



GOETHE UNIVERSITY FRANKFURT A. M.



STUDENTS' LAB:

GOETHE GOES ENVIRONMENT

Jahresbericht 2020

Impressum

Herausgeber

Prof. Dr. Henner Hollert

Marc Wollenweber

Markus Schmitz

Kontakt

E-Mail: studentslab@bio.uni-frankfurt.de

Telefon: +49 (0)69 798 42160

Fax: +49 (0)69 798 42161



Evolutionsökologie und Umwelttoxikologie (E³T)

Johann-Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt

Biologicum

Max-von-Laue-Str. 13

60438 Frankfurt am Main

Vorwort Prof. Dr. Henner Hollert

Die Ökotoxikologie leistet durch die Verknüpfung chemischer und biologischer Risikobewertung einen essentiellen Beitrag zur (inter-)nationalen Umweltforschung und -schutz. Jedoch haben bereits 2003 das Umweltbundesamt (UBA) und der Verband der Chemischen Industrie (VCI) auf den eklatanten Mangel an gut ausgebildeten Nachwuchswissenschaftlern aufmerksam gemacht. Wichtige Stellen in Behörden und Industrie können nach wie vor nicht optimal besetzt werden. Als eine kurz- bis mittelfristige Lösung wurde von den beiden maßgeblichen Fachgesellschaften, der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie und der Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) Europe – German Language Branch e.V., ein bundesweiter Postgradualstudiengang zum Fachökotoxikologen entwickelt. Langfristig sehen jedoch das UBA und der VCI die dringende Notwendigkeit, das wissenschaftliche Fach der Ökotoxikologie an den Universitäten zu fördern und entsprechende Inhalte bzw. einen entsprechenden Studiengang an deutschen Universitäten anzubieten. Ganz anders als es die aktuelle hohe Nachfrage an gut ausgebildeten Ökotoxikologinnen und Ökotoxikologen vermuten lässt, ist die aktuelle Situation an deutschen Hochschulen in diesem Fachbereich völlig widersprüchlich. Trotz des hohen Ausbildungsrückstandes und der Tatsache, dass der Ökotoxikologie auch gesellschaftlich eine stetig wachsende Bedeutung zukommt, werden immer mehr Lehrstühle in der Bundesrepublik geschlossen. Entgegen des großen Bedarfs an innovativer Forschung und Lehre an den Universitäten, verlieren Umweltchemie und Ökotoxikologie seit vielen Jahren an Unterstützung, Ressourcen und Anerkennung. Es ist jedoch von entscheidender Bedeutung, dass die Umweltchemie und Ökotoxikologie in der akademischen Wissenschaft verwurzelt sind, und folglich mit Ausrüstung, Ressourcen und Entwicklungsperspektiven zukunftsweisend ausgestattet werden. Auch in der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina wurde kürzlich diese negative Entwicklung kritisiert und die Dringlichkeit fördernder Maßnahmen aufgezeigt. Nicht zuletzt verdeutlichen leider gerade die sich immer stärker häufenden Negativschlagzeilen über den allgemeinen ökologischen Zustand der Natur in Deutschland und weltweit (wie z. B. Biodiversitätskrise, extreme Wetterlagen, Waldsterben, belastete Grundwasser), dass eine gute ökotoxikologische Ausbildung in Zukunft von wirtschaftlicher, sozialer und ökologischer Bedeutung, und somit auch auf lange Sicht ein Berufsfeld mit nachhaltiger Zukunft sein wird. Um diesem Fachkräftemangel in der Ökotoxikologie entgegenzuwirken wurde von mir 2009 an der RWTH Aachen das Konzept des Studierendenlabors "Faszination Umwelt" entwickelt und umgesetzt. Ziel dieses Konzeptlabors war es, Studentinnen und Studenten an der RWTH Aachen eine exzellente Ausbildungsumgebung zu bieten und ihnen bereits früh den Einstieg in die universitäre Forschung zu ermöglichen. Das Studierendenlabor "Faszination Umwelt" war für mich an der RWTH Aachen gerade im Hinblick auf die Entwicklung von Konzepten zur Forschungs-orientierten Lehre bedeutend. Studentinnen und Studenten können hier bereits sehr früh an die wissenschaftliche Forschung herangeführt und von erstklassigen Bedingungen für die akademische Ausbildung profitieren. In diesem Kontext wurde das Studierendenlabor "Faszination Umwelt" an der RWTH Aachen mit Spenden und Gerätedauerleihgaben mit einer Summe von über 1,5 Mio. € ausgestattet und ermöglichte im Laufe der letzten Jahre über 100 Abschlussarbeiten sowie unzählige Praktika für Studentinnen und Studenten sowie Schülerinnen und Schülern.

Aufgrund der einzigartigen Erfolgsgeschichte des Studierendenlabors "Faszination Umwelt" habe ich in meinem Forschungs- und Lehrkonzept an der Goethe Universität Frankfurt am Main diese Idee des aufgegriffen und möchte an der Goethe-Universität nun das Students' Lab: Goethe Goes Environment

aufbauen. So können evolutionsbiologisches und umwelttoxikologisches Praxiswissen aus erster Hand gelehrt und gelernt werden. Die hier vermittelten Inhalte umfassen dabei nicht nur wie mit modernen bioanalytischen und analytischen Verfahren retrospektive Umweltforschung betrieben werden kann, sondern auch, dass im Sinne einer Green Toxicology neue weltfreundlichere Chemikalien und Produkte entwickelt werden können. Des Weiteren wird das Students' Lab: Goethe Goes Environment auch einen wichtigen Beitrag bei der Ausbildung von Studierenden und forschungsorientierten Lehre im Kontext der Exzellenzclusterinitiative „RobustNature“ leisten, die eine der sieben geförderten Clusterinitiativen der Goethe-Universität darstellt. In der Clusterinitiative RobustNature „Robustheit und Resilienz von Natur-Gesellschaftssystemen im sich entwickelnden Anthropozän“ soll mit einem Multiskalenansatz Prozessverständnis zum Themenkomplex Robustheit und Resilienz aus fachlich-disziplinärer, interdisziplinärer und transdisziplinärer Sicht erarbeitet werden. RobustNature befasst sich mit dem Rückgang der Biodiversität, Auswirkungen des Klimawandels und der Chemischen Belastung. In Stellungnahmen der Leopoldina und den Berichten der Internationalen Panels IPCC, IPBES und IPCP/NORMAN werden die Interaktionen und Interdependenzen dieser drei Bereiche als große Herausforderungen für die internationale Forschung in den nächsten Jahren angesehen. RobustNature will hier konkret auf die Themenfelder Wasser, Organismische Interaktionen und Systemische Risiken fokussieren, um wissensbasierte Transformationsforschung von Natur-Gesellschaftssystemen an den Beispielen Biodiversität und Wasser zu entwickeln – vom Wissen zum Handeln. Oder - wie kürzlich in der Frankfurter Rundschau beschrieben, soll so ein Beitrag geleistet werden, damit „Menschen um nicht nur die kommenden 50, sondern die kommenden 500 000 Jahre auf der Erde leben können“.

Wir freuen uns Ihnen hiermit den Jahresbericht des Students' Lab: Goethe Goes Environment vorstellen zu können und würden uns sehr freuen, wenn wir Sie in Zukunft auch persönlich im Studierendenlabor begrüßen können.



Prof. Dr. rer. nat. Henner Hollert




Vorwort Prof. Dr. Paul Dierkes (Studiendekan Fachbereich 15)

Das Students' Lab: Goethe Goes Environment ist ein Labor, das durch Berufungsmittel von Prof. Hollert, dem Institut Ökologie, Evolution und Diversität, dem Bundesministerium für Bildung und Forschung, dem Fonds der Chemischen Industrie (FCI) und zahlreiche Industriekooperationen in den letzten beiden Jahren in der Abteilung Evolutionsökologie und Umwelttoxikologie aufgebaut wurde. Die Konzeption ist es, in unserem Fachbereich ein großartiges Labor für die Lehre und Forschung im Bereich der Umweltforschung zu etablieren. Als Studiendekan des Fachbereiches 15 Biowissenschaften der Goethe-Universität freue ich mich besonders über ein solch exzellentes Studierendenlabor. Das Students' Lab: Goethe Goes Environment bietet unseren Studierenden herausragende Möglichkeiten, sehr praxisnah im Bereich der chemikalienbasierten Umweltforschung und von multiplen Stressoren zu forschen und forschungsorientierte Lehre in das Curriculum noch besser zu integrieren. Auch wissensbasierte Transformationsforschung von Natur-Gesellschaftssystemen an den Beispielen Biodiversität und Wasser soll so im Kontext der RobustNature Exzellenzinitiative und des Profildereiches *Sustainability & Biodiversity* der Goethe-Universität umgesetzt werden. Das Students' Lab: Goethe Goes Environment ergänzt das Konzept des Fachbereichs 15 der Goethe-Universität, in dem auch das Goethe BioLab angesiedelt ist, welches sich primär an Schülerinnen und Schüler wendet. Durch die ergänzende Ausrichtung der beiden Lehr- und Forschungslabore und eine exzellente instrumentelle Ausstattung können sowohl Studierende als auch Schülerinnen und Schüler schon früh ein Verständnis und Bewusstsein für naturwissenschaftliche und umweltrelevante Fragestellungen vermittelt bekommen. Das Students' Lab: Goethe Goes Environment hilft uns die Situation in der experimentellen Ausstattung unserer Praktikumsräume zu verbessern und stellt somit ein wichtiges Element dar, unsere Forschung und Ausbildung auf ein neues Level zu bringen. Durch die schon jetzt umfangreiche Ausstattung des Students' Lab: Goethe Goes Environment kann dieses ab sofort von den Studierenden der Biologie, der Masterstudiengänge Umweltwissenschaften sowie Ökologie und Evolution, für Forschungspraktika und für den Postgradualkurs Ökotoxikologie der SETAC/GDCh und auch die Exzellenzclusterinitiative RobustNature genutzt werden. Das neue Labor wird auch bei der Weiterentwicklung des Masterstudiengangs Evolution & Ökologie hin zu einem internationalen Masterstudiengang „Biodiversity and Ecosystem Health“ eine herausragende Bedeutung haben.

