



Mitteilungen der Fachgruppe

Umweltchemie und Ökotoxikologie

Gesellschaft Deutscher Chemiker

- Die junge Umweltchemie und Ökotoxikologie stellt sich vor
- Arzneimittel in der Umwelt
- Hormonelle Belastung im Fließgewässer
- Spurenstoffe in der aquatischen Umwelt
- Chemikalien in *in-vitro* Testsystemen
- Kurz vorgestellt: ChemTrust
- Veranstaltungsankündigungen, Kurznachrichten und Personalien



3/2021

27. Jahrgang, September 2021 ISSN 1618-3258

Impressum

Mitteilungen der Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie

Herausgegeben von der Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie der Gesellschaft Deutscher Chemiker
www.gdch.de/umweltchemie

Redaktion:

Prof. Dr. Dr. Klaus Fischer
Analytische und Ökologische Chemie
FB VI –Raum- und Umweltwissenschaften–
Universität Trier
Campus II, Behringstr. 21, D-54296 Trier
Tel. und Fax: 0651/ 201-3617
Sekretariat: 0651/ 201-2243
E-Mail: fischerk@uni-trier.de

Abkürzung:

Mitt Umweltchem Ökotox

Design/ Technische Umsetzung:

Dr. Matthias Kudra, Universität Leipzig
E-Mail: kudra@uni-leipzig.de

ISSN: 1618-3258

Das vorliegende Heft der Mitteilungen wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Herausgeber, Autoren und Redakteure für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

Titelbild:

Logo der „jungen Umweltchemie und Ökotoxikologie (JUCÖT)“

Editorial

- 66 Die junge Umweltchemie und Ökotoxikologie (JUCÖT) stellt sich vor

Originalbeiträge

- 67 **K. G. Steinhäuser et al.:** Arzneimittel in der Umwelt – ein unterschätztes Problem - Situation und Lösungsansätze für ein nachhaltiges Management –
- 71 **N. Bätz et al.:** Hormonelle Belastung im Fließgewässer während eines Regenereignisses
- 75 **K. Furtmann et al.:** ECHO: Schnelle Relevanzermittlung für Spurenstoffe in der aquatischen Umwelt
- 78 **F. C. Fischer, B. I. Escher:** Optimierte Dosierung von Chemikalien in Hochdurchsatz *in vitro* Testsystemen

Aus der Fachgruppe

- 82 Bericht aus dem Vorstand
82 Bericht aus dem AK "Chemikalienbewertung"

Kurz vorgestellt

- 82 ChemTrust

Informationen

Veranstaltungsankündigungen

- 83 DUST 2021, 4th Int. Conference on Atmospheric Dust, 4.-7.10.2021, Monopoli, Italy
- 83 Online-Tagung des Bayerischen Landesamtes für Umwelt: PFAS 2021 – Neue Bewertung und die Folgen, 21.10.2021
- 83 BfG: 7. Workshop Gewässergütemodellierung: Aktuelle Anwendungen und integrative Modellansätze, 15./16. 11. 2021
- 83 3rd Water JPI Conference: "From Research to Practice: Pollutants, Pathogens and Antimicrobial Resistances in the Water Cycle", 17./18.11.2021, Mülheim a. d. Ruhr

Kurznachrichten

- 84 Nature article: The Montreal Protocol protects the terrestrial carbon sink
- 84 Alfred-Wegener-Institut: Klimawandel führt zu großen Ozonverlusten über der Arktis
- 85 EU-Kommission begrüßt EuGH-Urteil zur Luftverschmutzung in Deutschland
- 85 JPI Oceans: Policy paper published: Knowledge hub on the integrated assessment of chemical contaminants and their effects on the marine environment
- 86 Fünf-Jahresprogramm der Bundesregierung für Wasserforschung
- 86 Hochwasser: Gift aus dem Flussbett
- 87 Science: Special Issue Plastics
- 87 Fraunhofer Umsicht: Kunststoffe in der Umwelt: Emissionen in landwirtschaftlich genutzte Böden
- 88 ECHA updated the Candidate List with 8 new chemicals
- 88 PFAS in Lebensmitteln: BfR bestätigt kritische Exposition gegenüber Industriechemikalien
- 89 Neues BfR-Konzept zur Identifizierung möglicher gesundheitlich relevanter Chemikalienkombinationen
- 90 Helmholtz-Zentrum Geesthacht wird Helmholtz-Zentrum Hereon
- 90 Aktuelle Texte aus dem Umweltbundesamt

Personalia

- 92 Eintritte in die FG 16.05.- 25.08.2021
92 Geburtstage 4. Quartal 2021



Die junge Umweltchemie und Ökotoxikologie (jUCÖT) stellt sich vor

Spannung in der Zoom-Runde. Auf den Bildschirmen erscheinen die Gesichter anderer junger Forschender. „Schön, wieder einmal neue Menschen kennenzulernen und sich mit anderen austauschen zu können! Ich war seit einem Jahr auf keiner Tagung mehr!“, sagt eine in der Runde. Ein anderer entgegnet: „Wirklich? Ich war seit Beginn der Coronazeit auf so vielen Tagungen wie noch nie! Man kann ja nun überall hingehen, es ist schließlich alles digital!“ Ein ganz schöner Unterschied also, wie wir in den letzten Monaten unseren Forschungsalltag verbracht haben. Was uns nun zusammenbringt? Wir alle haben uns auf eine Anfrage der Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie zur Mitarbeit von Jungmitgliedern in der Fachgruppe gemeldet. Wir, das sind Angus Rocha Vogel, Jonas Schubert, Lorin Steinhäuser, Michelle Klein und Viviane Bayer. Wir arbeiten, forschen und studieren an verschiedenen Universitäten und Instituten über ganz Deutschland verteilt. Die meisten von uns sind gerade mit ihrer Doktorarbeit beschäftigt. Unsere Themen sind genauso vielfältig, wie es das breite Spektrum der Umweltchemie und Ökotoxikologie zulässt. Wir beschäftigen uns zum Beispiel mit dem Schutz vor Nanopartikeln, den Umweltauswirkungen von Reifenabrieb, wirkungsbezogener Wasseranalytik oder der Analytik von Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen. So unterschiedlich unser Forschungsalltag auch ist, schon in der allerersten Vorstellungsrunde sprudelten die Diskussionen und Vorschläge, als einer in der Runde von seinem Forschungsvorhaben für seine geplante Masterarbeit erzählte – Synergien findet man schließlich immer! Und was macht man, wenn man sich nun mit Gleichgesinnten, Gleichaltrigen trifft und sich noch mehr zukünftigen Austausch und noch mehr Synergien wünscht? Man gründet eine Gruppe! Und genau das haben wir umgesetzt! Daher sind wir froh, liebe Mitglieder der Fachgruppe „Umweltchemie und Ökotoxikologie“, Ihnen und euch in diesem Editorial Grüße von der frisch gegründeten jungen Umweltchemie und Ökotoxikologie, jUCÖT, senden zu dürfen! Obenstehend sehen Sie unser Logo.

Und was machen wir nun? Zunächst möchten wir anderen jungen Forschenden – egal ob Masterstudierenden, Promovierenden und frisch Promovierten ebenfalls die Chance geben, sich zwanglos und produktiv mit anderen zu ihren Forschungsthemen austauschen zu können – egal, ob die Themen kurz vor der Publikation oder in der Planungsphase stecken.

Daher organisieren wir in diesem Jahr das Junge Umweltchemie-Forum (JUF) im Rahmen der Umwelt 2021. Das JUF 2021 wird am Vortag der Tagung, am Montag, dem 06. September 2021 von 14:00 - 18:00 Uhr stattfinden. Nach einer kurzen Begrüßung und einem inspirierenden Einführungsvortrag von Dr. Stefanie Wieck (Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau & stellvertretende Vorsitzende im Vorstand der GDCh-Fachgruppe Umweltchemie & Ökotoxikologie) habt ihr die Möglichkeit, eure Forschungsarbeit, egal ob Bachelor-, Master- oder Doktorarbeit, in einem Kurzvortrag vorzustellen. Anschließend laden wir euch zum Austausch und Kontakte knüpfen ein.

Mehr Informationen zum JUF 2021 gibt es hier:

<https://www.gdch.de/netzwerk-strukturen/fachstrukturen/umweltchemie-und-oekotoxikologie/veranstaltungen/juf.html>

Wer noch kurzentschlossen am JUF teilnehmen möchte, kann sich bei uns unter jungeucoet@gmail.com melden. Eine Teilnahme ohne eigenen Beitrag ist noch möglich.

