - wie zum Beispiel Meropenem oder Ciprofloxacin - eine erhöhte Wahrscheinlichkeit vorliegen kann, gleichzeitig bestimmte antibiotikaresistente Bakterien – wie zum Beispiel phänotypisch Dritt-Generations-Cephalosporin resistente *Pseudomonas aeruginosa* - nachweisen zu können.

Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass diese Zusammenhänge besonders ausgeprägt in Krankenhausabwässern sowie in klinisch beeinflussten Mischabwässern sind. Weiterhin bestätigten vergleichbare Zusammenhänge zwischen positiven Nachweisen an Ciprofloxacin sowie Meropenem in Kombination mit dreifach beziehungsweise vierfach multiresistenten gramnegativen Bakterien sowie spezifischen Carbapenemase-Genen (bla_{VIM2} , bla_{OXA48} und bla_{NDM}) die Hypothese, dass vor allem klinisch beeinflusstes Abwasser ein Reservoir an multiresistenten gramnegativen Bakterien darstellt. Insbesondere hohe Konzentrationen an Ciprofloxacin- und Meropenem-Rückständen könnten als potentielle Indikatoren fungieren.

Die ausführlichen Studienergebnisse sind nachzulesen in „*Association between antibiotic residues, antibiotic resistant bacteria and antibiotic resistance genes in anthropogenic wastewater – an evaluation of clinical influences*“ (Voigt, Zacharias et al., 2020).

**Autorenverzeichnis**

Abel	Bernd	Mi-4-4
Adomat	Yasmin	Di-KV-1
Æsøy	Vilmar	Di-3-2
Ankley	Gerald	Di-2-1
Arndt	Julia	Di-1-1, Di-1-4
Aspen	Dina M	Di-3-2
Auernhammer	Andreas	Di-KV-3
Badry	Alexander	Mi-6-2
Baum	A.	Di-KV-8
Behra	Renata	Mi-4-4
Bergen	Anton	Di-3-5, Di-3-6
Berger	Urs	Mi-6-1
Besold	Johannes	Di-1-2
Biedermann	Björn	Di-KV-6
Bierbrauer	Ute	Di-3-4
Bing	Thomas	Di-2-2
Blackwell	Brett	Di-2-1
Bode	Gina-Elisa	Di-KV-9
Böhm	Leonard	Di-KV-4
Booth	Andy M.	Mi-4-5
Botha	Tarryn L.	Mi-KV-8
Brack	Werner	Di-2-1
Braune	Karsten	Di-KV-8
Bräutigam	Patrick	Di-KV-2
Bretschneider	L.	Di-KV-8
Brinkmann	Markus	Mi-4-1
Buchholz	M.	Di-KV-8
Bücking	Mark	Mi-6-2
Burrows	John P.	Di-3-6
Busch	Dieter	Di-3-5, Di-3-6
Carvalho	Patricia	Mi-4-5
Coutris	Claire	Mi-4-5
Dann	Janek Paul	Di-2-1
Dennerle	Julien	Mi-4-3
Dolny	Regina	Mi-KV-2
Dombrowski	Andrea	Mi-KV-1
Düring	Rolf-Alexander	Mi-4-3, Di-KV-4, Mi-KV-3, Mi-KV-6