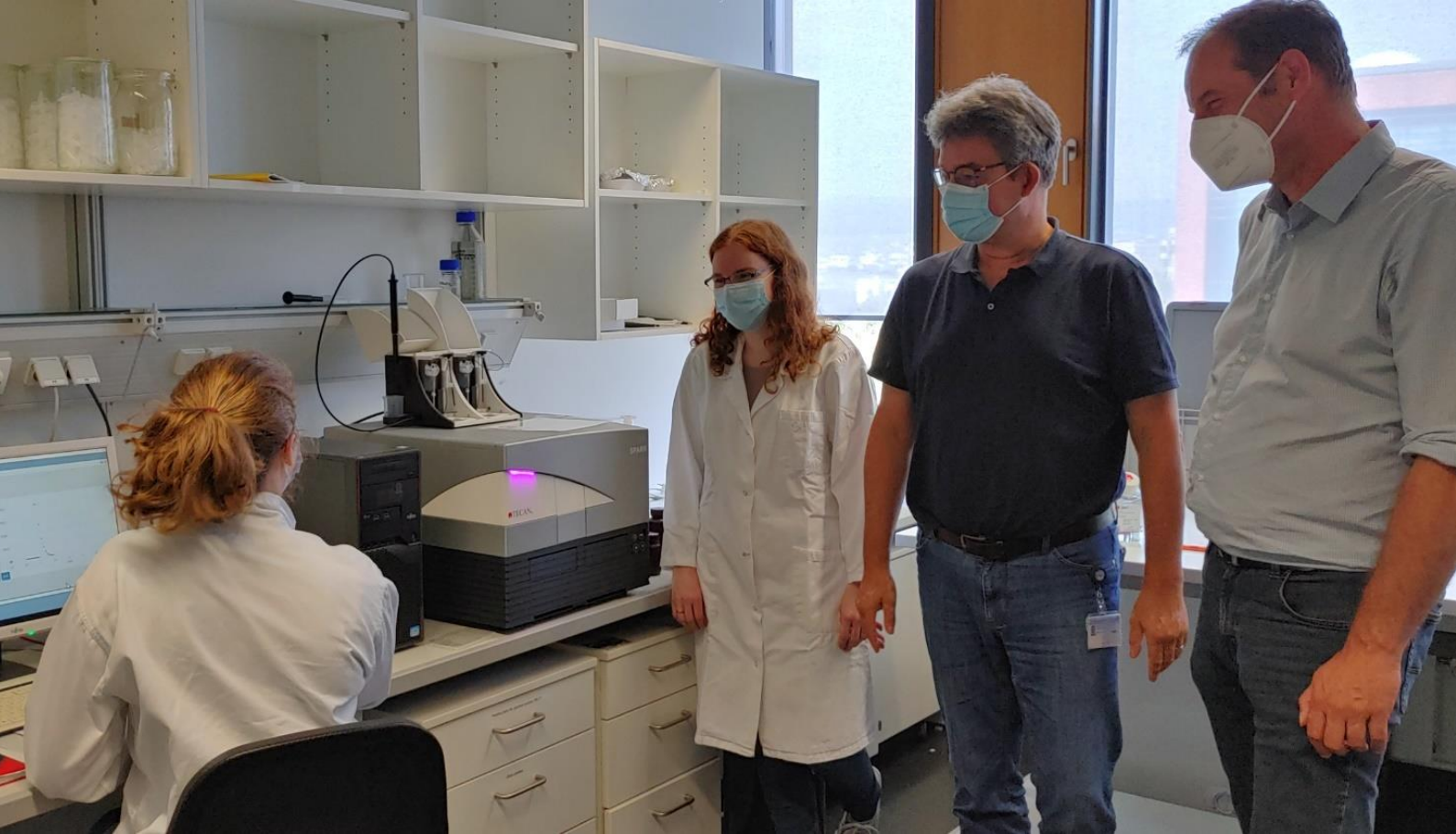
Ich wünsche dem Studierendenlabor alles Gute und viel Erfolg!

Mit freundlichen Grüßen,



Prof. Dr. Paul Dierkes

Studiendekans des FB15 der Goethe-Universität



Weitere Informationen finden Sie auf der Webseite des Students' Lab: Goethe Goes Environment unter dem folgenden QR-Code.

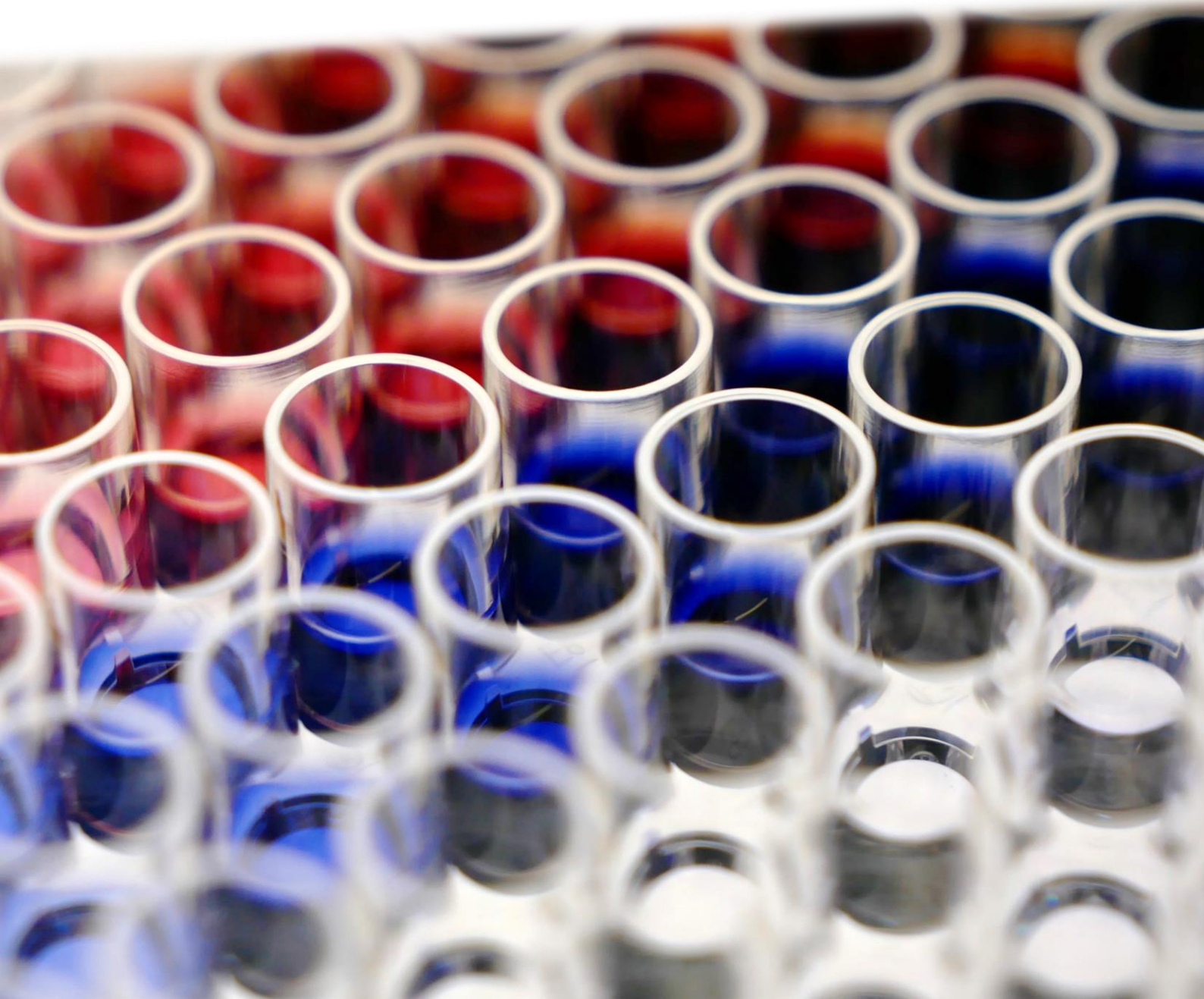


Students' Lab (Link)

Inhaltsverzeichnis

Students' Lab-Partner.....	1
Kooperationen.....	2
Impressionen.....	6
Presseberichte.....	8
SARS-CoV-2-Viren im Abwasser: COVID-19-Überwachung und Abschätzung potenzieller Infektionsrisiken.....	8
Geräteneuvorstellungen.....	10
ToxmateLAB.....	11
ZebraBox for embryos or larvae.....	12
CELENA® X High Content Imaging System.....	13
Projektvorstellungen.....	15
Ökotoxikologische Bewertung von Reifenabrieb in Niederschlagabflüssen stark befahrener Straßen (RoadTox).....	16
KONTRISOL – Konzentrate aus der Trinkwasseraufbereitung – Lösungsansätze für die technischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Hemmnisse beim Einsatz von NF/RO-Prozessen in der Trinkwasseraufbereitung (2019–2022).....	17
SENTINELL-II – Freshwater pollution and the links to the distribution of Schistosoma host snails in Western Kenya (2020–2023).....	20
TeToxBescheit – Technical and toxicological evaluation of emission reduction technologies used in small-scale wood log furnaces (2019–2022).....	21
DreamResourceConti (2019-2022).....	22
Effect-based Monitoring demonstrates Efficiency of Electrically-driven Water treatment Processes to Remove Salts and Micropollutants from Process Water (EfectroH2O).....	23
DFG Exzellenzcluster - Fuel Science Centre (2019–2025).....	24
Further development of the Ames fluctuation and Ames μ RAMOS assay for optimized and more reproducible mutagenicity detection (2020-2021).....	28
PEPcat – Energieeffiziente erweiterte Oxidation zur Elimination organischer Substanzen aus Abwasser mittels plasmonisch verstärkter Photokatalyse (2019–2022).....	30
GreenToxiConomy - Green Toxicology for a Green Bioeconomy (2019–2021).....	32
Resurrected Daphnia as a model organism to investigate micro-evolutionary adaptations of natural populations to multiple stressors in the environment (2019–2022).....	33
SIGN-2 – Sino-German water supply Network (2018–2021).....	34

Effects of pesticides on aquatic and soil non-target organisms on different levels of biological organization (2019-2021).....	36
Depth related analysis of sediment and pore-water in microcosms (2018–2021).....	37
NeuroBox – Bewertung neurotoxischer Effekte im Wasserkreislauf - Identifikation von neurotoxischen Wirkungsmechanismen (<i>in vivo</i>) zur Entwicklung neuer wirkungsspezifischer Testverfahren. Teilprojekt 3 (2017–2020)	38
awaregio – Modulare Abwasserreinigungsverfahren zur Wiederverwendung von Wasser, Nährstoffen und Energie für kleine und mittlere Unternehmen im regionalen Strukturwandel (2016-2020).....	40
DemO3AC – Demonstrationsvorhaben Ozonung des Abwassers auf der Kläranlage Aachen-Soers - Phase 2 (2015-2020).....	41
Veröffentlichungen	42
Filmkurs „FILM – Förderung individueller Live-Medienkompetenz“	44





TEMP
37.0 °C
Set 37.0 °C

100



TIMER 

-- h : -- m

End

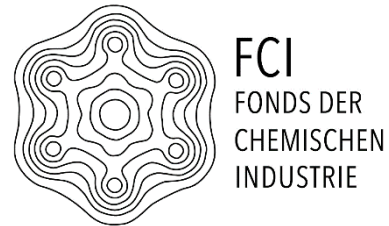


FUP

0.0

Students' Lab-Partner

Das Students' Lab: Goethe Goes Environment bietet Studentinnen und Studenten der Goethe Universität ein exzellente Forschungsgrundlage durch modernste Ausrüstung. Diese Grundlage wurde erst durch intensive Partnerschaften zwischen Academia und Industrie ermöglicht. Dazu gehören neben Sponsoring und hohen Rabatten auch Leihgaben. Hierfür möchten wir uns an dieser Stelle herzlichst bei unseren Partnern bedanken.



Kooperationen

Im Rahmen des Students' Lab: Goethe Goes Environment fördern wir in Lehre und Forschung ein enges Netzwerk akademischer und industrieller Kooperationen.





Sensortechnik & mikrobielle Anlagensicherheit







Impressionen

„Es ist eine spannende Erfahrung als eine der ersten Personen in Deutschland an dem ToxmateLAB zu arbeiten und die Chance zu haben die Forschung mit dem ToxmateLAB im Labor zu verbessern.“

Laura Soose (Masterandin) und Kim Hügl (Bachelorandin)

„Durch die angebrachten Leica-Kameras an den Lichtmikroskopen, konnte ich im Rahmen meiner Bachelorarbeit tolle Bilder von Zebrafischembryonen schießen“

Vanessa Hartmann (Bachelorandin)

„Within the GreenToxiConomy project we used the ViewPoint behavior technology to investigate zebrafish larvae swimming behavior in order to learn more about sublethal toxic effects such as neurotoxicity or reduced general fitness.“

Dr. Sarah Johann (Teamleiterin)





Presseberichte

SARS-CoV-2-Viren im Abwasser: COVID-19-Überwachung und Abschätzung potenzieller Infektionsrisiken

Entnommen von Pressemeldung der Goethe-Universität Frankfurt/FiW/ISA; Öffentlichkeitswirksame Verbreitung in renommierten Printmedien wie Heise, Rheinische Post, Frankfurter Rundschau, Ärzteblatt

Seit Beginn der Pandemie arbeiten Forschergruppen an Methoden, den Nachweis von SARS-CoV-2-Viren im Abwasser für die Überwachung des COVID-19-Infektionsgrades der Bevölkerung zu verwenden. Die Idee ist einfach: Da infizierte Personen SARS-CoV-2-Viren über die Fäkalien abgeben, könnten Abwasserproben Aufschluss über die Infektionszahlen aller an eine Kläranlage angeschlossener Einwohner liefern. Bei ausreichender Empfindlichkeit könnten solche Analysen Behörden als Frühwarnsystem dienen, um lokal ansteigende Fallzahlen im Einzugsgebiet einer Kläranlage frühzeitig zu erkennen.