Vielleicht sehen wir uns auch im Anschluss an das JUF 2021 noch auf der Tagung Umwelt 2021, die online vom 07. - 08. September 2021 unter dem Thema “Anthropogene Stoffe in einer sich ändernden Welt – Bewertung auf dem Prüfstand der Realität” stattfindet:

<https://www.setac-glb.de/tagung-2021.html>

Außerdem freuen wir uns natürlich über weiteren Zuwachs in unserer jUCÖT-Runde. Wer Lust hat, sich uns anzuschließen und Spaß hat an der Nachwuchsförderung der Fachgruppe UCÖT mitzuarbeiten, kann sich ebenfalls bei uns unter jungeucoet@gmail.com melden.

Ihre und eure jUCÖT



Arzneimittel in der Umwelt – ein unterschätztes Problem - Situation und Lösungsansätze für ein nachhaltiges Management –

Klaus Günter Steinhäuser (klaus-g.steinhaeuser@posteo.de), Hans-Joachim Grommelt (hans-joachim.grommelt@web.de) und Erik Petersen (umweltmedizin@erik-petersen.de)

Abstract

In wachsendem Maß werden in der Umwelt Arzneimittelwirkstoffe gefunden. Eine Trendwende ist nicht zu erwarten, der Arzneimittelverbrauch wird auch zukünftig nicht zuletzt aufgrund der Bevölkerungsentwicklung deutlich steigen. Da die Wirkstoffe physiologisch hochaktive Chemikalien sind, ist mit schädigenden Wirkungen auf Wasser- und Bodenorganismen zu rechnen. Antibiotikaresistente Bakterien stellen ein zusätzliches Problem dar. Zur Entlastung der Umwelt ist ein Maßnahmenbündel erforderlich. Es umfasst die Entwicklung umweltverträglicher Wirkstoffe, eine Verbesserung der Umweltrisikobewertung im Rahmen der Zulassung sowie Maßnahmen zur Reduzierung der Einträge in die Umwelt sowie zur Senkung des Arzneimittelverbrauchs. Nachfolgend stellen wir die wichtigsten Inhalte der Position des BUND zum Thema „Arzneimittel in der Umwelt“ dar (BUND 2020).

Einleitung - Problemstellung

Arzneimittel – ein Umweltproblem? Arzneimittel werden üblicherweise mit Gesundheit assoziiert und haben deshalb einen weitaus besseren Ruf als Pestizide oder Industriechemikalien. Seit Mitte der 1980er Jahre berichteten Wissenschaftler*innen zunehmend über Arzneimittelfunde in Gewässern und Böden. Da es sich um physiologisch hochaktive Stoffe handelt, dürfte deren chronische Exposition für Umweltorganismen nicht ohne Folgen sein. Unter den Humanarzneimitteln rechnet das Umweltbundesamt (UBA) mit ca. 2.300 Wirkstoffen in etwa 31.000 Medikamenten bei einem Jahresverbrauch von ca. 30.000 t. Im Vordergrund stehen Analgetika, Antirheumatika, Antibiotika, Antiepileptika, Blutdrucksenker und β -Rezeptorenblocker. Zwar sind etwa 1.100 Wirkstoffe Mineralien, Peptide, Elektrolyte oder Vitamine und daher kaum umweltrelevant. Es bleiben jedoch ca. 1.200 Wirkstoffe mit einem Jahresverbrauch von ca. 8.000 t, die durchaus Probleme verursachen können (UBA 2018). Schätzungen zufolge gelangen 88 % der Humanarzneimittel über menschliche Ausscheidungen ins Abwasser. Der Eintrag durch unsachgemäße Entsorgung von Resten über Toilette oder Spüle wird auf 10 % geschätzt, wohingegen die restlichen 2 % aus Produktionsabwässern stammen.

Auch Tiere werden mit Pharmaka behandelt, insbesondere in der Massentierhaltung von lebensmittelliefernden Tieren wie Rinder, Schweine und Hühner. Hier wird mit 430 Wirkstoffen (davon 270 umweltrelevant) gerechnet (UBA 2018). Dominierend sind Antibiotika mit ca. 670 t im Jahr 2019 (BVL 2020), deren Verbrauch damit in der gleichen Größenordnung liegt wie in der Humanmedizin. Immer noch sind auch Antibiotika wie Colistin oder Makrolide in Gebrauch, die in der Human-

medizin wichtige Reserveantibiotika sind. Veterinärarzneimittel gelangen überwiegend über tierische Ausscheidungen wie Stallmist und Gülle in die Umwelt. Daher ist Boden das wichtigste Zielkompartiment.

Es ist somit nicht erstaunlich, dass viele Wirkstoffe in der Umwelt wiedergefunden werden. Viele Wirkstoffe werden in Kläranlagen nicht abgebaut, sondern entweder an Klärschlamm adsorbiert (z.B. Ciprofloxacin 3-21 mg/kg Trockenmasse) oder finden sich im Abwasser bei der Einleitung ins Gewässer (z.B. Diclofenac ca. 1 μ g/l). Die gemessenen Konzentrationen übertreffen teilweise deutlich die (Vorschläge für) Umweltqualitätsnormen (UQN) für Oberflächengewässer gemäß EU-Richtlinie 2013/39/EU oder Oberflächenwasserverordnung (OwV). Mit dem Oberflächenwasser ist auch das Grundwasser betroffen und in einigen Fällen auch das Trinkwasser, so dass das UBA für einige Wirkstoffe gesundheitliche Orientierungswerte ableitete (UBA 2019).

Besonders problematisch sind persistente Wirkstoffe, die, einmal in die Umwelt entlassen, wenn überhaupt, nur sehr langsam abgebaut werden. In der EU sind persistente und bioakkumulierende (PBT- und vPVB-Stoffe) sowie auch persistente und mobile (PMT- und vPvM-Stoffe) Chemikalien streng geregelt (Europäische Kommission 2020a). In der Humanmedizin spielen die hochmobilen, sonst aber ungiftigen jodhaltigen Röntgenkontrastmittel und Gadolinium-Chelate für die MRT-Untersuchungen eine besondere Rolle, da sie in Kläranlagen nicht zurückgehalten werden.

Rechtliche Situation

Arzneimittel sind zuzulassen. Seit 2006 schreibt das EU-Recht vor, dass bei Arzneimitteln die Umweltwirkungen zu bewerten sind. Die Vorgehensweise ist in Leitfäden der EMA für Human- (EMA 2018) und Tierarzneimittel (EMA 2006) beschrieben. Übersteigt die errechnete Exposition die Wirkschwellen, wird ein Risiko festgestellt, das zu reduzieren ist. Es ist zwar ein Fortschritt, dass die Umweltwirkungen überhaupt eine Rolle bei der Zulassung spielen, aber das Verfahren hat mehrere Defizite:

- Es werden nur die Wirkstoffe bewertet, nicht die evtl. die Wirkung verstärkenden Beistoffe.
- Kombinationswirkungen bleiben unberücksichtigt. So werden zum Beispiel die den Blutdruck senkenden Sartane nicht gemeinsam bewertet. Es bleibt sogar unberücksichtigt, wenn ein Wirkstoff in anderen Präparaten oder in Kombination mit einer anderen Wirksubstanz eingesetzt wird.

- Besondere Wirkmechanismen oder extreme Wirkstärken bleiben größtenteils unberücksichtigt. Zwar werden Antibiotika und Hormone gesondert betrachtet; aber auch bei Antimykotika, Antiparasitika, Zytostatika und Neuropharmaka führt die angegebene Standardbewertung nicht zu einer sicheren Einschätzung des Risikos. Auch versagt der Ansatz bei den an Bedeutung gewinnenden Nanomedikamenten, bei denen die Wirkungen nicht nur auf der chemischen Zusammensetzung sondern auch auf physikalisch-chemischen Parametern wie Größe oder Oberflächenladung beruhen.
- Bei der Zulassung von Humanarzneimitteln ist das Ergebnis weitgehend folgenlos; denn die Umweltrisiken werden bei der Nutzen-Risiko-Abwägung nicht einbezogen. So können auch extrem umweltgefährliche Präparate eine Zulassung erhalten, wobei die Umweltrisiken nicht einmal an Apotheker*innen und Ärzt*innen kommuniziert werden. Selbstverständlich hat die Gesundheit Vorrang und soll in die Therapiefreiheit der Ärzt*innen nicht eingegriffen werden. Sehr häufig stehen jedoch weniger umweltbelastende Alternativen zur Verfügung. Grundsätzlich muss deshalb die Versagung der Zulassung aus Umweltgründen bei Humanarzneimitteln möglich sein.
- Schließlich ist anzumerken, dass sich nach wie vor zahlreiche Medikamente auf dem Markt befinden, bei deren Zulassung vor 2006 keine Umweltprüfung stattgefunden hat. Das UBA fordert deshalb ein Monographiesystem zur Schließung dieser Lücken.