Umwelt 2021

Autorenverzeichnis

Düsing	S.	Di-KV-8
Düster	Lars	Di-1-1, Di-1-4, Di-3-3
Ebert	V.	Di-KV-8
Ebke	Peter	Di-2-2
Eger	Philipp	Di-3-3
Erraji	H.	Di-KV-8
Escher	Beate	Di-2-1
Esser	Milena	Mi-4-1
Ewers	Carolin	PGS-2
Farkas	Julia	Mi-4-5
Feld	Christian K.	Mi-4-2, Mi-KV-8
Fliedner	Annette	Mi-6-2
Gehrenkemper	Lennart	Mi-6-4, Mi-6-6
Georgantzopoulou	Anastasia	Mi-4-5
Gerdts	Gunnar	Di-1-3
Gerhardt	Almut	Mi-4-2
Gerloff	Anna-Lena	Di-1-4
Germershausen	Lars	Di-2-3
Göckener	Bernd	Mi-6-2
Godejohann	Matthias	Di-1-3
Gomes	Tânia	Mi-4-5
Grabner	Daniel	Mi-4-2, Mi-5-2
Grischek	Thomas	Di-KV-1
Guckert	Marc	Mi-6-3
Harbich	Edith	Di-KV-6
Harre	Kathrin	Di-KV-1
Harzdorf	Julia	Di-KV-1
Hecker	Markus	Mi-4-1
Heining	Lena	Di-KV-5
Heinrich	Andre Patrick	Mi-KV-6
Hendriks	A. Jan	Mi-5-2
Herr	Caroline	Di-KV-6
Herrmann	Hartmut	Di-3-1
Heß	Sebastian	Di-2-2
Hof	Delia	Di-2-1, Mi-KV-1
Hollert	Henner	Mi-4-1, Mi-KV-2
Honndorf	Stefanie	PGS-1
Hu	Cindy Dongxin	Di-KV-3
Hugo	Achim	Di-KV-5



Umwelt 2021

Autorenverzeichnis

Hultman	Maria T.	Mi-4-5
Jäger	Martin	Mi-KV-5
Jahnke	Annika	Di-2-1
Jennes	Stella	Mi-KV-1
Jensen	Kathleen	Di-2-1
Jenson	Correne	Di-2-1
Jewell	Kevin	Di-1-1
Johann	Sarah	Preisträgerin
Johanson	Børge H	Di-3-2
Junck	Johannes	Mi-KV-3
Junghans	Marion	Mi-KV-7
Kaegi	Ralf	Mi-4-5
Käthner	R.	Di-KV-8
Kienle	Cornelia	Mi-KV-7
Kierdorf	Horst	Di-2-3, Di-2-4
Kierdorf	Uwe	Di-2-3, Di-2-4
Kirchner	Julia	Di-1-1, Di-1-4
Klawonn	Thorsten	Mi-4-3
Koschorreck	Jan	Mi-6-2
Krause	Kai	Di-3-5, Di-3-6
Krauss	Martin	Di-2-1
Kroll	Alexandra	Mi-4-4, Mi-KV-7
Krüger	T.	Di-KV-8
Kuehr	Sebastian	Mi-4-5, Mi-KV-4
Kühnapfel	Mira	Di-3-2
Kurzweg	Lukas	Di-KV-1
Lambertz	Samira	Di-KV-2
Lampert	A.	Di-KV-8
Lange	A. C.	Di-KV-8
Langner	M.	Di-KV-8
Lillicrap	Adam	Mi-4-5
Linnemann	Volker	Mi-KV-2
Löffler	Jörg	Di-3-2
Löffler	Felix	Mi-4-2
Lück	Christian	Di-KV-6
Ludolph	Catharina	Di-2-4, Di-2-3
Macken	Ailbhe	Mi-4-5
Mathes	Theresa	Di-3-2, Di-3-3
Meermann	Björn	Mi-6-4, Mi-6-6



Umwelt 2021

Autorenverzeichnis

Mekic	Majda	Di-3-1
Merbt	Stephanie N.	Mi-4-4
Merkus	Valentina I.	Mi-5-3, Mi-5-4
Metz	Johannes	Di-2-3
Michael	Sabrina	Di-KV-9
Nachev	Milen	Mi-5-2
Ndungu	Kuria	Mi-4-5
Nett	Ingrid	Di-1-1
Nödler	Karsten	Mi-6-3
Nowak	A.	Di-KV-8
Oehlmann	Jörg	Di-2-2
Oetken	Matthias	Di-2-2, Mi-KV-1
Pape	Roland	Di-3-2
Peijneburg	Willie J.G.M.	Mi-5-2
Petersen	Karina	Mi-4-5
Pietrek	M.	Di-KV-8
Primpke	Sebastian	Di-1-3
Redwitz	Johannes	Di-KV-6
Reemtsma	Thorsten	Mi-6-1
Rehkämper	Mark	Mi-4-5
Richter	Andreas	Di-3-6
Roesch	Philipp	Mi-6-5
Rohde	Sylvia	Di-KV-1
Rothe	Louisa	Mi-4-2, Mi-KV-8
Rüdel	Heinz	Mi-4-3, Mi-6-2
Rühs	Patrick A.	Mi-4-4
Rupp	Jana	Mi-6-1
Samanipour	Saer	Mi-4-5
Schaefer	Thomas	Di-3-1
Schaffer	Marion	Mi-6-3
Scheurer	Marco	Mi-6-3
Schirmer	Kristin	Mi-4-4
Schirrmeister	Sven	Di-KV-1
Schiwy	Sabrina	Mi-4-1
Schlechtriem	Christian	Mi-KV-4
Schlüsener	Michel	Di-1-1
Schmidt	Torsten C.	Mi-5-3, Mi-5-4
Schmitz	Markus	Mi-KV-2
Scholz	Stefan	Di-2-1