Zusammen mit einem Konsortium aus Frankfurter Virologen und Evolutionsforschern und Aachener Wasserforschern und Kanadischen Molekularbiologen konnten wir, die Abteilung für Evolutionsökologie und Umwelttoxikologie (E³T) der Goethe-Universität, erstmals für Deutschland zeigen, dass sich SARS-CoV-2-Genmaterial mit modernen molekularen Methoden in Kläranlagen nachweisen lässt. Anders als in vorherigen Studien, konnten wir Zielregionen im Virengenom identifizieren, die wir als spezifisch für SARS-CoV-2 nachweisen konnten. Somit können mit der von uns veröffentlichten Methode falsch-positive Meldungen, die auf den Nachweis anderer Coronaviren zurückzuführen sein könnte, in Zukunft ausgeschlossen werden. Das von uns entwickelte Verfahren lässt sich nun in der so genannten Abwasser-basierten Epidemiologie einsetzen: Die gemessene Virenfracht einer Kläranlage erlaubt Rückschlüsse auf die Anzahl der an COVID-19 infizierten Personen im Einzugsgebiet mit ausreichender Sensitivität, um als Frühwarnsystem anzuzeigen, ob der Maßnahmenwert von 50 Inzidenzen pro 100.000 Einwohnern überschritten wird.



Pressemitteilung der Goethe-Universität (Link)



Publikation auf Science Direct (Link)

Derzeit arbeiten wir mit unseren Co-Autoren daran, unser neu gewonnenes Wissen für eine baldige Anwendung der Methodik bereitzustellen. Dazu arbeiten wir eng mit Gesundheitsministerien,

Umweltministerien, Kläranlagenbetreibern und Fachverbänden zusammen. Das Forscherteam wurde in Eigeninitiative vom gemeinnützigen Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen e.V. (FiW), dem Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen (ISA), dem Institut für Medizinische Virologie des Universitätsklinikums Frankfurt (KGU) und unserer Abteilung Evolutionsökologie und Umwelttoxikologie (E³T) am Institut für Ökologie, Evolution und Diversität der Goethe-Universität Frankfurt ins Leben gerufen und von sechs Wasserverbänden in Nordrhein-Westfalen, dem LOEWE-Zentrum für Translationale Biodiversitätsgenomik (TBG) und der University of Saskatoon in Kanada unterstützt.



Geräteneuvorstellungen

Das Students' Lab: Goethe Goes Environment bietet durch seine state-of-the-art Ausstattung eine exzellente Forschungs- und Ausbildungsatmosphäre. Im Folgenden möchten wir unsere jüngsten Anschaffungen vorstellen.



ToxmateLAB

Multi-Species Behavior Monitoring Tool

Das ToxmateLAB, ein von ViewPoint Behavior Technology entwickeltes Überwachungssystem, ermöglicht die Auszeichnung des Verhaltens mehrerer Spezies in kontrollierten Versuchsumgebungen. Durch das vielseitige modulare Durchflusssystem können im Hochdurchsatz bis zu 48 Individuen verfolgt und aufgezeichnet werden. Drei unabhängig verbaute Hochleistungskameras dokumentieren selbst minimalste Verhaltensänderungen und ermöglichen Studien im Niedrigkonzentrationsbereich. Zudem können neben single species-Ansätzen multi species-Versuche mit bis zu drei verschiedenen Spezies gleichzeitig und unabhängig voneinander durchgeführt werden.



Wir freuen uns bekannt geben zu dürfen, dass die Abteilung Evolutionsökologie und Umwelttoxikologie (E³T) der Goethe Universität die erste deutsche Institution ist, an dem das ToxmateLAB zum Einsatz kommt. Ziel am E³T ist die Untersuchung adverser Effekte potentieller Umweltschadstoffe auf das Verhalten verschiedener Modellorganismen. Durch das integrierter Durchflusssystem können wir zukünftig eine Vielzahl verschiedener Expositionsszenarien abbilden. Das ToxmateLAB findet bereits in einer Masterarbeit und einer Bachelorarbeit Anwendung, in denen die Auswirkungen von Ibuprofen und Dichlorvos auf das Bewegungsverhalten von Makroinvertebraten (Gammariden) untersucht wird.

ZebraBox for embryos or larvae

Automated observation and behavioral tracking of larvae zebrafish and zebrafish embryos

Die ZebraBox ist das erste Hochdurchsatz-Überwachungssystem zur Analyse des Verhaltens von Zebrafischen (*Danio rerio*). Es handelt sich hierbei um ein Komplettsystem, das für die Hochdurchsatz-Analyse von Zebrafischlarven in Multiwell-Platten in einer kontrollierten Versuchsumgebung konzipiert wurde. Die ZebraBox ist in der Lage bis zu 96 Individuen gleichzeitig zu analysieren. Durch das integrierte Inkubationsmodul sind zudem Langzeitbeobachtungen möglich. In Kombination mit der ZebraLab Software, einer automatisierten Beobachtungs- und Videoverfolgungslösung, können umfassende Zebrafisch-Verhaltensstudien durchgeführt werden.



Die 4. Generation der ZebraBox wurde 2020 an der Abteilung Evolutionsökologie und Umwelttoxikologie (E³T) aufgebaut und fand bereits in ersten Studien zu Neurotoxizität an *Danio rerio* Einsatz.

CELENA® X High Content Imaging System

Automated high content image acquisition and analysis for drug discovery and cell biology

Das CELENA® X High Content Imaging System ist ein integriertes Bildgebungssystem für die schnelle und detaillierte Bilderfassung und -analyse. Anpassbare Imaging-Protokolle, ein bildbasiertes Autofokussierungsmodul sowie ein motorisierter XYZ-Tisch vereinfachen die Bildgebung von Wellplatten und das Scannen von Dias. Die integrierte CELENA® X Cell Analyzer Software verarbeitet Bilder und Daten für die quantitative Analyse. Aufwendige und anspruchsvolle Fragestellungen können mithilfe einer Analyse-Pipeline individuell beantwortet werden und ermöglichen eine vollautomatisierte Auswertung. Die CELENA® X ist flexibel, leistungsstark und mit austauschbaren Objektiven und Filterwürfeln ausgestattet, um eine breite Palette von Anwendungen für die Bildgebung fixierter und lebender Zellen zu ermöglichen.



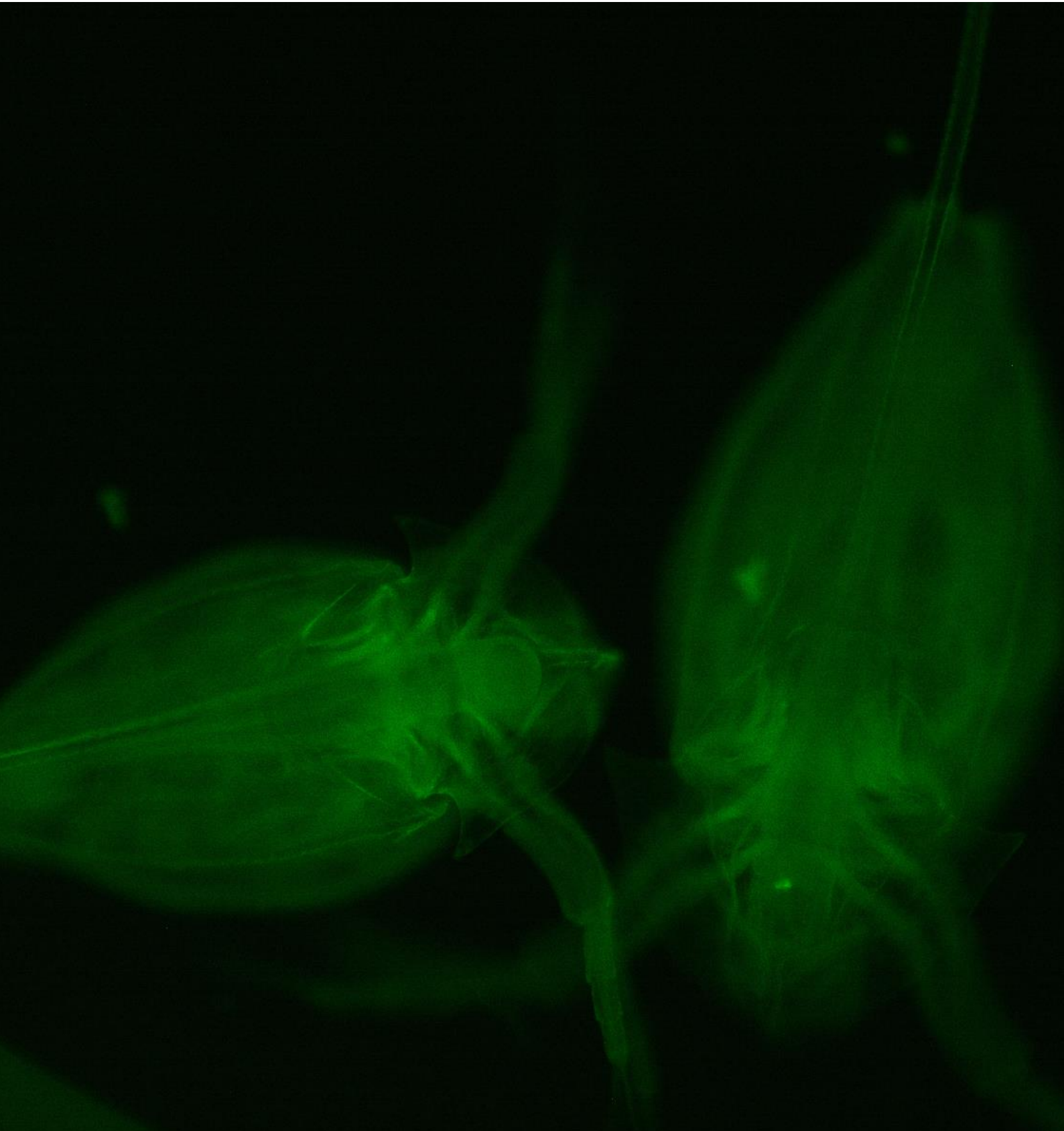
Das CELENA® X High Content Imaging System befindet sich seit Anfang 2020 in unserer Abteilung und findet derzeit in einer Masterarbeiten zur Entwicklung und Optimierung eines Auswertungsprotokolls mit dem Ziel der Automatisierung des Micronucleus-Assays Anwendung.

A photograph of a white wall corner. A purple LED light strip is mounted along the top edge of the wall, casting a soft purple glow. The Tecan logo, consisting of a red circle with a white dot inside, followed by the word "TECAN." in a serif font, is printed on the wall. The lighting is dim, with the purple light being the primary source of illumination.

TECAN.

Projektvorstellungen

Im Rahmen des Students' Lab: Goethe Goes Environment werden viele nationale und internationale Projekte sowie Studien durchgeführt. Diese werden auf den nachfolgenden Seiten vorgestellt.



Ökotoxikologische Bewertung von Reifenabrieb in Niederschlagabflüssen stark befahrener Straßen (RoadTox)

Förderung:

Landesamt für Natur,
Umwelt und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen



Kooperationspartner:



Currently, only few quantitative data on precipitation-induced deposition of tire abrasion into the aquatic environment can be found in the literature. While in the past wastewater treatment plants were extensively studied as a sink for plastic inputs in several in-house (MiKaMi) and external projects (MiWa, OEMP), 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, this planned interdisciplinary research project will quantify tire abrasion from urban and extra-urban roads as well as federal highways. An ecotoxicological risk assessment of the different inputs will be carried out to prioritize necessary measures for input mitigation. For this purpose, comprehensive bioassays will be performed, which will be combined with literature data to produce 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 on 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 minimize tire abrasion inputs will be developed.