Werden in Oberflächengewässern verbreitet Arzneimittelwirkstoffe in erhöhter Konzentration nachgewiesen, sind sie als gefährliche Stoffe gemäß EU RL 2013/39/EU zu betrachten. Umweltqualitätsnormen sind abzuleiten und Maßnahmenpläne zur Minderung zu erarbeiten. Letzteres ist bei Medikamenten besonders schwierig, da sie über Ausscheidungen eingetragen werden und Maßnahmen mit dem Schutzziel Gesundheit kollidieren können. Der Spurenstoffdialog des BMU hat Runde Tische zu ausgewählten Spurenstoffen eingerichtet, darunter auch das Schmerzmittel Diclofenac und jodhaltige Röntgenkontrastmittel. Die bisherige Praxis einer aufwändigen und kontroversen Diskussion zeigt, dass angesichts mehrerer hundert relevanter Spurenstoffe auf diese Weise keine Problemlösung in angemessener Zeit gefunden werden wird.

Die EU-Kommission ist sich der Defizite bei den Umweltrisiken der Pharmaprodukte bewusst und veröffentlichte 2019 einen „Strategischen Ansatz für Arzneimittel in der Umwelt“ mit diversen Vorschlägen und Absichtserklärungen (Europäische Kommission 2019). Inzwischen hat die EU-Kommission eine Pharmastrategie für Europa publiziert, die eine Beziehung zum „European Green Deal“ herstellt und auch Vorschläge zur Verbesserung der Umweltprüfung enthält (Europäische Kommission 2020b).

Antibiotika-Resistenzen

Die Verbreitung von Antibiotikaresistenzen ist ein herausragendes Problem sowohl in der Human- als auch in der Veterinärmedizin. Ein übermäßiger, unbedachter Gebrauch, z.B. auch bei viralen Erkältungskrankheiten, führt zur Verbreitung resistenter Keime. Offensichtlich ist auch die Umwelt Reservoir und Quelle resistenter Bakterien, denn sogar bei niedrigen Konzentrationen können Antibiotika die Entwicklung von Resistenzen induzieren (Chow L.K.M. et al. 2021). Die Verwendung auch von Reserve- und Breitbandantibiotika in der Tiermedizin führt zur Entstehung multiresistenter Keime wie MRSA und ESBL, die vor allem in Schweinegülle nachgewiesen werden (Dittmann K. et al. 2016, Greenpeace 2020). Multiresistente Bakterien sind ein gravierendes Problem in Krankenhäusern bei nosokomialen Infektionen und werden von der WHO als eines der dringlichsten Themen benannt (WHO 2015). Offenbar ist der Anreiz für die Industrie, neue Wirkstoffe zu entwickeln, gering. In der letzten Dekade waren unter 239 Neuzulassungen nur neun Antibiotika – alle aus bekannten Wirkstoffklassen. Es bedarf klarer Regeln und Eingrenzung notwendiger Antibiotika-Behandlungen, staatlicher Förderung, auch von Alternativen zur Behandlung mit Antibiotika wie der Phagentherapie (Häusler T. 2003).

Maßnahmen – Lösungsansätze

Will man die Belastung der Umwelt durch Medikamente senken, sind fünf Wege zu beschreiten:

➤ Entwicklung und Verwendung umweltverträglicher Medikamente:

Arzneimittelwirkstoffe sollen zwar ausreichend stabil sein, um ihre Wirkung im Organismus zu entfalten, aber nicht persistent und damit ein potenzielles Umweltproblem darstellen. Dies bedeutet, dass bei der Entwicklung neuer Wirkstoffe deren Umweltverträglichkeit einen größeren Stellenwert bekommen muss. Erste Erfolge einer ‚Green Pharmacy‘ zeigen, dass ohne Verlust der Wirksamkeit „Sollbruchstellen“ in Wirkstoffe eingebaut werden können, die deren Abbaubarkeit fördern (Kümmerer und Hempel 2010, Kümmerer K. 2019). Oft gibt es auch umweltverträgliche Alternativen, die denselben therapeutischen Zweck erfüllen. Ein Klassifikationssystem, wie es in Schweden eingeführt ist, ermöglicht es Ärzt*innen die umweltverträgliche Alternative zu wählen (Wennmalm A. et al. 2009, TAB 2019). Die Änderung der Verschreibungspraxis kann auch erreicht werden, wenn das System der Pharmakovigilanz (Erfassung der Nebenwirkungen und Risiken nach der Zulassung) durch eine Ökopharmakovigilanz ergänzt wird (He b-s. 2017). Ein gezieltes Nachzulassungsmonitoring kann helfen, die Verbreitung von Arzneimittelrückständen in der Umwelt zu erfassen.

➤ Verbesserung der Umweltprüfung bei der Zulassung

Die Bewertungsleitfäden sind entsprechend dem Stand der Wissenschaft weiterzuentwickeln. Dies betrifft beispielsweise die Berücksichtigung von Kombinationswirkungen, spezielle Wirkmechanismen, eine Anpassung mit der Entwicklung der

Chemikalienbewertung, wie sie zum Beispiel im „one substance – one assessment“-Ansatz in der „Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit“ der EU-Kommission gefordert wird (Europäische Kommission 2020). Ferner ist die Entstehung von Antibiotikaresistenzen in die Umweltbewertung zu integrieren, beispielsweise durch Bestimmung der „minimum selectable concentration“ nach Bengtson (Bengtson-Palme J. 2016). Zentral ist aber vor allem, dass die Umweltprüfung von Humanarzneimitteln nicht folgenlos ist, d.h. die Risiko-Nutzen-Abwägung kann zur Versagung der Zulassung führen.

➤ **Minderung der Einträge von Arzneimitteln in die Umwelt**

Ein Teil der Einträge in Boden und Gewässer resultiert aus der unsachgemäßen Entsorgung von Arzneimittelresten über Toilette oder Spüle. Hier helfen neben verstärkten Aufklärungskampagnen für Verbraucher*innen geringere Packungsgrößen und eine geordnete Sammlung der Reste über die Apotheken anstelle über die derzeitige regional sehr unterschiedliche Abfallsammlung und –entsorgung.

In Bezug auf Abwasser sind sowohl Maßnahmen an der Quelle als auch ein Ausbau der Kläranlagen erforderlich. So kann nach Röntgen- und MRT-Untersuchungen der Urin der Patient*innen in Urinbeuteln aufgefangen und entsorgt werden. Gesundheitseinrichtungen wie Krankenhäuser oder radiologische Praxen können Hotspots der Abwasserbelastung mit Medikamenten sein. Hier kann es weiterhelfen, den Teilstrom dezentral zu behandeln, was im Übrigen auch die Einträge von Desinfektionsmitteln und pathogenen Keimen ins Abwasser mindern würde. Gleichwohl wird das kommunale Abwasser durch die Verwendung von Medikamenten in Privathaushalten so stark belastet sein, dass eine weitergehende Behandlung notwendig ist. Die verbreitete dreistufige Behandlung in Kläranlagen reicht dazu nicht aus. Die mangelnde Elimination von Mikroschadstoffen, darunter Arzneimitteln, ist ein wesentlicher Grund für den notwendigen, schrittweisen Ausbau mit einer vierten Reinigungsstufe (Aktivkohle oder UV/Ozon). Die chemische Vielfalt der Pharmaka verhindert zwar, dass alle Medikamente gleich gut abgebaut werden. Jedoch zeigen Untersuchungen eine sehr deutliche Verbesserung der Abwasserqualität (Triebskorn R. 2017). Schließlich entsteht bei der Abwasserreinigung Klärschlamm, der immer noch auf Feldern ausgebracht werden darf. Er enthält Medikamentenreste und zahlreiche teilweise resistente Keime – ein weiterer Grund, um das endgültige Ende der landwirtschaftlichen Entsorgung von Klärschlamm zu fordern.

➤ **Minderung des Verbrauchs von Arzneimitteln**

Will man den Trend zu höherem Arzneimittelverbrauch trotz zunehmender Alterung der Gesellschaft umkehren, bedarf es bei Ärzt*innen, Pflegekräften und Patient*innen eines stärkeren Bewusstseins, dass nicht jede Unpässlichkeit mit Medikamenten bekämpft werden muss. Die Mehrheit der Beschäftigten in Medizinberufen ist nicht informiert, dass Arzneimittel die Umwelt gefährden können. Besonders nicht verschreibungs-

pflichtige Medikamente stellen ein Problem dar. Deshalb sollte die Werbung für Medikamente grundsätzlich untersagt werden. Benötigt ein Patient ein Medikament, sollte er vorher von einem Arzt oder Apotheker beraten werden. Umweltgefährdende Arzneimittel wie Diclofenac sollten künftig grundsätzlich verschreibungspflichtig sein.