Umwelt 2021

Autorenverzeichnis

Schwaiger	Gerhard	Di-KV-7
Schwiwy	Sabrina	Mi-KV-2
Seidel	Michael	Di-KV-3, Di-KV-5 ,Di-KV-6, Di-KV-7
Sengl	Manfred	Di-1-2
Sgier	Linn	Mi-4-4
Simon	Fabian	Mi-6-4, Mi-6-6
Simon	Franz-Georg	Mi-6-5
Smit	Nico J.	Mi-KV-8
Smollich	Esther	Mi-5-3, Mi-5-4
Sommer	Christina	Mi-5-3
Sommer	Svenja	Di-3-4
Spelthahn	Vanessa	Mi-KV-2
Steingraber	Louisa	Di-2-3
Stelter	Michael	Di-KV-2
Stift	Robin	Mi-4-2
Streich	Philipp	Di-KV-6
Sundermann	Andrea	Di-2-2
Sures	Bernd	Mi-4-2, Mi-5-2, Mi-5-3, Mi-5-4, Mi-KV-8
Tamminen	Manu	Mi-4-4
Ternes	Thomas	Di-3-3
Thomas	Kevin	Mi-4-5
Tillmann	R.	Di-KV-8
Tlili	Ahmed	Mi-4-4
Tschorn	Kenneth	Di-3-2
van Beek	Abel	Di-3-2
Vermeirssen	Etienne	Mi-KV-7
Villeneuve	Daniel	Di-2-1
Vogel	Christian	Mi-6-5
Voigt	Alexander	Preisträger
Voigt	Melanie	Mi-KV-5
von der Au	Marcus	Mi-6-4, Mi-6-6
Wagner	Patrick	Di-3-4
Wagner	Bettina	Mi-4-4
Wallek	S.	Di-KV-8
Walser-Reichenbach	Sandra	Di-KV-6
Wehner	B.	Di-KV-8
Weil	Carolin	Preisträgerin
Welp	Laura	Di-KV-5



Umwelt 2021

Autorenverzeichnis

Wepener	Victor	Mi-KV-8
Wernicke	Theo	Di-2-1
Weyand	Michael	Mi-4-2, Mi-KV-8
Wicht	Anna-Jorina	Di-1-2
Wick	Arne	Di-1-1, Di-1-4
Wiltschka	Katrin	Di-KV-4
Wittrock	Folkard	Di-3-6
Wittwer	Philipp	Mi-6-5
Wolf	Katharina	Di-KV-8
Xi	Yuwei	Mi-4-1
Yen	Le T.T.	Mi-5-2
Zavarsky	Alexander	Di-1-1, Di-1-4, Di-3-3
Zeumer	Richard	Di-KV-1
Zimmermann	Sonja	Mi-KV-8



Impressum

Geschäftsstelle SETAC GLB

Institut für Gewässerschutz Mesocosm GmbH

Am Forschungszentrum Neu-Ulrichstein

Neu-Ulrichstein5, 35315 Homberg (Ohm)

Leitung: Prof. Dr. Klaus Peter Ebke

Registrierung: Sigrid Geiß
sigrid.geiss@mesocosm.de

Technik und Organisation: Lukas Kruckenfellner

Abstractband:

Satz, Layout und Gestaltung: Lukas Kruckenfellner
Miriam Fladerer
Marcel Kahlke

Bei Fragen:

Tel.: 06633 825 49 30

setac-orga@mesocosm.de