BUCHI
SWITZERLAND

Recirculation
F-305



KONTRISOL – Konzentrate aus der Trinkwasseraufbereitung – Lösungsansätze für die technischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Hemmnisse beim Einsatz von NF/RO-Prozessen in der Trinkwasseraufbereitung (2019–2022)

KONTRISOL

Förderung:

BMBF (02WAV1530)

FONA (W 201807-A)



FONA
Forschung für Nachhaltigkeit

Kooperationspartner:



cornelsen



TZW
Technologiezentrum
Wasser



IWW ZENTRUM WASSER



LAGOTEC GMBH

Sensortechnik & mikrobielle Anlagensicherheit

TUHH
Technische Universität Hamburg



LANXESS
Energizing Chemistry

In der Trinkwasseraufbereitung werden zunehmend Membrantrennverfahren Nanofiltration und Umkehrosmose (NF und UO) eingesetzt, um z.B. die Konzentration von Härtebildnern, anorganischen Wasserinhaltsstoffen, natürlichen organischen Stoffen oder anthropogenen Spurenstoffen zu reduzieren. NF und RO trennen dabei gelöste Stoffe weitgehend ab und sind somit Alternativverfahren wie Aktivkohlefiltration oder Ionentausch deutlich überlegen, wenn es um die Entfernung polarer organischer Stoffe oder um kombinierte Verfahrensziele (bspw. Härtereduktion und Spurenstoffentfernung) geht. Bei NF/RO-Prozessen entstehen unterschiedliche Konzentratmengen mit einer entsprechend höheren Konzentration der abgetrennten Stoffe. Für einen störungsfreien Betrieb der NF/RO Trennstufe werden zudem fast immer sogenannte Scaling-Inhibitoren (Antiscalants, überwiegend Phosphonate und Carboxylate) in geringen Konzentrationen zugesetzt, die i.d.R. ebenfalls im Konzentrat verbleiben und dann über Direkt- oder Indirekteinleitung in Gewässer gelangen. In den letzten Jahren wird die Einleitung von Konzentraten in ein Gewässer allerdings durch die zuständigen Genehmigungsbehörden zunehmend kritisch betrachtet. Insbesondere dann, wenn die Konzentrate naturfremde anthropogene Spurenstoffe inklusive der zugesetzten Aufbereitungsstoffe (u. a. Polyphosphonate und -Carboxylate) oder Nährsalze in hohen Konzentrationen enthalten. Die Auswirkungen der Inhaltsstoffe von Konzentraten inkl. Antiscalants im Zusammenhang mit der Direkteinleitung insbesondere in kleine Gewässer sind nur unzureichend auf ihre Wirkungen bewertet. Daher soll die öko- und humantoxikologische Bewertung von Konzentraten bzw. behandelten Wässern sowie von bekannten Antiscalants und Mischungen aus organischen Spurenstoffen und Antiscalants in Oxidationsverfahren mit Hilfe einer Biotestbatterie untersucht werden. Dazu wird in dem Vorhaben die akute Toxizität *in vivo* gegenüber Algen, Daphnien und frühen Stadien von Zebrafischen (*Danio rerio*) untersucht. Als Proxies für das langfristige Schädigungspotential wird zudem *in vitro* die endokrine Wirksamkeit über den ER, AR und GR CALUX sowie den H295r Assay getestet und das mutagene bzw. genotoxische Potential (Reactive Chemicals) mithilfe des Ames-Fluktuations-Tests sowie des Mikrokerntests bestimmt. Darüber hinaus kann oxidativer Stress als wichtiger Endpunkt eines spezifischen Modes of Action getestet werden. Der Verhaltenstest mit frühen Lebensstadien von *Danio rerio* kann dabei Aufschluss über eine mögliche Beeinträchtigung des Nervensystems geben.

SENTINELL-II – Freshwater pollution and the links to the distribution of *Schistosoma* host snails in Western Kenya (2020–2023)

Förderung:



Kooperationspartner:



Schistosomiasis is the second most pressing tropical disease after malaria, with 218 million people infected worldwide. It is caused by parasitic flatworms of the genus *Schistosoma* sp. which parasitize humans as their definitive host and freshwater snails of the family planorbidae as their intermediate hosts. Hot spots of schistosomiasis infections in Sub-Saharan Africa are typically characterized by extensive agriculture and heavy rainfalls. In such conditions, there is a high risk of surface run-off that washes pesticides from agricultural fields into adjacent freshwaters. This agrochemical pollution affects the macro-invertebrate community structure such that this favors highly tolerant host snails of *Schistosoma*. Currently, the global control strategies generally rely on morbidity control through human treatment with drugs that kill adult worms harbored in human hosts, but it cannot prevent the re-infection. Accordingly, re-infection from freshwater biotopes needs to be restricted. This is where the SENTINEL project comes in. In the project SENTINEL-I, we have already identified those environmental factors through field monitoring as well as laboratory experiment that increase the occurrence of the host snails – namely pesticide pollution and eutrophication. Now, in the follow-up project SENTINEL-II, we aim to understand the environmental factors that are relevant for describing the infection rate of snails. For this, we will investigate the spatiotemporal population dynamics and recolonization of host snails, and their schistosomes throughout the year. Additionally, we aim to investigate spatiotemporal variation in pesticide pollution and its association with macroinvertebrate community structure, abundance of host snails and the temporal dynamics of schistosomes in the host snails. Finally, we also aim to investigate the effect of additional environmental stressors on the dynamics of parasite burden in host snails. We will address all of the research questions through field studies as well as laboratory investigations. We anticipate that the combined results of SENTINEL-I and SENTINEL-II will draw a complete picture of the ecotoxicological processes and interrelations driving the occurrence and infection rate of the parasites and their host based on the prevailing environmental conditions.

TeToxBeScheit – Technical and toxicological evaluation of emission reduction technologies used in small-scale wood log furnaces (2019–2022)

Förderung:



Kooperationspartner:



The increasing use of renewable resources for bioenergy leads to the question of potential implications to human health and the environment. It is well known that emissions from wood smoke contain a complex mixture of compounds, which exert adverse effects on human health and ecosystems. Detailed information on wood smoke emissions are provided, but fail to evaluate whether emission reduction technologies supplied with small-scale wood log furnaces are sufficient to efficiently remove pollutants from exhaust gases. We aim to address this question within the TeToxBeScheit project. TeToxBeScheit is a joint project between the Unit of Technologies of Fuels (TEER, RWTH Aachen University), the Institute for Infection Prevention and Hospital Epidemiology (University Medical Center Freiburg), the Institute for Occupational, Social and Environmental Medicine (University Hospital Aachen) and the Department of Evolutionary Ecology and Environmental Toxicology (E³T, Goethe University Frankfurt am Main) and is funded by Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR). The main objectives are to (1) evaluate the technical efficiency of selected emission reduction technologies used in small-scale wood log furnaces and to (2) evaluate pre- and post-reduction emissions (gaseous and particulate phase) regarding relevant (eco)toxicological effects. The subproject at E³T aims to evaluate emissions from small-scale wood log furnaces regarding ecotoxicological endpoints to provide information on potential impacts on the environment, with strong emphasis on aquatic ecosystems. Samples prepared from exhaust gases will be analyzed using a bioassay battery, which was successfully applied in the joint EU project SOLUTIONS. The bioassay battery accounts for the different trophic levels fish (*Danio rerio*, fish embryo toxicity, DIN EN ISO 15088, OECD 236), zooplankton (*Daphnia magna*, inhibition of mobility, DIN EN ISO 6341) and phytoplankton (*Raphidocelis subcapitata*, growth inhibition, DIN EN ISO 8692), as well as for various mode-of-action specific effects like endocrine (ER/AR CALUX[®] assay, ISO 19040-3) and dioxin-like potentials (μ EROD assay, EU 709/2014). Our goal is to provide expert opinions on the efficiency of emission reduction technologies. Additionally, the data collected may be used by regulators to provide opinions on safer operation of small-scale wood log furnaces.

DreamResourceConti (2019-2022)

Förderung: BMBF (033RC002)



Kooperationspartner:



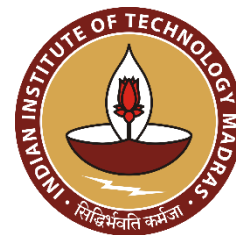
The objective of the DreamResourceConti Project is to increase resource efficiency, broadening of the resource base as well as to improve the environmental friendliness of fatty alcohol ethoxylates, poloxamers and hard foam polyols. The results of the predecessor project 'Dream Resource' lay the basis for this project where the usage of CO₂ as a main building block was assessed. Dream Resource Conti will investigate the usage of cyclic ethylencarbonate (cEC) as a precursor for high-volume applications. Within this project, the biodegradability and ecotoxicity of newly synthesized polymeric surfactants will be examined using a Green Toxicology approach. A compound-specific bioassay battery will be used to investigate and compare the newly developed products relative to conventional reference products. Namely, biodegradability, toxicity tests across a range of trophic levels, toxicity tests at the sediment water interphase, and possible endocrine activity with cell-based assays will be investigated. Specifically, ready biodegradability (OECD 301F), algae inhibition test (OECD 201), fungal growth inhibition test, acute immobilization with *Daphnia magna* (OECD 202), reproduction test with *Daphnia magna* (OECD 211), the Fish Embryo Toxicity (FET) test with *Danio rerio* (OECD 236), sediment-water chironomid toxicity using spiked sediment (OECD 218), sediment-water chironomid toxicity using spiked water (OECD 219), ER (α) CALUX[®] assay, H295R, Ames assay, Nf κ B-based assays, and the Nrf2 CALUX[®] assay are being performed with the newly synthesized surfactants and the reference surfactants. Using this bioassay battery, a high number of compounds will be assessed and a short feedback loop established to forward the information gained through the ecotoxicological assessment to improve the developmental process and produce green products.

Effect-based Monitoring demonstrates Efficiency of Electrically-driven Water treatment Processes to Remove Salts and Micropollutants from Process Water (EfectroH2O)

Förderung: BMBF (01DQ20010A)



Kooperationspartner:



This project aims to improve process water treatment in the textile industry to reduce harmful toxicological effects in the environment. In the process, process streams are to be recycled and resources recovered. The technology used for desalination and dye removal is capacitive deionization (CDI), which can be used especially for highly concentrated brines. In addition, advanced oxidation processes are used to remove micropollutants. The novel treatment technologies are being tested in a pilot plant in the textile industry in India after development in the laboratory. To verify water quality and treatment efficiency, effect-based methods (EBM) specifically adapted to textile wastewater are used to complement the chemical target analyses. The advantage of toxicological screening by EBM is that it allows a holistic statement on toxicological effects of complex mixtures typical for process waters, including unknown oxidation by-products and synergistic effects. For this purpose, a variation of bioassays will be adapted to the specific requirements of textile wastewater and transferred from Germany to India as a test battery. The project includes the Sustainable Development Goal 6 of the United Nations Environment Programme to ensure the availability and sustainable management of water and sanitation for "all", as recycling of process water can reduce water consumption in water scarce regions like India.