➤ **Übergreifende Maßnahmen in der Landwirtschaft**

Die heutige industrielle Tierproduktion ist ohne die intensive Anwendung von Tierarzneimitteln nicht denkbar. Ein wesentlicher Ansatzpunkt liegt darin, die Haltungsbedingungen für die Tiere zu verbessern, - eine Forderung, die auch aus Gründen des Tierschutzes keinen Aufschub duldet (HWCH 2017). Verbesserte Stallhygiene sowie Bewegungsmöglichkeiten für die Tiere beispielweise durch Weidehaltung tragen wesentlich zu einer Minderung des Arzneimittelverbrauchs bei. Schließlich hilft die Einhaltung der Regeln für eine bedarfsgerechte Ausbringung von Wirtschaftsdünger, die Belastung der Böden mit Arzneimittelresten und resistenten Keimen zu mindern.

Schlussbemerkung

Letztlich sind die geschilderten Maßnahmen Teil einer nachhaltigen Umstellung des Gesundheitswesens und der Landwirtschaft entsprechend den Nachhaltigkeitszielen (Sustainable Development Goals) der Vereinten Nationen (UN 2015). Auch der One Health-Ansatz der Weltgesundheitsorganisation (WHO) verfolgt das Ziel eines nachhaltigen Gesundheitswesens (WHO 2021). In Bezug auf Arzneimittel erfordert dies eine erweiterte Herstellerverantwortung (extended producer responsibility). Dies ist umso wichtiger, als aufgrund der weltweiten Vernetzung der Pharmahersteller die Massenproduktion von Wirk- und Beistoffen überwiegend in Asien stattfindet – oft unter Bedingungen, die nicht den europäischen Standards entsprechen. Diese Verantwortung muss sich auf den gesamten Lebenszyklus der Arzneimittel beziehen, was bedeutet, dass im Sinne des Verursacherprinzips eine finanzielle Beteiligung an den genannten Maßnahmen zu fordern ist. Zum Gelingen einer Umstellung müssen aber auch Ärzt*innen, Apotheker*innen, Landwirt*innen und nicht zuletzt auch Patient*innen ihrer Verantwortung gerecht werden.

Literatur

- Bengtsson-Palme, J., Larsson, D.G.J. (2016): Concentrations of antibiotics predicted to select for resistant bacteria: Proposed limits for environmental regulation. *Environment International* 86, 140–149, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412015300817?via%3Dihub>
- BUND – Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (2020): Arzneimittel in der Umwelt. BUNDposition 70, Berlin, BUND-Position 70: Arzneimittel in der Umwelt
- BVL - Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2020): Abgabe an Antibiotika in der Tiermedizin sinkt weiter. Mengen für Fluorchinolone und Cephalosporine der 3. und 4. Generation auf niedrigstem Wert seit 2011. Pressemitteilung 29.07.2020,

- https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/05_tierarzneimittel/2020/2020_07_29_PI_Antibiotikaabgabe.html
- Chow L.K.M. et al. (2021): A survey of sub-inhibitory concentrations of antibiotics in the environment. [Journal of Environmental Sciences 99, 21–27](https://doi.org/10.1016/j.jes.2021.101111)
- Dittmann, K., Dahms, C., Kramer, A., Cuny, C., Cuypers, B., Hübner, N.-O. (2016): One-Health-Ansatz in einem regionalen Netzwerk: Vorkommen von Methicillin-resistenten Staphylococcus aureus-Stämmen (MRSA) und ESBL (Extended Spectrum β -Lactamasen)-bildenden Bakterien in landwirtschaftlichen Nutztieren und bei Mitarbeitern der Betriebe in Mecklenburg-Vorpommern. *Umwelt-Hygiene-Arbeitsmedizin* 21(6), 289-295.
- EMA - European Medicines Agency (2006): Guideline on environmental impact assessment for veterinary medicinal products in support of the VICH guidelines GL6 and GL38, https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/guideline-environmental-impact-assessment-veterinary-medicinal-products-support-vich-guidelines-gl6_en.pdf.
- EMA – European Medicines Agency (2018) Guideline on the environmental risk assessment of medicinal products for human use. Draft, https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/draft-guideline-environmental-risk-assessment-medicinal-products-human-use-revision-1_en.pdf
- European Commission (2019): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, and the European Economic and Social Committee, European Union Strategic Approach to Pharmaceuticals in the Environment. COM(2019) 128 final, Brussels, 11.3.2019, https://ec.europa.eu/environment/water/water-dangersub/pdf/strategic_approach_pharmaceuticals_env.PDF
- European Commission (2020a): Communication from the Commission to the European Parliament the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Chemicals Strategy for Sustainability towards a Toxic-Free Environment. COM(2020) 667 final, Brussels, 14.10.2020, resource.html (europa.eu)
- European Commission (2020b): Communication from the Commission to the European Parliament the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Pharmaceutical Strategy for Europe. COM(2020) 761 final, Brussels, 25.11.2020, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0761&from=EN>
- Greenpeace (2020): Gefahr vom Acker. Antibiotikaresistente Keime und Antibiotika in der Gülle, Testergebnisse von Proben aus fünf Bundesländern und aus der Nähe von Heilbädern und Kurorten. März 2020, Hamburg, https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/2020-03_gpd_report_gefahr_vom_acker_quellestest.pdf
- He B-S. et al. (2017): Eco-pharmacovigilance of non-steroidal anti-inflammatory drugs: Necessity and opportunities. *Chemosphere* 181, 178-189, Eco-pharmacovigilance of non-steroidal anti-inflammatory drugs: Necessity and opportunities - PubMed (nih.gov)
- HCWH - Health Care without Harm (2017): 20 Organisations sign declaration expressing serious concern about pharmaceuticals in the environment in the EU. Press release, 16.11.2017, <https://www.hcwh.org/2017/11/16/20-organisations-sign-declaration-expressing-serious-concern-about-pharmaceuticals-in-the-environment-in-the-eu/>
- <https://noharm-europe.org/articles/press-release/europe/20-organisations-sign-declaration-expressing-serious-concern-about>
- Häusler T. (2003): *Gesund durch Viren – Ein Ausweg aus der Antibiotikakrise*. Piper, München-Zürich, ISBN 3-492-04520-0
- Kümmerer, K. (2019): From a problem to a business opportunity-design of pharmaceuticals for environmental biodegradability. *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 12, 100136, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352554118301906>
- Kümmerer K. und Hempel M. (2010) *Green and Sustainable Pharmacy*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg ISBN 978-3-642-05198-2, <https://doi.org/10.1007/978-3-642-05199-9>
- TAB – Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (Hrsg.) (2019): *Arzneimittelrückstände in Trinkwasser und Gewässern*. Endbericht zum TA-Bericht, Berlin, <https://www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/berichte/TAB-Arbeitsbericht-ab183.pdf>
- Triebskorn, R. (Hrsg.)(2017): *Weitergehende Abwasserreinigung – Ein wirksames und bezahlbares Instrument zur Verminderung von Spurenstoffen und Keimen im Wasserkreislauf*, <https://publikationen.uni-tuebingen.de/xmlui/handle/10900/74316>
- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2018): *Empfehlungen zur Reduzierung von Mikroverunreinigungen in den Gewässern*. Hintergrund, Februar 2018, Dessau-Roßlau, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/uba_pos_mikroverunreinigung_final_bf.pdf
- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2019): *Liste der nach GOW bewerteten Stoffe*, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/liste_der_nach_gow_bewerteten_stoffe_201903-1.pdf (abgerufen 25.07.2021)
- Wennmalm A. et al. (2009): Pharmaceutical management through environmental product labeling in Sweden. *Environment International* 35, 775-777
- WHO (2021) *One Health, One Health* (who.int) (abgerufen 25.07.2021)
- WHO – World Health Organization (2015): *Global action plan on antimicrobial resistance*. Genf, http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/193736/1/9789241509763_eng.pdf

Korrespondenzadresse

Dr. Klaus Günter Steinhäuser
Derfflingerstr. 14
12249 Berlin
E-Mail: klaus-g.steinhaeuser@posteo.de



Hormonelle Belastung im Fließgewässer während eines Regenereignisses

Nicolai Bätz^{1,2,3} (baetz@iuta.de), Michelle Klein^{1,2,3} (klein@iuta.de),
Fabian Itzel^{1,3} (itzel@iuta.de), Torsten C. Schmidt^{2,3} (torsten.schmidt@uni-due.de),
Jochen Türk^{1,3} (tuerk@iuta.de)

¹ Institut für Energie- und Umwelttechnik e. V. (IUTA), Bliersheimer Str. 58 – 60, 47229 Duisburg

² Instrumentelle Analytische Chemie, Fakultät für Chemie, Universität Duisburg-Essen, Universitätsstr. 5, 45141 Essen

³ Zentrum für Wasser- und Umweltforschung (ZWU), Universität Duisburg-Essen, Universitätsstr. 2, 45141 Essen

Zusammenfassung

Zur Untersuchung der hormonellen Belastung durch ein Regenüberlaufbecken (RÜB) während eines Regenereignisses wurde die Hochleistungs-dünnschichtchromatographie (HPTLC) mit einem Reportergergenassay zur gleichzeitigen Bestimmung von estrogenen, androgenen und gestagenen Wirkungen (yeast multi endocrine-effect screen, YMEES) kombiniert. Relevante Estrogene wurden mittels GC-MS/MS bestimmt. Es konnten verschiedene hormonelle Effekte sowie Estron (E1), 17 α -Estradiol (17 α -E2), 17 β -Estradiol (17 β -E2), 17 α -Ethinylestradiol (EE2) und Estriol (E3) im Ablauf des RÜB und teilweise im Gewässer nachgewiesen werden. Der HPTLC-YMEES eignet sich durch Vergleiche von Effektmustern zur Verursacheridentifizierung. In Kombination mit der instrumentellen Analytik ist eine weitergehende Charakterisierung von hormonellen Belastungen möglich.