DFG Exzellenzcluster - Fuel Science Centre (2019–2025)



Förderung:

DFG Excellence Initiative



Kooperationspartner:

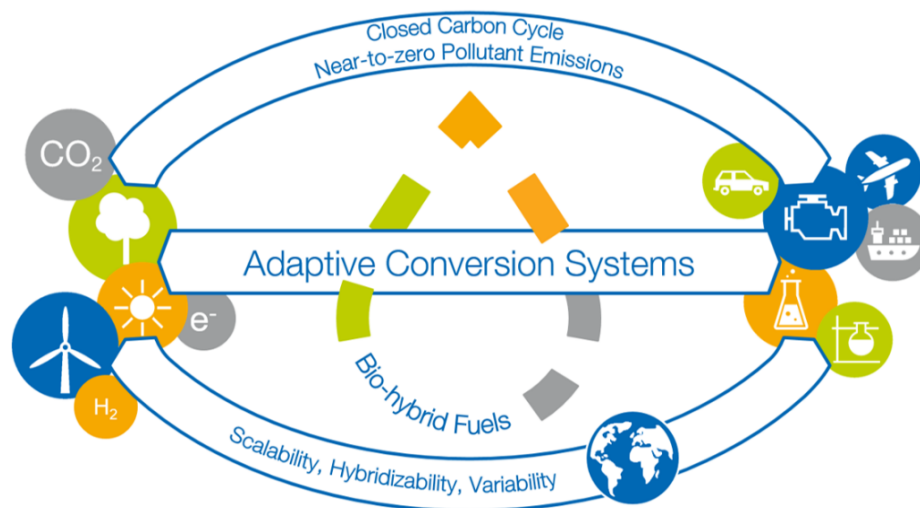


The increasing availability of non-fossil energy technologies opens unprecedented possibilities to re-design the interface of energy and material value chains towards a sustainable future. The fundamental research in the Cluster of Excellence "The Fuel Science Center – Adaptive Conversion Systems for Renewable Energy and Carbon Sources" (FSC) aims to integrate renewable electricity with the joint utilization of bio-based carbon feedstocks and CO₂ to provide high-density liquid energy carriers ("bio-hybrid fuels"), which enable innovative engine concepts for highly efficient and clean combustion. FSC will generate fundamental knowledge as well as novel scientific methodologies to

replace today's fossil fuel-based static scenario by adaptive production and propulsion systems that are based on renewable energy and carbon resources under dynamic system boundaries.

Current research on renewable fuels is focused on fuel replacements for present-day engine technology that are either biofuels from non-food biomass or e-fuels from CO₂ capture and utilization. FSC goes far beyond this approach by defining the scientific basis for the development of bio-hybrid fuels through integrated design of production and propulsion systems. The targeted technologies are adaptive to anticipate the increasing diversification of energy supply and carbon feedstock availability for a mobility sector in transformation. The (electro-)catalytic production of fuels as well as chemicals is envisaged as an important enabler for flexible and economic value chains. Molecularly controlled combustion systems are targeted to maximize efficiency and minimize emissions during the recovery of the chemically stored renewable energy. Methodological approaches will be developed to assess and ultimately predict the environmental impact, economic viability, and societal relevance of the technical developments.

FSC strengthens disciplinary competences in natural sciences, engineering sciences, and social sciences and converges them in a dynamic team science approach. Forward-integration occurs from fundamental science to the complex systems of fuel production, mobility, and transportation. Simultaneously, system-level information is propagated back by inverse methodologies to enable an integrated molecular and machine design.



FSC capitalizes on achievements of the Cluster of Excellence "Tailor-Made Fuels from Biomass (TMFB)" to act as a structuring element at RWTH Aachen University and its partner institutions. Together with the Forschungszentrum Jülich and the two Max Planck Institutes at the Campus Mülheim, a world-class research environment will be established, which is embedded in a network of strategic partnerships with globally leading research institutions and companies. Joint appointment models for junior research groups, tenure track and lighthouse professorships will create attractive career paths within the German academic landscape. The Cluster of Excellence "The Fuel Science Center – Adaptive Conversion Systems for Renewable Energy and Carbon Sources" (FSC) is an unique and interdisciplinary research cluster aiming towards the integration of renewable electricity with the joint utilization of bio-based carbon feedstocks and CO₂ to provide high-density liquid energy carriers ("bio-hybrid fuels"). These fuels enable innovative engine concepts for highly efficient and clean combustion for a sustainable future. Of the total number of 63 projects that are part of this cluster, two projects will be conducted in the Department of Ecosystem Analysis at RWTH Aachen University in close cooperation

with E3T at Goethe University in Frankfurt. In this context, a Junior Research Group (Dr. Miaomiao Du, "Toxicity assessment and prediction") has been established and funded by the FSC.

Subprojects at RWTH Aachen University (Institute of Environmental Research) in close Cooperation with E³T at Goethe University in Frankfurt

The effects of bio-hybrid fuel exhaust on human health

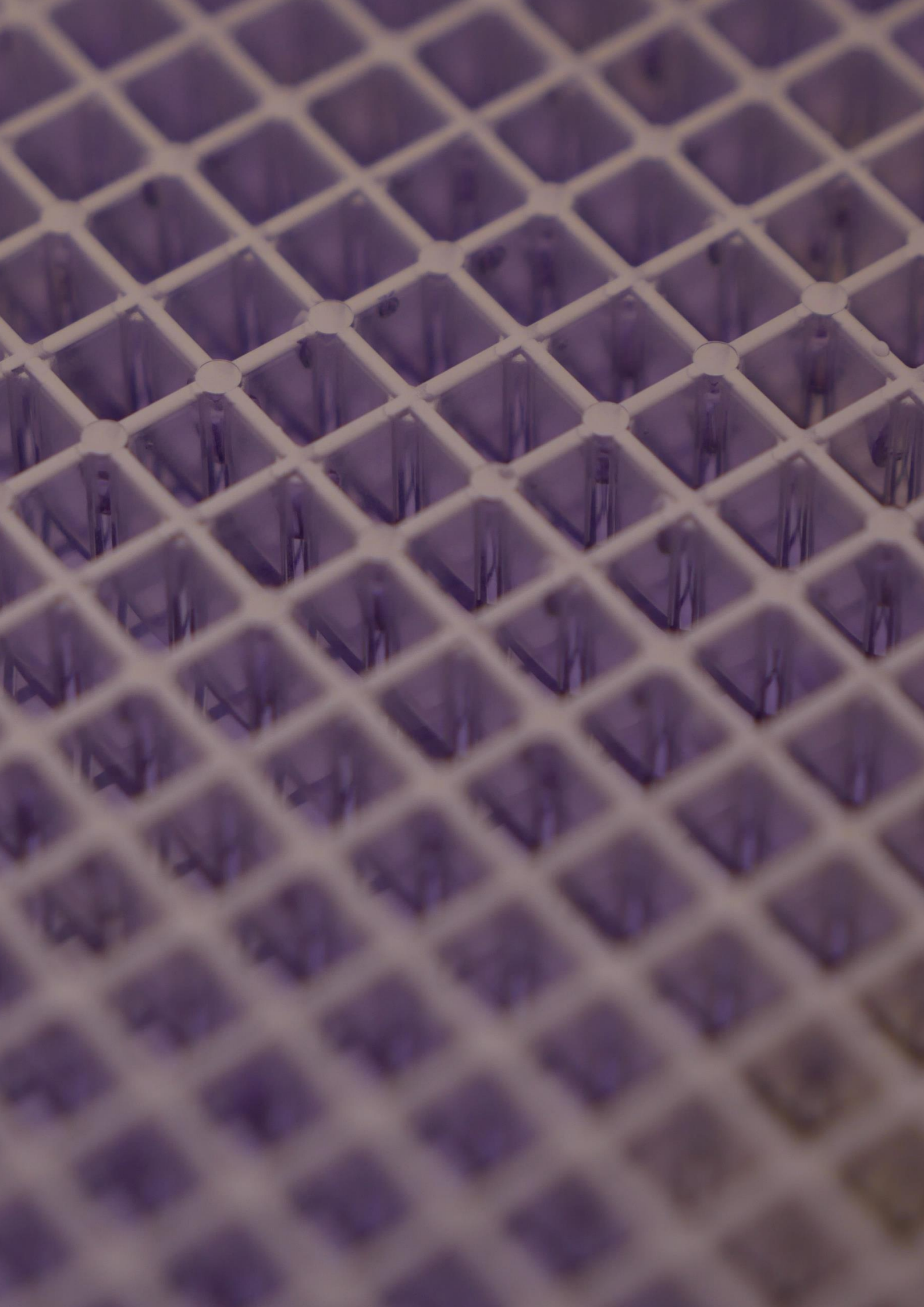
Biofuels are considered to be potential alternatives for fossil fuels due to their promising benefits, therefore the research activities on biofuels are increasing rapidly during last few years. Recently, concerns have increased regarding the potential adverse impacts of biofuels on the environment and human health. However, limited publications are available regarding the effects of biofuels or their emissions on the environment and human health. One main reason for developing renewable bio-hybrid fuels (derived from biomass and CO₂) in the CoE "FSC" is to reduce the harmful effects of fossil fuel on both the environment and human health. The long-term vision is to find a sustainable approach for the production and usage of bio-hybrid fuels as well as to develop bio-hybrid fuels with no adverse effects to human health. The exhaust emissions from biofuels have been extensively characterized under field and laboratory conditions, but there are a limited number of studies regarding the effects of biofuel exhaust on human health. The goal of this project is to establish a rapid, *in vitro* and relatively inexpensive method for the early identification and characterization of adverse effects of biofuel exhaust on human health.

FSC aims to develop new and innovative technical solutions to valorize renewable energy and alternative carbon feedstocks into liquid energy carriers for CO₂-neutral and near-to-zero emission propulsion systems. Our subproject will generate fundamental knowledge as well as reliable test strategies for assessing the potential effects of bio-hybrid fuel exhaust on human health. Additionally, this project will provide invaluable supporting information needed to achieve near-to-zero human health impacts from emission, and will aid in the incorporation of human health impacts into Life Cycle Assessments (LCA) for bio-hybrid fuels.

Green Toxicology for the Prediction of Fuel Mixtures

Compared to the ecotoxicological investigations of single biofuel candidates in the TMFB, this project will target the ecotoxicological investigation of biohybrid fuel mixtures and subsequent prediction of mixture effects of varying fuel mixtures. In first proof-of-concept experiments, insight on mixture effects for binary biofuel mixtures could be generated, revealing the high relevance of mixture toxicity for bio-hybrid fuels. However, the investigation of biohybrid fuel mixtures and the prediction of varying composition of biohybrid fuels differ from the approaches for investigation of environmental samples. In particular the fast and prospective prediction of varying (fuel) mixtures during the fuel development requires a novel approach and represents a challenge.

Ecotoxicological information obtained either by experiments or by predictions will then be integrated in a predictive design method for a sustainability assessment based on Life-Cycle Assessment. This combination of experimental and predictive data, as well as a LCA-based prediction method could lead to a so called "Comprehensive Environmental Assessment", which enables an early and comprehensive evaluation of potential environmental impacts of bio-hybrid fuels.



Further development of the Ames fluctuation and Ames μ RAMOS assay for optimized and more reproducible mutagenicity detection (2020-2021)

Förderung:



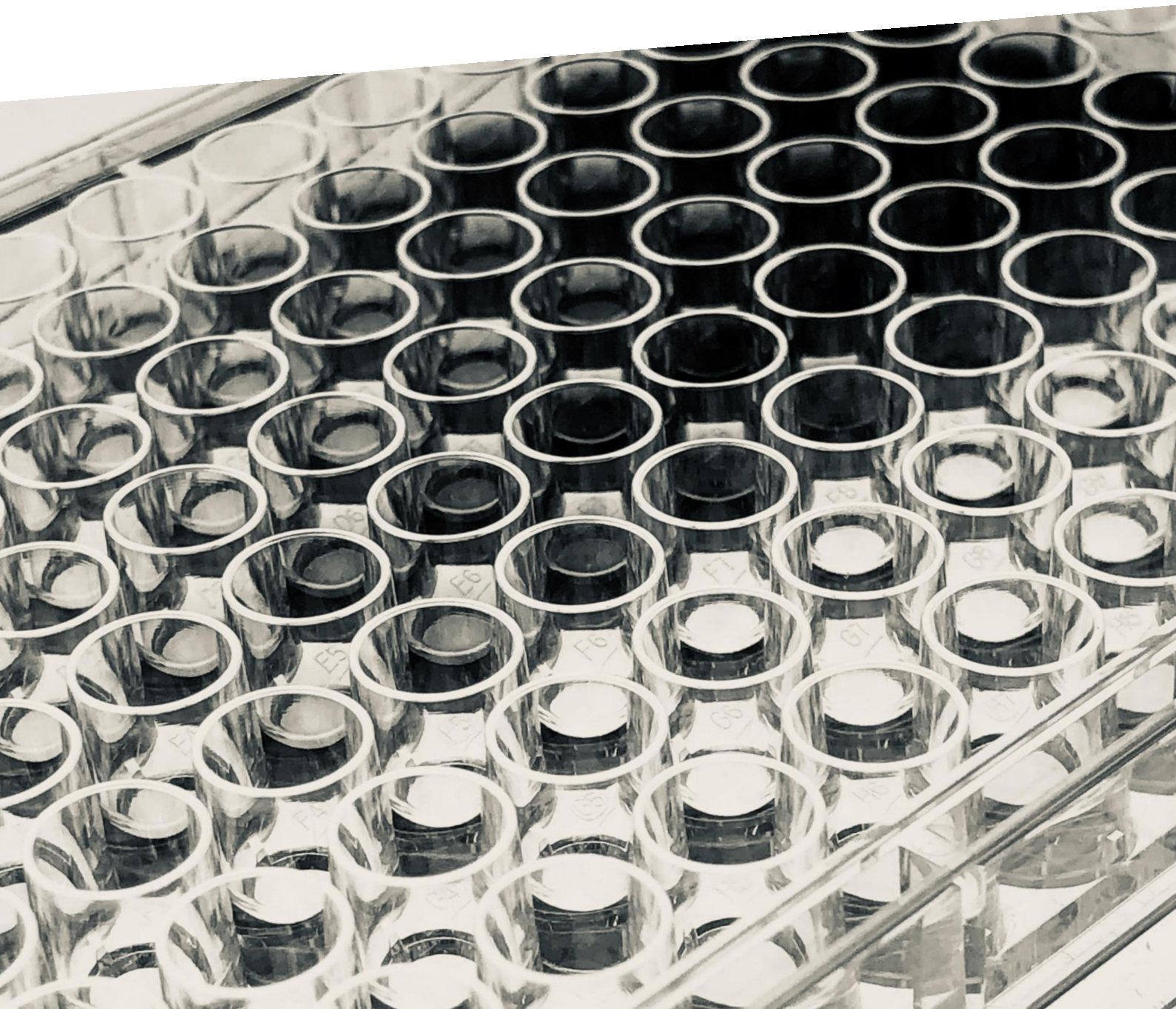
Kooperationspartner:



The Ames test developed by Ames and Maron in 1971 is one of the most important bacterial tests with regard to mutagenicity. The Ames test is based on the back mutation of histidinauxotrophic bacteria (*Salmonella typhimurium*) towards histidine prototrophy. The more bacteria that reverse mutate to histidine prototrophy, the more bacteria will grow in a histidine deficient medium. Growth is detected by the detection of visible bacterial colonies on agar plates (Ames agar plate test) or using color indicators in liquid culture in microtiter plates (Ames fluctuation test). Both test methods are standardized by the OECD and ISO, respectively. Within the framework of a DBU project, a new Ames test system was developed in microtiter plates using the μ RAMOS technology developed at the Chair of Biochemical Engineering (Ames-RAMOS project, AZ 32654). The RAMOS technology allows defined, well-mixed, non-O₂-limited culture conditions and a very precise measurement of the oxygen consumption of the test microorganisms (oxygen transfer rate, OTR) of submerged microbial cultures. Based on the OTR, significant conclusions can be drawn about the metabolic activity and growth of a culture. This has already resulted in an optimized, more resource-efficient and, above all, more informative Ames test in 48-well microtiter plate format (Ames- μ RAMOS test). Mutagenicity is determined by the time frame of OTR increase due to growth of back-mutated bacteria. However, the previous project also revealed glaring deficiencies in the original Ames fluctuation assay that were equally applicable to the newly developed Ames μ RAMOS assay. In part, these deficiencies have already been corrected in the newly developed Ames μ RAMOS test. However, further investigations and optimizations are also required here, just as the already standardized Ames fluctuation test should be optimized with regard to these deficiencies. In order to exploit all the advantages of the Ames μ RAMOS test, it must first be transferred from the 48-well prototype format to the 96-well μ RAMOS system to be commercialized by Kuhner Shaker GmbH. Only in this way can the Ames μ RAMOS test be applied on a broader basis in other laboratories. This will allow increased throughput and resource savings. In addition, the increased reproducibility already achieved in the Ames μ RAMOS assay (Ames-RAMOS project) should also be transferred to the Ames fluctuation assay through rational preculture management without histidine carryover into the main culture. By investigating and eliminating the

batch differences of the bacterial test strains (*Salmonella typhimurium* TA 98 and TA 100) already uncovered in the Ames-RAMOS project, both the Ames- μ RAMOS test and the already standardized Ames-fluctuation test are to be made even more reproducible. The batches of test strains are to be more closely examined and standardized on the one hand by RAMOS technology (Chair of Bioprocess Engineering, RWTH) and on the other hand by molecular biological identification by means of sequencing (Teaching and Research Area Ecosystem Analysis RWTH or in future by the appointment of Prof. Hollert to the Goethe University Department of Evolutionary Ecology and Environmental Toxicology in Frankfurt via a service at a sequencing facility). New quality control systems for the test strains will be developed.

Both the optimized Ames μ RAMOS test and the optimized Ames fluctuation test will subsequently be evaluated with regard to improved reproducibility (GU and SME Hydrotox). The results of the internal validation of the optimized Ames- μ RAMOS test at the Chair of Biochemical Engineering will be incorporated into the further commercialization of this test system. Both the optimized Ames μ RAMOS test and the process optimization of the Ames fluctuation test are to be implemented in the existing guidelines (ISO and OECD) in the future.



PEPcat – Energieeffiziente erweiterte Oxidation zur Elimination organischer Substanzen aus Abwasser mittels plasmonisch verstärkter Photokatalyse (2019–2022)



Förderung:

BMBF (02WCL1519A-E)



Kooperationspartner:



In times of climate change extreme weather events such as long periods of drought are becoming more frequent. Therefore, water reuse gets more important. Water reuse describes the use of purified municipal or industrial wastewater that has been treated for further use and can then be applied in various areas. The potential of a possible reuse depends on the concentration of pollutants and nutrients, the volume flow, the technically and economically reasonable treatment processes and the legal framework.

In the joint project Pepcat a novel process for oxidative water purification is being developed. The aim is to increase the elimination of so-called organic trace substances, such as pharmaceutical residues, which are insufficiently retained in the normal treatment process. The project aims to develop a coating technology to enable the post-treatment of wastewater treatment plant effluents using sunlight. Thus, enabling a sustainable process in which no energy or chemicals are used. In this demonstration project plasmonically enhanced photocatalysis with sunlight will be applied for a further treatment of waste water. Experiments with waste water will be carried out at the wastewater treatment plants Aachen-Soers and Beijing Dongba. To analyse the efficiency of the wastewater technologies (UV/TiO₂ and Solar-TiO₂) a battery of effect-based methods will be applied to examine the treated wastewater for its ecotoxicological potential. In addition to the three standard test organisms (algae, daphnia, fish), mechanism specific investigations (e.g., endocrine and mutagenic effects) will be performed.

GreenToxiConomy - Green Toxicology for a Green Bioeconomy (2019–2021)

Förderung: SEED FUND 2.0, BioSc - Bioeconomy Science Centre and MKW NRW

Kooperationspartner:



The project GreenToxiConomy addresses the implementation of a GreenToxicology strategy in developmental processes of novel, and sustainable compounds that are elaborated within the context of the BioEconomy Science Center (BioSC). A GreenToxicology concept aims to evaluate the safety and environmental impacts of new products already during early steps of product development and optimization, thus enabling to focus on less toxic products without delay or financial loss. The focus of bioeconomy is to replace compounds of modern life with environmentally friendly counterparts that are based on renewable resources. Within this it is of high importance to investigate the ecotoxicological potential for such “green” chemicals, as environmental impacts cannot be excluded in principle. This project aims to develop a substance-specific and exposure-based proof-of-concept strategy for the two product categories biosurfactants (rhamnolipids, mannosylerythritol lipids, ustilagic acids) and microgel containers as well as anchoring peptides for the latter. Biosurfactants have a broad range of potential applications including in detergents, remediation or pharmacy. Microgel containers are planned as novel pesticide release systems for plant protection significantly reducing the application amount. Against this background, both substance classes have a high potential to end up in the aquatic and terrestrial environment.

The planned project approach includes as first step to develop and establish ecotoxicological test batteries for the individual product categories considering physical-chemical properties as well as the fields of application. For this literature data and in silico prediction tools will be applied to obtain initial information on toxic potencies of the substances and prioritize biological endpoints of further testing. Afterwards bioassays will be adapted to the specific compounds’ requirements before the biosurfactants and microgels will be finally investigated to evaluate their ecotoxicological potential.

Resurrected *Daphnia* as a model organism to investigate micro-evolutionary adaptations of natural populations to multiple stressors in the environment (2019–2022)

Förderung: Start-Up Postdoctoral funds; GU GRADE FOCUS Junior Researcher funds



This research examines the effects of environmental contaminants in combination with changes in temperature in natural populations of lake systems. Long-term exposure to environmental stressors can lead to genetic adaptations in exposed populations of aquatic organisms, such as *Daphnia* (Crustacea: Cladocera), which are a keystone species in lake systems (food webs). Eggs produced by *Daphnia* sp., can become dormant as a result of unfavorable environmental conditions, and can settle and be archived in sediments. Dormant eggs can be dated and hatched to produce clonal lineages (i.e., same genotypes) of historical populations (i.e., resurrection ecology). The emerging research fields of evolutionary toxicology and resurrection ecology offer powerful tools that have not previously been used to investigate changes in sensitivities and adaptive trajectories of populations exposed to multiple environmental stressors. We will examine how genotypes of clonal lineages of *Daphnia* sp. from single populations, separated through generations of evolution, differ in their response to exposure of environmental stressors. Since increased temperatures are expected to occur according to climate change scenarios, exposure of historical and recent clones of *Daphnia* to both contaminants and increasing temperatures will provide insight into the sensitivity and fitness of a keystone sp. (figure). Additional insight will be gained regarding the micro-evolutionary adaptations of genes in response to multiple stressors, to better understand future evolutionary changes of *Daphnia* in response to changing environments. Toxicological assessments and genomic data obtained from exposure of *Daphnia* populations will provide unprecedented opportunities to gain insight into long-term and potentially future evolutionary responses of a keystone sp. in the face of changing environments, providing feedback for risk assessment and future management of lake systems (i.e., collapse of grazers/impacts on upper trophic levels).