Einleitung

Fließgewässer sind mehreren Stressoren anthropogenen Ursprungs ausgesetzt. Kläranlagen sind eine bekannte Quelle von Substanzen, die ohne weitergehende Behandlung nicht ausreichend zurückgehalten bzw. abgebaut werden können [1]. Eine weit weniger untersuchter Eintrag von Stoffen findet über den Regenwasserabfluss statt. Die extremen Hochwasserereignisse in NRW und Rheinland-Pfalz in diesem Jahr verdeutlichen die Relevanz. Laut IPCC werden in Zukunft in vielen Regionen Europas extreme Wetterereignisse wie Starkregen zunehmen und somit zu erhöhten kurzzeitigen Abflussmengen führen [2, 3]. Große Abflussmengen können nicht mehr vom Boden aufgenommen werden und gelangen in die Gewässer. Diffuse Einträge von Substanzen, die keiner Punktquelle zugeordnet werden können, da das Regenwasser nicht in der Kanalisation gesammelt wird, können so zunehmen. Regenwasser, welches über versiegelte Flächen abfließt und in die Kanalisation gelangt, wird über das Misch- oder Trennsystem abgeleitet und kann teilweise unbehandelt in die Gewässer gelangen. Regenereignisse, die die hydraulische Belastungsgrenze des Mischkanals überschreiten, führen zu einem Abschlag von unbehandeltem Abwasser (Regen- und Schmutzwasser) in die Gewässer. Bei Trennsystemen gelangt das Regenwasser häufig unbehandelt in die Gewässer. Eine steigende Flächenversiegelung erhöht Einträge weiter, da weniger Regenwasser vor Ort versickern kann. Während des

Abflusses werden Substanzen aus unterschiedlichsten Stoffgruppen vom Regenwasser gelöst bzw. ausgewaschen. Um welche Stoffe es sich handelt hängt von Art, Nutzung und Lage der Abflussfläche ab [4].

Belastungen aus dem Regenwasser wurden bisher hauptsächlich per instrumenteller Einzelstoffanalytik untersucht [4, 5]. Beschreibungen von Wirkungen, wie z.B. in Neale et al. [6], bilden eher Ausnahmen. Ziel dieser Arbeit war es deshalb hormonelle Wirkungen zu bestimmen, die ihren Ursprung im Regenwasserabfluss haben. Dabei wurden mögliche effectverursachende Einträge aus dem Abfluss eines Regenüberlaufes (RÜB) untersucht. Die Hochleistungs-dünnschichtchromatographie (HPTLC) wurde mit einem transgenen Multi-Effekt Reportergergenassay (yeast multi endocrine-effect screen, YMEES) zur gleichzeitigen Bestimmung von estrogenen, androgenen und gestagenen Wirkungen gekoppelt. Mit einer begleitenden Target-Analytik von Estrogenen wurden mögliche estrogenere Effektverursacher bestimmt und eine weitreichendere Charakterisierung der festgestellten endokrinen Belastungen erreicht.

Material und Methoden

Probenahme

Proben wurden im Ablauf eines RÜB mit angeschlossenen Regenrückhaltebecken (RRB) mit einer Anschlussfläche von ca. 1,6 km² und unterhalb der Einleitungsstelle im Gewässer während eines Regenereignisses genommen. Das RÜB hat zu diesem Zeitpunkt in die „Anger“ abgeschlagen.

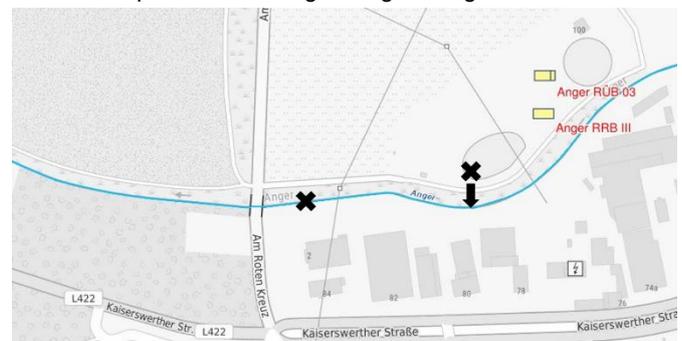


Abbildung 1: Probenahmestellen im Ablauf eines RÜB mit angeschlossenen RRB (schwarzes Kreuz und Pfeil) und unterhalb des Ablaufs in die „Anger“ (schwarzes Kreuz).

HPTLC und YMEES

Die Proben wurden innerhalb von 48 h nach der Probenahme mittels Festphasenextraktion (SPE) angereichert. Die Kartuschen (150 mg, Oasis HLB 6cc, Waters GmbH, Eschborn, Deutschland) wurden mit Methanol (2 x 5 mL) konditioniert und mit Wasser (2 x 5 mL) äquilibriert, bevor sie mit den Proben beladen wurden. Nach Trocknung der Kartuschen unter Vakuum wurden diese mit Methanol (5 x 5 mL) eluiert und die Extrakte anschließend bei 50 °C unter einem leichten Stickstoffstrom vollständig verdampft. Die trockenen Extrakte wurden in 1 mL Methanol gelöst. Als stationäre Phase wurden SIL G-25 Platten (Macherey-Nagel, Düren, Germany) verwendet. Die automatische Probenauftragung und Entwicklung der HPTLC-Platten erfolgte mit dem Automatic TLC Sampler 4 (ATS 4) und dem Automated Multiple Development 2 (AMD 2) von CAMAG (Muttenz, Schweiz). Konkrete HPTLC Einstellungen, der Entwicklungsprozess mit Cyclohexan, Dichlormethan und Aceton und Angaben zum YMEES Prozess sind bereits in unserer vorherigen Studie beschrieben [7]. Der YMEES wurde mit einer Mischung aus drei transgenen *Arxula adenivorans* Hefestämmen (new_diagnostics GmbH, Dresden) durchgeführt, die bei der Anwesenheit eines hormonell aktiven Stoffes entweder das DsRed2 protein (estrogen), green fluorescent protein (GFP, androgen) oder cyan fluorescent protein (CFP, gestagen) bilden. Die Hefesuspension wurde mit einer Airbrushpistole aufgetragen. Die Detektion der Fluoreszenz erfolgte mit dem TLC Scanner 3 von CAMAG mit folgenden Wellenlängen/Filtern: 405/K500 nm (CFP), 475/K500 nm (GFP) und 542/K560 (DsRED2).

GC-MS/MS Estrogene

Zur Bestimmung von Estron (E1), 17 α -Estradiol (α -E2), 17 β -Estradiol (β -E2), 17 α -Ethinylestradiol (EE2) und Estriol (E3) wurde eine GC-MS/MS Methode verwendet, die es ermöglicht, die geforderten Nachweisgrenzen der WRRL (0,4 ng/L für 17 β -E2 und 0,035 ng/L für EE2) zu erreichen. Den Proben wurden 1 ng E1-D4, β -E2-D3 and EE2-D4 als interne Standards zugeben. Danach wurde je 1 Liter Probe auf BAKERBOND Speeddisk (C18, 50mm, Avantor, Center Valley, USA) SPE-Kartuschen gegeben, die zuvor mit 10 mL Methanol konditioniert und mit 10 mL LC-MS Wasser equilibriert wurden. Die Kartuschen wurden für 20 min getrocknet. Zur Elution wurden die Speeddisk Kartuschen zur weiteren Extraktreinigung auf Silica-Kartuschen (SiOH, Macherey-Nagel GmbH, Düren, Deutschland) gesteckt, die zuvor im Ofen bei 80°C aktiviert wurden. Für die Elution wurden jeweils 25 mL Ethylacetat:Hexan (50:50, v:v) verwendet. Die Extrakte wurden unter einem leichten Stickstoffstrom bei 60 °C abgedampft und die Rückstände mit 50 μ L Pyridin und 50 μ L BSTFA:TMF (99:1, v:v) bei 70 °C für 30 min derivatisiert. Die Kalibration wurde ebenfalls in Ethylacetat:Hexan (50:50, v:v) angesetzt und in der gleichen Weise derivatisiert. Die Analytik wurde mit einem TQ8040 GC-MS/MS System (Shimadzu Deutschland GmbH, Duisburg) durchgeführt. Die Injektion von 3 μ L erfolgte splitlos bei 270 °C. Zur Trennung der Analyten wurde eine Zebron ZB-

5MSi Capillary GC Column (30 m x 0.25 mm x 0.25 μ m, Phenomenex, Torrance, USA) und ein passendes Temperaturprogramm mit einer Maximaltemperatur von 315 °C verwendet.