SIGN-2 – Sino-German water supply Network (2018–2021)

Förderung: BMBF (02WCL1471A-M)



Kooperationspartner:



Sauberes Trinkwasser ist eine der wichtigsten Fragen der Menschheit, die sowohl ökologische als auch soziale und wirtschaftliche Fragen beinhaltet. Die chinesischen Behörden sind sich der zunehmenden Schwierigkeiten bewusst, ihre Bevölkerung, Landwirtschaft und Industrie mit sauberem Trinkwasser zu versorgen. Zur Bewältigung dieser Herausforderungen sind deutsche Erfahrungen und Technologien in China bereits heute wegen ihrer Problemlösungskapazität und ihrer technischen Zuverlässigkeit hoch anerkannt. Der Transfer deutscher Technologie nach China und gemeinsame Forschungsprojekte chinesischer und deutscher Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft zur Suche nach neuen Lösungen für die nach wie vor bestehenden Probleme in den Bereichen Ressourcenschutz, Trinkwasseraufbereitung sowie Trinkwasserverteilung sind ständig gefragt. Die Trinkwasserqualität selbst und der sichere Transport des Trinkwassers zum Endverbraucher sind daher wichtige, aber nicht die einzigen Aspekte des beabsichtigten FuE-Vorhabens SIGN-2. Ressourcenschutz, der eine geringere Verschmutzung der Rohwasserquellen in der Zukunft impliziert, sollte zugleich auch die für die Gewinnung von sicherem Trinkwasser erforderliche Aufbereitungsintensität verringern. Kurz gesagt, die Aufgaben von SIGN-2 umfassen

- Detaillierte Betrachtung des Tai-See (Taihu) als heutzutage stark beeinträchtigte Rohwasserressource in Bezug auf die Dynamik des Schadstoffaustausches während der Wasser-Sediment-Mischprozesse, die die Rohwasserqualität erheblich beeinflussen
- Trinkwasseraufbereitung mit innovativen dicht beschichteten Membranen und optimierten (in Bezug auf Wasserqualität und Energieeffizienz) Aufbereitungsketten
- Trinkwasserverteilung mit neuer integraler Anlagenverwaltung durch Software-Tools, die Spül-, Leckerkennungs- und Ventilwartungsdaten integrieren
- Verbreitung der Erkenntnisse und Ausbildung von Personen in den beiden Schwerpunktregionen des chinesischen Mega-Wasserprogramms im Rahmen des 13. chinesischen 5-Jahres-Plans: die Regionen Taihu und Peking
- Eintritt deutscher Unternehmen in den chinesischen Markt durch Pilotdemonstrations- und Markteinführungsaktivitäten

In Deutschland werden bei dem geplanten FuE-Vorhaben sowohl Partner aus der Industrie (überwiegend KMU) als auch aus Forschungsinstituten zusammenarbeiten, um sowohl 1) eine Weiterentwicklung gegenüber dem aktuellen Stand der Technik als auch 2) die praktische Anwendbarkeit der entwickelten Lösungen zu erreichen. Kooperationspartner in China sind die führenden Forschungsinstitute sowie die zuständigen Behörden und Akteure, die die nachhaltige Umsetzung der Projektergebnisse in China sicherstellen. Die Ziele dieses Teilprojekts von SIGN2 sind: 1) die Entwicklung und Validierung der auf In-vitro Effekt basierten Methoden für die Implementierung eines biotechnologischen Metabolisierungssystems durch den Vergleich mit dem aus Tieren gewonnenen S9-Rattenleberhomogenat, und 2) die Untersuchung des umfassenden ökotoxikologischen Risikos in der Taihu-Region anhand mehrerer Proben, einschließlich Rohwasser, Sedimenten, Oberflächenwasser und Trinkwasser nach der Behandlung in einer Batterie toxikologischer und ökotoxikologischer Testsysteme mit dem neuen biotechnologischen Metabolisierungssystem und konventionellem S9. Weitere Informationen zum SIGN2-Projekt können unter dem folgenden QR-Code aufgerufen werden.

Effects of pesticides on aquatic and soil non-target organisms on different levels of biological organization (2019-2021)

Förderung:



Kooperationspartner:



In recent years the usage of pesticides has been a highly debated topic. Biodiversity declines have been observed worldwide and researchers have linked these negative effects to the widespread usage of pesticides. As pesticides are directly applied in the environment in target areas but often end up in different environmental compartments, they pose a threat not only to soil but also to aquatic ecosystems. Their effects do not only include biodiversity declines but could also indirectly impact ecosystem services. As the complex effects of pesticides on non-target organisms are often not clear, it is important to investigate their potential impact on the environment more thoroughly.

Therefore, the aim of the present project is the improvement of the assessment of pesticide effects on both soil and aquatic organisms, to be able to understand their modes of action in more detail and to extend the available data for pesticides that are already in use in Germany. As a more detailed assessment however often calls for a higher amount of test organisms, this project aims to minimize the usage of laboratory animals. A comprehensive test-battery will be used and a workflow established to assess multiple sub-lethal endpoints. Namely, fluorescence-based methods for oxidative stress measurement and MXR activity detection as well as behavioral changes and biomarker measurements with a minimal number of test organisms will be used to assess the effects of commonly used pesticides (thiacloprid, esfenvalerate, prosulfocarb and dimethenamid-p).

Depth related analysis of sediment and pore-water in microcosms (2018–2021)

Förderung:



Sediments are habitats for numerous organisms like bacteria, plant and invertebrates. Therefore, the anthropogenic contamination of aquatic systems is of great interest in the framework of the EU registration process for plant protection products (PPP). Within the aquatic compartment the environmental risk assessment therefore covers not only the water body but as well the sediment.

This implementation of the aquatic environmental risk assessment is addressed by three groups in the department of Environmental Safety at Bayer (Experimental Environmental Exposure, Aquatic Organism, Exposure Modelling).

The ecotoxicological potential of PPPs on sediment dwelling organisms is examined in sediment test systems according to OECD test guideline (TG) 218 (Sediment-Water Chironomid Toxicity Using Spiked Sediment) and OECD TG 219 (Sediment-Water Chironomid Toxicity Using Spiked Water). The environmental fate and behavior of PPPs in aquatic sediment systems is investigated in studies according to OECD TG 308 (Aerobic and Anaerobic Transformation in Aquatic Sediment Systems). Calculations of the redistribution and the transport of the test item in the mentioned water-sediment microcosms can be performed using the mechanistic TOXSWA model (toxic substances in surface waters). However, up to now there is a lack of experimental data to confirm the model predictions.

In this project, we generated experimental data by using a newly developed sampling methodology enabling the depth-related analysis of sediment and pore-water. In a previous study we tested this novel methodology and compared the experimental with the modelled data. The obtained results were promising.

The mechanistic model considers the diffusion of PPPs via pore water as relevant transport process. Since the diffusion via pore-water is depended on sorption properties of the model compounds, three model compounds with low, medium and high sorption affinity were selected. Further, we are using two natural sediments providing a low and high organic carbon (used in OECD TG 308 tests) and an artificial sediment (acc. to OECD TG 218/219) to follow the spatio-temporal dynamics of the three model compounds in the different experimental approaches.

The presented project will contribute to a more realistic sediment risk assessment, as it enables the examination of a depth integrated more realistic exposure concentration. These data allow a better estimation of the real exposure concentrations for benthic organisms living predominantly on and on the upper sediment layer.

NeuroBox – Bewertung neurotoxischer Effekte im Wasserkreislauf - Identifikation von neurotoxischen Wirkungsmechanismen (*in vivo*) zur Entwicklung neuer wirkungsspezifischer Testverfahren. Teilprojekt 3 (2017–2020)



Förderung: BMBF (02WRS1419A-F)



Kooperationspartner:



RUPRECHT-KARLS-
UNIVERSITÄT
HEIDELBERG



RWTHAACHEN
UNIVERSITY

Das Verbundvorhaben NeuroBox hat zum Ziel, mittels einer Weiterentwicklung der im „Tox-Box“-Verbund entwickelten Teststrategie mit dem Konzept des Gesundheitlichen Orientierungswertes (GOW) anthropogene Spurenstoffe zu erfassen und diese bezüglich ihrer Neurotoxizität zu bewerten. Dies ist im Hinblick der Zunahme neurodegenerativer Erkrankungen und der eingeschränkten Therapiemöglichkeiten von großer Bedeutung. Durch die Einbeziehung neuer zentraler toxikologischer und die Kombination öko- und humantoxikologischer Endpunkte kann der gesamte Wasserkreislauf berücksichtigt, komplexe Wirkmechanismen identifiziert und sichere gesundheitliche Orientierungswerte abgeleitet werden. Die Anzahl der bislang auf Neurotoxizität untersuchten Umweltchemikalien ist gering, sodass eine Diskrepanz zwischen der Anzahl der eingesetzten Substanzen und dem Wissen zu deren neurotoxischem Potenzial besteht. Zudem zeigen viele neurotoxisch wirkende Stoffe auch eine endokrine Aktivität, sodass die neurotoxische Wirkung mit einem endokrinen Mechanismus einhergehen oder eventuell auf diesen basieren kann. Dies ist insbesondere für die entwicklungsbiologische Neurotoxizität von Bedeutung. Zur Untersuchung und sicheren Bewertung des Einflusses chemischer Substanzen auf die komplexen Funktionen des Nervensystems müssen möglichst alle Zellarten berücksichtigt werden, wodurch die Weiterentwicklung der Teststrategien erforderlich ist. Neuroaktive Substanzen sind infolge ihres ubiquitären Vorkommens auch von ökologischer Relevanz und beeinflussen beispielsweise die Reproduktion von Fischen und Wirbellosen. Der Zebrafischembryo (*Danio rerio*) als Modellorganismus für die Beurteilung des toxischen und teratogenen Potenzials von Chemikalien bei Säugetieren, inklusive des Menschen, bietet die Möglichkeit Entwicklungstoxizität und Neurotoxizität in einem einzigen Testverfahren zu kombinieren. Hierfür müssen jedoch noch die genaue Eignung und die Grenzen von Zebrafischembryos als Neurotox-Screening-Modell untersucht werden, wodurch zusätzlich Testverfahren an Nagertieren herangezogen werden müssen, um die Humanpathogenität gezielter prognostizieren und mechanistisch analysieren zu können. Des Weiteren bietet die Betrachtung von Mischungen eine Verbesserung der bisherigen Einzelstoffbewertung, da die toxische Wirkung einzelner Substanzen in Mischungen maskiert sein können. Durch eine zielgerichtete Extraktion und chromatographische Fraktionierung der Extrakte zur Reduktion der Komplexität sowie nachfolgender chemischer und biologischer Analytik (wirkungsbezogene Analytik, englisch: Effect-directed analysis (EDA)) können einzelne, dominante Substanzen mit einem spezifischen Schädigungspotenzial isoliert und identifiziert werden.

In TP 3 (RWTH Aachen University und Goethe-Universität Frankfurt) erfolgt eine mechanistische Untersuchung des Zebrafischembryomodells, wodurch neurotoxische Wirkmechanismen aufgeklärt werden können, anhand derer neue Methoden innerhalb des GOW-Konzeptes für die Bestimmung der Neurotoxizität entwickelt werden können. Durch vergleichende Experimente an Fischen und Mäusen sollen neue neurologische und neuropathologische Biomarker im Fischmodell ermittelt und neue wirkungsspezifische, verhaltensbasierte Tests entwickelt werden.

awaregio – Modulare Abwasserreinigungsverfahren zur Wiederverwendung von Wasser, Nährstoffen und Energie für kleine und mittlere Unternehmen im regionalen Strukturwandel (2016-2020)

Förderung: BMBF (02WPS1399A-G)



Kooperationspartner:



In der vom BMBF geförderten Pilotmaßnahme awaregio wird in einer Kooperation zwischen Aachener und Leipziger Forschungsinstituten, kleinen und mittleren Unternehmen aus Brandenburg, Sachsen und Nordrhein-Westfalen und der Linksniederrheinischen Entwässerungs-Genossenschaft (LINEG) eine modulare Versuchsanlage mit angeschlossener Aquaponik auf der Kläranlage Moers-Gerdt errichtet. Hier werden verwertungsspezifische Verfahrensvarianten sowie praxistaugliche Überwachungsmethoden getestet. Das Ziel der Pilotmaßnahme awaregio ist es, durch die Entwicklung innovativer, modular aufgebauter Abwasserreinigungsverfahren zur Wiederverwendung von Wasser, abwasserbürtiger Nährstoffe und Energie in der Landwirtschaft, in der Fischzucht oder zur Trinkwassersubstitution neue Marktchancen insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen in vom Strukturwandel betroffenen Regionen zu eröffnen. Die Aufbereitung des Abwassers erfolgt in einem mehrstufigen, modularen System; nach einer primären Abwasserreinigung kommen parallel unterschiedliche sekundäre Aufbereitungstechniken (Boldenfilter, UV, Ultrafiltration und Umkehrosmose) zum Einsatz. Um die Effizienz der einzelnen Klärstufen zu testen, werden in awaregio praxistaugliche Analysemethoden zur Überwachung der Wasserqualität in Bezug auf die Belastung mit typischen organischen Spurenstoffen untersucht. Das Spektrum der untersuchten Verunreinigungen umfasst Pestizide, Biozide und pharmazeutische Wirkstoffe sowie Industriechemikalien, die häufig in dem vorhandenen Abwasser nachzuweisen sind. Zur Untersuchung der jeweiligen Zu- und Abläufe der Klärstufen werden Passivsammler und bioanalytische Methoden eingesetzt, um die Konzentration der Schadstoffe zu bestimmen. Mithilfe einer Biotestbatterie werden zudem die akuten (Algen, Daphnien, Fisch) und Mechanismus-spezifischen (Mutagenität/Gentoxizität, Dioxin-ähnliche Wirksamkeit und Östrogenität) ökotoxikologischen Effekte der Proben ermittelt.