Ergebnisse und Diskussion

Das im Abfluss des RÜB detektierte Muster aus estrogenen, androgenen und gestagenen Effekten mit R_F -Werten zwischen 0,46 und 0,63 lässt sich auch in der Gewässerprobe unterhalb des RÜB in der Anger wiederfinden (Tab. 1). Die Peakflächen sind dabei in etwa halb so groß wie in der RÜB Probe. Dies lässt sich durch Verdünnungseffekte im Gewässer und dem hohen Durchfluss bei Regenwetter erklären. Das sich wiederholende Effektmuster verdeutlicht den Einfluss des RÜB auf die hormonelle Belastung der Anger. Eine mögliche Zuordnung der gemessenen Effekte zu den verwendeten Standards konnte mit einer maximalen Abweichung der R_F -Werte von 0,05 gezeigt werden. Die Abweichung kann entweder auf unbekannte effektverursachende Stoffe oder eine matrixbedingte Verschiebung hindeuten. In beiden Proben wurden Konzentrationen für α - und β -E2 mit GC-MS/MS ermittelt (Tab. 2). Aufgrund der hohen Affinität zum Estrogenrezeptor ist es wahrscheinlich, dass auch von E2 verursachte Effekte mit dem YMEES nachgewiesen und die in beiden Proben gemessenen estrogenen Effekte (R_F : 0,46 und 0,47) von α - oder β -E2 (R_F : 0,42 bzw. 0,44) verursacht wurden.

Zusätzlich wurden in der RÜB Probe ein estrogenen Effekt (R_F : 0,11) im Bereich von E3 (R_F : 0,13) und ein estrogenen Effekt (R_F : 0,66) mit einer längeren Laufstrecke als E1 (R_F : 0,61) gefunden. Auch hier könnte eine matrixbedingte Verschiebung stattgefunden haben oder es könnten, insbesondere im Fall des zweiten Effekts, unbekannt Substanzen verantwortlich sein. Mit der GC-MS/MS Analytik wurden E1 und E3 in beiden Proben identifiziert. Die Konzentrationen waren in der Flussprobe um mehr als 75% niedriger als im Ablauf des RÜB, was wie zuvor beschrieben auf Verdünnungseffekte während des Regenereignisses hindeutet. Aufgrund des im Vergleich zu E2 geringeren Potentials von E1 und E3 an den Estrogenrezeptor zu binden, konnten in der Flussprobe keine Effekte im Bereich dieser Hormone mit dem YMEES detektiert werden. EE2 wurde zwar in der RÜB Probe mit der instrumentellen Methode detektiert, es konnte aber kein Effekt abgeleitet werden. Die detektierten androgenen Effekte in beiden Proben (R_F : 0,53 und 0,52) haben zwar eine identische Laufstrecke wie EE2 (R_F : 0,53), wurden aber aufgrund der unterschiedlichen Detektionswellenlängen mit dem YMEES eindeutig einer androgenen Wirkung zugeordnet.

Tab. 1: Mittels HPTLC-YMEES ermittelte endokrine Effekte im Ablauf eines Regenüberlaufbeckens (RÜB) und in der Anger unterhalb des RÜB. Angegeben ist die jeweilige endokrine Wirkung, der mittlere Retardationsfaktor (R_f) \pm Standardabweichung (SA) der entsprechenden Bande auf der DC-Platte, die mittlere Intensität der Effektpeaks (AU) \pm SA ($n = 4$). Zusätzlich sind die als Positivkontrolle verwendeten Referenzsubstanzen Estron (E1), 17 β -Estradiol (β -E2), 17 α -Estradiol (α -E2), Dihydrotestosteron (DHT), 17 α -Ethinylestradiol (EE2), Progesteron (P4) und Estriol (E3) angegeben ($n = 6$; α -E2: $n = 2$). Das in beiden Proben vergleichbare Effektmuster ist grau hinterlegt.

Proben	Wirkung	R_f	Intensität (AU)
E3	Estrogen	0,13 \pm 0,02	9400 \pm 1500
β -E2	Estrogen	0,42 \pm 0,03	8000 \pm 900
α -E2	Estrogen	0,44 \pm 0,02	1600 \pm 42
DHT	Androgen	0,47 \pm 0,03	4100 \pm 280
EE2	Estrogen	0,53 \pm 0,02	6200 \pm 1400
P4	Gestagen	0,60 \pm 0,02	3300 \pm 530
E1	Estrogen	0,61 \pm 0,02	5100 \pm 1200
Ablauf RÜB	Estrogen	0,11 \pm 0,01	4700 \pm 480
	Estrogen	0,36 \pm 0,03	1200 \pm 290
	Estrogen	0,46 \pm 0,02	9700 \pm 1200
	Androgen	0,53 \pm 0,02	2900 \pm 730
	Gestagen	0,63 \pm 0,01	3200 \pm 270
Anger	Estrogen	0,66 \pm 0,01	1600 \pm 290
	Estrogen	0,47 \pm 0,02	5300 \pm 760
	Androgen	0,52 \pm 0,02	1300 \pm 95
	Gestagen	0,63 \pm 0,01	1600 \pm 500

Tab. 2: Mit GC-MS/MS ermittelte Konzentrationen in ng/L \pm Vertrauensbereich ($P = 95\%$) von Estron (E1), 17 α -Estradiol (17 α -E2), 17 β -Estradiol (17 β -E2), 17 α -Ethinylestradiol (EE2) und Estriol (E3) in der Probe aus dem Ablauf des RÜB und unterhalb des Ablaufs in der Anger. Die Nachweis- (NWG) und Bestimmungsgrenzen (BG) der Methode sind ebenfalls angegeben.

Proben	E1	17 α -E2	17 β -E2	EE2	E3
RÜB	2,0 \pm 0,2	0,41 \pm 0,06	1,1 \pm 0,1	0,56 \pm 0,24	2,7 \pm 0,2
Anger	0,47 \pm 0,17	0,09 \pm 0,06	0,16 \pm 0,07	< 0,3*	0,57 \pm 0,15
NWG	0,002	0,003	0,002	0,002	0,001
BG	0,006	0,009	0,005	0,006	0,003

*Probenspezifische NWG (3-faches Rauschen). Aufgrund von Matrixstörungen konnte die NWG der Methode für EE2 in der Probe nicht erreicht und keine Konzentrationen ermittelt werden.

Die hormonellen Belastungen aus dem RÜB haben ihren Ursprung wahrscheinlich zu einem überwiegenden Teil im Schmutzwasseranteil des Abwassers. Studien haben gezeigt, dass die Behandlung in einer Kläranlage, sei es mit oder ohne erweiterter Behandlungsstufe, eine Reduktion von Hormonen und hormonellen Aktivitäten zur Folge hat [8-10]. Da es sich im Mischkanal und letztlich im Ablauf des RÜB um rohes unbehandeltes Abwasser handelt, sind auch höhere Hormonkonzentrationen und dementsprechend stärkere Effekte als im Ablauf einer Kläranlage zu erwarten. Phillips et al. [11] haben bereits gezeigt, dass ein RÜB einen großen Anteil an der Hormonbelastung auch im Vergleich zu einer Kläranlage haben kann. Die hier gezeigte Kombination von HPTLC-YMEES mit einer GC-MS/MS Target-Analytik ermöglicht eine umfassendere Charakterisierung hormoneller Belastungen in Wasserproben als eine reine Einzelstoff- oder wirkungsbezogene Analytik. Die Methoden liefern Daten zu mehreren Wirkungen und Einzelsubstanzen, wobei eine eindeutigere Zuordnung detektierter Wirkungen zu bekannten Hormonen durch die Extraktion aktiver Banden von der HPTLC-Platte und einer anschließenden instrumentellen Target-Analytik erreicht

werden könnte. Neben einer meist sehr aufwendigen Effektdirigierten Analytik (EDA) mit hochauflösenden Methoden zur Bestimmung von unbekanntem Effektverursachern, kann auch die Verwendung von WBA in Verbindung mit HPTLC und einer begleitenden instrumentellen Analytik zur Identifizierung von Belastungsquellen und dem Monitoring in Fließgewässern eingesetzt werden.

Literatur

- Rogowska J. et al. Micropollutants in treated wastewater. *Ambio* 2020; 49(2): 487-503. doi: 10.1007/s13280-019-01219-5.
- IPCC. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Barros V.R. et al. (eds.). Cambridge, UK, and New York, NY, USA: Cambridge University Press; 2014.
- IPCC. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the

- Intergovernmental Panel on Climate Change. Field C.B. et al. (eds.). Cambridge, UK, and New York, NY, USA: Cambridge University Press; 2012.
4. Wicke D. et al. Micropollutants in urban stormwater runoff of different land uses. *Water* 2021; 13(9). doi: 10.3390/w13091312.
 5. Masoner J.R. et al. Urban stormwater: An overlooked pathway of extensive mixed contaminants to surface and groundwaters in the United States. *Environ. Sci. Technol.* 2019; 53: 10070-81. doi: <http://dx.doi.org/10.1021/acs.est.9b02867>.
 6. Neale P.A. et al. Assessing the mixture effects in in vitro bioassays of chemicals occurring in small agricultural streams during rain events. *Environ. Sci. Technol.* 2020; 54(13): 8280-90. doi: 10.1021/acs.est.0c02235.
 7. Baetz N. et al. High-performance thin-layer chromatography in combination with a yeast-based multi-effect bioassay to determine endocrine effects in environmental samples. *Anal. Bioanal. Chem.* 2021; 413(5): 1321-35. doi: 10.1007/s00216-020-03095-5.
 8. Janex-Habibi M.L. et al. Reduction of endocrine disruptor emissions in the environment: the benefit of wastewater treatment. *Water Res.* 2009; 43(6): 1565-76. doi: 10.1016/j.watres.2008.12.051.
 9. Itzel F. et al. Evaluation of a biological post-treatment after full-scale ozonation at a municipal wastewater treatment plant. *Water Res.* 2020; 170:115316. doi: 10.1016/j.watres.2019.115316.
 10. Gehrman L. et al. (Anti-)estrogenic and (anti-)androgenic effects in wastewater during advanced treatment: comparison of three in vitro bioassays. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 2018; 25(5): 4094-104. doi: 10.1007/s11356-016-7165-4.
 11. Phillips P.J. et al. Combined sewer overflows: an environmental source of hormones and wastewater micropollutants. *Environ. Sci. Technol.* 2012; 46(10): 5336-43. doi: 10.1021/es3001294.

Danksagung

Wir danken dem Ministerium für Kultur und Wissenschaft (MKW NRW, Düsseldorf) für die finanzielle Unterstützung im Rahmen des Graduiertenkollegs Future Water.

Korrespondenzadresse

Nicolai Bätz, M.Sc.
Institut für Energie- und Umwelttechnik
e.V. (IUTA)
Bliersheimer Str. 58 - 60
47229 Duisburg
Tel: +49 (0) 2065 418 - 179
E-Mail: baetz@iuta.de



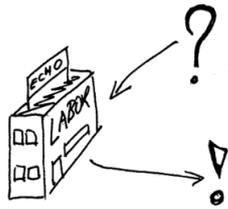
ECHO: Schnelle Relevanzermittlung für Spurenstoffe in der aquatischen Umwelt

Klaus Furtmann (klaus.furtmann@lanuv.nrw.de), Susanne Brüggem (susanne.brueggen@lanuv.nrw.de), Gisela Brausen (gisela.brausen@lanuv.nrw.de), Uwe Bieling (uwe.bieling@lanuv.nrw.de), Julien Holz (julien.holz@lanuv.nrw.de), Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW

(Quelle: LANUV / KNSYphotographie)

Abstract

Aktuelle Ereignisse bringen immer wieder Stoffe oder Stoffgruppen in die Diskussion, zu denen bisher keine Belastungsinformationen für die aquatische Umwelt in Nordrhein-Westfalen und darüber hinaus verfügbar sind. Um dennoch kurzfristig Relevanzaussagen u.a. zum Einfluss auf die Trinkwasserversorgung machen zu können, wurde das ECHO-Programm etabliert. ECHO verfolgt das Ziel, neue Stoffe mit möglicher Gewässerrelevanz quasi „auf Zuruf“ zu bewerten.



Eckpunkte des ECHO-Konzeptes

Das LANUV ist in Nordrhein-Westfalen für die Analytik im Rahmen der gesetzlich geregelten Überwachungsprogramme in der aquatischen Umwelt zuständig. Die Ergebnisse stehen den zuständigen Vollzugsbehörden und über das ELWAS-Web NRW (www.elwasweb.nrw.de) auch der Öffentlichkeit zur Verfügung.

Bis in das erste Jahrzehnt dieses Jahrtausends hinein war die Analytik im Wesentlichen auf die durch rechtliche Vorgaben der Gesetzgebung (WRRL, AbwAG, AbwV, TrinkwV, ...) bestimmten Messgrößen beschränkt. Die Analytik basierte hauptsächlich auf genormten Referenzverfahren. Einzig im Rahmen der zeitnahen Gewässerüberwachung (Schutz der Trinkwassergewinnung aus Rhein und Ruhr) war ein ständiges GC-MS-Screening längs des Rheins etabliert.

Die Analytik der gesetzlich vorgegebenen Target-Messgrößen wird durch analytische Qualitätssicherung auf sehr hohem Niveau begleitet, inzwischen ist das Labor der zentralen Umweltanalytik des LANUV seit 2012 nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Anlässlich von Vorfällen wie dem PFC-Skandal im Jahr 2005 wurde deutlich, dass das Labor auf Grund seiner etablierten Arbeitsweise und der Geräteausstattung für die rasche Reaktion auf neue Fragestellungen nicht optimal aufgestellt war.

Diese Beobachtung wurde zum Anlass genommen, eine weitere Arbeitsweise neben dem regelorientierten Monitoring zu etablieren. Ziel der neuen Arbeitsweise war, zu einer neuen Fragestellung (=neue Messgröße) binnen vier Wochen ein basisvalidiertes Verfahren zu entwickeln und eine Ersteinschätzung der Relevanz für NRW vornehmen zu können (ECHO-Konzept).

Das für dieses Konzept gewählte Akronym ECHO stellt keine Abkürzung dar, sondern soll symbolisieren, dass eine Antwort aus dem Labor „auf Zuruf“ erfolgt.

Wesentlich für diese neue Arbeitsweise war neben der sehr raschen Identifizierung geeigneter Analysenbedingungen und Beschaffung des Referenzmaterials ein abgestimmtes Validierungskonzept, das die Gewinnung verlässlicher Daten ermöglicht, weshalb hierfür eine Basisvalidierung eingeführt wurde. Die Basisvalidierung umfasst im Wesentlichen die Ermittlung der Nachweisempfindlichkeit für die Target-Substanz, die Berechnung von Wiederfindungsraten über das Gesamtverfahren und prüft die Robustheit (Stabilität) des angewandten Verfahrens.

Auf Grundlage des basisvalidierten Verfahrens erfolgte ein Messprogramm in relevanten Gewässern und ausgewählter Einleitungen, um die Belastungslage in NRW abschätzen um daraus eine Relevanzeinschätzung ableiten zu können. Je nach Einschätzung wird der Stoff/die Stoffgruppe aus der Beobachtung „entlassen“ oder ins Regelprogramm übernommen.

Zum Zeitpunkt der Konzeptentwicklung war der wesentliche Trigger für die Aufnahme eines Stoffs oder einer Stoffgruppe in das ECHO-Programm ein aktueller Input aus der Fachdiskussion. Erste Entwicklungsschritte wurden 2010/2011 mit dem Schadstoff Benzotriazol gemacht.

Ab 2014 stand auch eine abgestimmte Berichtsform zur Verfügung

[<https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/umweltanalytik/echo-schnelle-relevanzpruefung-fuer-neue-stoffe>]. Die seitdem veröffentlichten Berichte beinhalten neben den Ergebnissen aus dem ECHO-Messprogramm auch eine human- und ökotoxikologische Bewertung, so dass die abschließende Entscheidung über das weitere Vorgehen auf einer qualifizierten Bewertung beruht.

Nach diesem Schema wurden in den letzten Jahren folgende Stoffe und Stoffgruppen untersucht:

- 1,4-Dioxan (Lösemittel)
- Galaxolid, Tonalid, OTNE, ... (Duftstoffe)
- Metformin (Antidiabetikum)
- Neonicotinoide (Insektizide)
- Pyrazol (Nebenprodukt der Acrylnitrilherstellung)
- Quartäre Ammoniumverbindungen (Bakterizid)
- Ritalinsäure (Metabolit des Ritalin, ADHS-Medikament)
- Trifluoressigsäure (Reagenz, Lösemittel)
- Sartane (Blutdrucksenker)
- Statine (Cholesterinsenker)

Parallel wurde im Labor seit 2013 am Aufbau einer Non-Target bzw. Suspected-Target-Analytik auf Basis von LC-QTOF-MS gearbeitet. Inzwischen erfolgt an ausgewählten Messstellen in NRW mit zwei Geräten an der Wasserkontrollstation in Bad Honnef und im Labor in Duisburg ein regelmäßiges hochaufgelöstes LC-HRMS Screening, oft als *Non Target Analytik* bezeichnet. Damit kann eine Messung mit verschiedenen Strategien (Target, Suspected und Non Target) ausgewertet

werden. Befunde hieraus wirken zunehmend ebenfalls als Trigger für ein ECHO-Messprogramm. In der Abbildung wird das Zusammenspiel zwischen Non-Target-Analytik und ECHO veranschaulicht. Wird im Rahmen dieses Monitorings ein Stoff auffällig, so wird über diesen in Non-Target-News berichtet und die Entscheidung getroffen, ob eine weitere Verfolgung im Rahmen von ECHO fachlich geboten erscheint oder nicht.