DemO3AC – Demonstrationsvorhaben Ozonung des Abwassers auf der Kläranlage Aachen-Soers - Phase 2 (2015-2020)

Förderung:

Landesamt für Natur,
Umwelt und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen



Kooperationspartner:



Im Rahmen des Projektes „Demonstrationsvorhaben Ozonung des Abwassers auf der Kläranlage Aachen-Soers“ (DemO3AC) wurde durch den Wasserband Eifel-Ruhr (WVER) eine großtechnische Abwasser ozonung als weitere Reinigungsstufe in den Klärprozess integriert. Neben der grundsätzlichen Eignungsprüfung und der Evaluierung von Optimierungsmöglichkeiten liegt der Fokus der begleitenden Untersuchungen vor allem auf dem Einfluss der Abwasser ozonung auf die Wurm, die der Kläranlage als Vorfluter dient. Das Institut für Umweltforschung nutzt in diesem Projekt eine sehr umfassende Batterie von Biotestverfahren und auch In situ-Methoden. Zunächst wurde in Phase 1 (bis Ende 2017) der Status-quo des Gewässers anhand verschiedener Analysen erhoben. In Phase 2 des Projektes wird nun der Einfluss des ozonierten Abwassers auf das Gewässer mit einer angepassten Biotestbatterie erneut untersucht und mit den erhaltenen Daten aus Phase 1 verglichen. Dabei liegt unser Hauptaugenmerk auf der Frage, ob die organische Restverschmutzung durch den Einsatz der Abwasser ozonung weiter verringert und so die Gewässerqualität der Wurm verbessert werden kann. Ort der Forschung ist die Abwasserreinigungsanlage Aachen-Soers, der das Gewässer Wurm als Vorfluter dient. Die vom WVER betriebene Kläranlage trägt mit ihrer Einleitung bis zu rund 70 % der Wasserführung der Wurm bei. Gefördert wird das Projekt durch das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Projektpartner des Gesamtprojektes sind das Institut für Siedlungswasserwirtschaft (Prof. Pinnekamp), das Institut für Angewandte Mikrobiologie (iAMB, Prof. Dr. Miriam Agler-Rosenbaum) und das Forschungsinstitut für Ökosystemanalyse und -bewertung (gaiac) an der RWTH Aachen (Dr. Monika Hammers-Wirtz).

Veröffentlichungen

Aus den im Students' Lab: Goethe Goes Environment durchgeführten Projekten sind auch 2020 eine Vielzahl an internationalen wissenschaftlichen Publikationen entstanden.

1. Aumeier, B.M., Graul, H., Müller, A.K., Lackmann, C., Wünsch, R., Wintgens, T., Hollert, H., Wessling, M., 2020. The hydrothermal solution for self-sustaining drinking water purification at point of use. *Water Research* 170, 115338
2. Ayobahan, S.U., Eilebrecht, S., Baumann, L., Teigeler, M., Hollert, H., Kalkhof, S., Eilebrecht, E., Schafers, C., 2020. Detection of biomarkers to differentiate endocrine disruption from hepatotoxicity in zebrafish (*Danio rerio*) using proteomics. *Chemosphere* 240. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124970>
3. Backhaus, T., Brack, W., Van den Brink, P.J., Deutschmann, B., Hollert, H., Posthuma, L., Segner, H., Seiler, T.-B., Teodorovic, I., Focks, A., 2019. Assessing the ecological impact of chemical pollution on aquatic ecosystems requires the systematic exploration and evaluation of four lines of evidence. *Environmental Sciences Europe* 31, <https://doi.org/10.1186/s12302-019-0276-z>
4. Becker, J.M., Ganatra, A.A., Kandie, F., Mühlbauer, L., Ahlheim, J., Brack, W., Torto, B., Agola, E.L., McOdimba, F., Hollert, H., Fillinger, U., Liess, M., 2020. Pesticide pollution in freshwater paves the way for schistosomiasis transmission. *Scientific Reports* 10, 3650. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60654-7>
5. Brendt, J., Lackmann, C., Heger, S., Velki, M., Crawford, S.E., Xiao, H., Thalmann, B., Schiwy, A. and Hollert, H., 2020. Using a high-throughput method in the micronucleus assay to compare animal-free with rat-derived S9. *Science of The Total Environment*, p.142269.
6. Chen, Q., Lackmann, C., Wang, W., Seiler, T.-B., Hollert, H., Shi, H. Microplastics Lead to Hyperactive Swimming Behaviour in Adult Zebrafish. *Aquatic Toxicology* 2020; 224: 105521. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2020.105521>
7. Dulio, V., Koschorreck, J., van Bavel, B. et al., 2020. The NORMAN Association and the European Partnership for Chemicals Risk Assessment (PARC): let's cooperate!. *Environ Sci Eur* 32, 100. <https://doi.org/10.1186/s12302-020-00375-w>
8. Dsikowitzky, L., Crawford, S.E., Nordhaus, I., Lindner, F., Irianto, H.E., Ariyani, F. and Schwarzbauer, J., 2020. Analysis and environmental risk assessment of priority and emerging organic pollutants in sediments from the tropical coastal megacity Jakarta, Indonesia. *Regional Studies in Marine Science*, 34, p.101021.
9. Hölzel, B. N., K. Pfannkuche, B. Allner, H. T. Allner, J. Hescheler, D. Derichsweiler, H. Hollert, A. Schiwy, J. Brendt, M. Schaffeld, A. Froschauer and P. Stahlschmidt-Allner, 2020. Following the adverse outcome pathway from micronucleus to cancer using H2B-eGFP transgenic healthy stem cells. *Arch Toxicol*. <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02821-3>
10. Johann, S., Esser, M., Nüßer, L., Altin, D., Hollert, H., Seiler, T.-B., 2020. Receptor-mediated estrogenicity of native and chemically dispersed crude oil determined using adapted microscale reporter gene assays. *Environment International* 134, 105320. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105320>
11. Johann, S., Nüßer, L., Goßen, M., Hollert, H., Seiler, T.-B., 2020. Differences in biomarker and behavioral responses to native and chemically dispersed crude and refined fossil oils in zebrafish early life stages. *Science of The Total Environment* 709, 136174
12. Kauffmann, K., Werner, F., Deitert, A., Finklenburg, J., Brendt, J., Schiwy, A., Hollert, H., Büchs, J., 2020. Optimization of the Ames RAMOS test allows for a reproducible high-throughput mutagenicity test. *Science of The Total Environment* 717, 137168

13. Liu, N., Jin, X., Feng, C., Wang, Z., Wu, F., Johnson, A.C., Xiao, H., Hollert, H., Giesy, J.P., 2020. Ecological risk assessment of fifty pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) in Chinese surface waters: A proposed multiple-level system. *Environment International* 136, 105454
14. Marić, Jovana Jovanović, Margareta Kračun-Kolarević, Stoimir Kolarević, Karolina Sunjog, Jovana Kostić-Vuković, Björn Deutschmann, Henner Hollert, Dina Tenji, Momir Paunović, and Branka Vuković-Gačić. 2020. 'Selection of assay, organism, and approach in biomonitoring significantly affects the evaluation of genotoxic potential in aquatic environments', *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09597-0>
15. Meyer-Alert, H., Larsson, M., Hollert, H., Keiter, S.H., 2019. Benzo[a]pyrene and 2,3-benzofuran induce divergent temporal patterns of AhR-regulated responses in zebrafish embryos (*Danio rerio*). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 183. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109505>
16. Müller, A.K., Markert, N., Leser, K., Kämpfer, D., Crawford, S.E., Schäffer, A., Segner, H., Hollert, H., 2020. Assessing endocrine disruption in freshwater fish species from a "hotspot" for estrogenic activity in sediment. *Environmental Pollution* 257, 113636
17. Ouellet J, Gembé C, Buchinger S, Reifferscheid G, Hollert H, Brinkmann M. Validation of the micro-EROD assay with H4IIE cells for assessing sediment contamination with dioxin-like chemicals. *Environmental Pollution* 2020; 265: 114984. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114984>
18. Riegraf, C., Reifferscheid, G., Becker, B., Belkin, S., Hollert, H., Feiler, U., Buchinger, S., 2019. Detection and Quantification of Photosystem II Inhibitors Using the Freshwater Alga *Desmodesmus subspicatus* in Combination with High-Performance Thin-Layer Chromatography. *Environmental Science & Technology* 53, 13458–13467. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b04634>
19. Riegraf, C., Reifferscheid, G., Belkin, S., Moscovici, L., Shakibai, D., Hollert, H., Buchinger, S., 2019. Combination of yeast-based *in vitro* screens with high-performance thin-layer chromatography as a novel tool for the detection of hormonal and dioxin-like compounds. *Analytica Chimica Acta* 1081, 218–230. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2019.07.018>
20. Schiwy, S., Herber, A.-K., Hollert, H., Brinkmann, M., 2020. New Insights into the toxicokinetics of 3,4-Dichloroaniline in early life stages of Zebrafish (*Danio rerio*). *Toxics* 8, 16. <https://doi.org/10.3390/toxics8010016>
21. Schiwy S., Velki M., Hollert H. (2020) Whole-Sediment Toxicity Bioassay to Determine Bioavailability and Effects of Aquatic Contaminants Using Zebrafish Embryos. In: *Methods in Pharmacology and Toxicology*. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/7653_2020_42
22. Tiehm, A., Hollert, H., Yin, D., Zheng, B., 2020. Tai Hu (China): Water quality and processes - From the source to the tap. *Science of The Total Environment* 712, 135559. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135559>
23. Volz, S.N., Hausen, J., Nachev, M., Ottermanns, R., Schiwy, S., Hollert, H., 2020. Short exposure to cadmium disrupts the olfactory system of zebrafish (*Danio rerio*) – Relating altered gene expression in the olfactory organ to behavioral deficits. *Aquatic Toxicology* 226, 105555. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2020.105555>
24. Volz, S.N., Hausen, J., Smith, K., Ottermanns, R., Schaeffer, A., Schiwy, S., Hollert, H., 2020. Do you smell the danger? Effects of three commonly used pesticides on the olfactory-mediated antipredator response of zebrafish (*Danio rerio*). *Chemosphere* 241, 124963. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124963>



Filmkurs „FILM – Förderung individueller Live-Medienkompetenz“

2011 wurde im Rahmen des Studierendenlabors „Faszination Umwelt“ an der RWTH Aachen der Lehrkurs „FILM – Förderung individueller Live-Medienkompetenz“ entwickelt. Das Projekt FILM vermittelt Studentinnen und Studenten gezielt Kompetenzen im Umgang mit modernen Medien. Die Teilnehmer lernen (1) den Aufbau von und den Umgang mit Wissenschaftsmedien, (2) die selbstständige Planung, Konzeption und Produktion kurzer Filme über aktuelle Themen aus der Wissenschaft, sowie (3) die reflektierte, bewusste und gezielte Darstellung der eigenen Forschung in Interviews mithilfe entsprechender Trainings-Situationen. Umgesetzt und ermöglicht wird dieser Kurs dank der starken Zusammenarbeit mit Herrn Wolfgang Kübel (Rixdorf-Film; freier Mitarbeiter RBB, WDR, ZDF).

Im Kontext des neu etablierenden Students' Lab: Goethe Goes Environment fand der Filmkurs unter der Leitung von Wolfgang Kübel in diesem Jahr erstmalig an der Gothe-Universität statt



Im Filmkurs während des Sommersemesters 2020 sind zwei Filme entstanden, welche über die nachstehenden QR-Codes aufgerufen werden können.



Gruppe 1 (Link)



Gruppe 2 (Link)