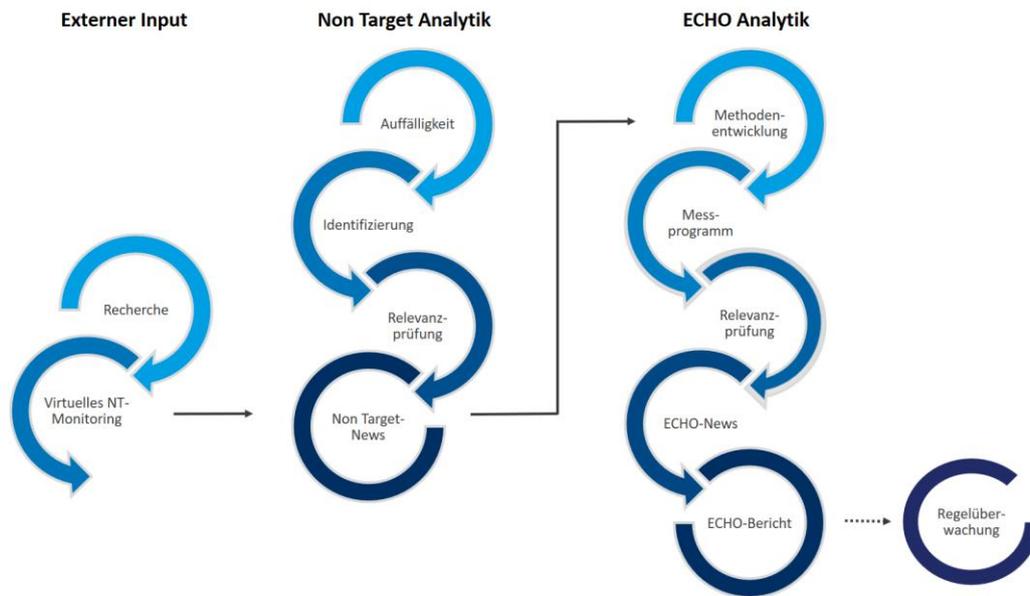


Abbildung 1: Non-Target-Analytik und Echo-Analytik im Vergleich

Non-Target-News gibt es inzwischen zu folgenden Stoffen/ Stoffgruppen

[<https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/umweltanalytik/non-target-news>]:

- Hydrochlorothiazid (Diuretikum)
- Guanylharnstoff (Transformationsprodukt des Antidiabetikums Metformin)
- Melamin (Edukt in der Melaminharzherstellung)
- Sitagliptin (Medikament zur Diabetesbehandlung)
- Oxipurinol (Metabolit des Allopurinols, Gichtmittel)
- Bicalutamid (Antiandrogen)
- Citalopram (Antidepressivum)
- Triphenylphosphat (Flammschutzmittel, Weichmacher)
- Tris-(1,3-dichloro-isopropyl)-phosphat (Flammschutzmittel, Weichmacher)
- Phenylbenzimidazolsulfonsäure (UV-Filter)
- Chlorthalonil-Metabolite (Breitbandfungizid)
- Benzothiazol-2-sulfonsäure (Vulkanisationsbeschleuniger)
- N-(1,3-Dimethylbutyl)-N'-phenyl-p-phenylendiamin (6PPD)-Chinon (Reaktionsprodukt des 6PPD mit Ozon; Ozonschutzadditiv in Autoreifen)
- AMPS, 2-Acrylamido-2-methylpropan sulfonsäure (Edukt für Superabsorber)

Es hat sich herausgestellt, dass die human- und ökotoxikologische Bewertung der untersuchten Stoffgruppen häufig umfangreiche und vertiefte Recherchen erfordert und in manchen Fällen nach einer Ersteinschätzung des Stoffes nicht mehr erfolgen muss.

Daraus ist das neue Format der ECHO-News entstanden, in denen das Ergebnis der Methodenentwicklung und des ECHO-Monitorings berichtet werden und eine Ersteinschätzung vorgenommen wird. Abhängig von der Ersteinschätzung folgt dann ein vollständiger ECHO-Bericht oder es bleibt bei der Kurzform.

Folgende ECHO-News sind inzwischen erschienen:

- Metformin/Guanylharnstoff (Antidiabetikum)
- Oxipurinol (Metabolit des Allopurinols, Gichtmittel)
- Melamin (Edukt in der Melaminharzherstellung)
- Chlortalonil-Metabolite (Breitbandfungizid)

Wie man den Zusammenstellungen entnehmen kann sind alle bisher erschienen ECHO-News durch Non-Target-Befunde getriggert.

Eine Besonderheit des Non-Target-Monitorings ist, dass die anfallenden Rohdaten auch rückwirkend hinsichtlich weiterer Stoffe ausgewertet werden können, die zum Zeitpunkt der Messung noch nicht im Fokus standen. Mit den seit Mitte 2014 gewonnenen Rohdaten kann also auch rückwirkend ein virtuelles Gewässermonitoring erfolgen.

Ein Beispiel: Anlässlich einer Veröffentlichung über das Auftreten von Metaboliten des Fungizids Chlorthalonil in Gewässern wurde ein derartiges retrospektives Monitoring eingesetzt, um das Auftreten dieser Stoffe in Gewässern in NRW ohne weitere Probenahme oder Messung einschätzen zu können. Es gab nur wenige Funde in Oberflächengewässern, jedoch immer wieder höhere Befunde im Grundwasser. Daraufhin wurde besonderes Augenmerk auf Grundwässer gelegt und diese im Rahmen des ECHO-Programms untersucht.

Ein weiteres Beispiel für eine retrospektive Auswertung war das Auftreten von Valsartansäure im Gewässer. Die Stoffgruppe der Sartane (Blutdrucksenker) war schon länger bekannt und wurde auch untersucht, der gemeinsame Metabolit Valsartansäure jedoch nicht. Nach Entdeckung des Metaboliten und Beschaffung des entsprechenden Referenzstandards wurden die hochaufgelösten Daten rückwirkend ausgewertet. Ergebnis dieser Auswertung war, dass Valsartansäure ubiquitär in den Gewässern in NRW vorkommt. Aus diesem Grund wurde es in die Regelüberwachung aufgenommen.

Das Zusammenwirken aller in den letzten Jahren entwickelten Instrumente zur Identifizierung und Bewertung neuer relevanter Stoffe ermöglicht es, neben Stoffen, die beim Non-Target-Monitoring direkt auffallen auch Stoffe aus der Fachdiskussion wie zuletzt 6PPD und 6PPD-Chinon zunächst einem virtuellen Gewässermonitoring in der Non-Target-Rohdatenbank zu unterziehen um dann Entscheidungen über weitere Schritte vornehmen zu können.

Ziel der Anstrengungen ist es, neue relevante Stoffe in der aquatischen Umwelt aufzuspüren und die Voraussetzungen für Vermeidungs- oder Verminderungsmaßnahmen zu schaffen.

Das ist neben analytischen mit einer Anzahl weiteren Herausforderungen versehen. „Etablierte“ Schadstoffe finden irgendwann ihren Weg in den gesetzlichen Rahmen, was häufig sehr lang dauert. Im Bereich der WRRL gibt es eine sogenannte Watch-List, in die neue Stoffe aufgenommen werden können und aus der sie bei entsprechender Relevanz in das geregelte Monitoring übergehen.

Für die im Rahmen unserer Konzepte gefundenen neuen Stoffe gibt es in aller Regel keine gesetzlichen Vorgaben. Handelt es sich zudem um ubiquitär auftretende Stoffe wie bei fast allen Medikamenteneinträgen aus Abwasserbehandlungsanlagen, kann zunächst nur beobachtet und berichtet werden, so dass solche Daten z.B. in die Überlegungen zur Etablierung weiterer Reinigungsstufen einfließen können. Handelt es sich hingegen um Stoffe aus Punktquellen, so kann durch weitere Untersuchungen die Quelle einer solchen Einleitung ermittelt werden und gemeinsam mit den Behörden und dem Einleiter meist auf einvernehmlicher Basis eine Eliminierung oder Verringerung der Emission erzielt werden. Ein Beispiel hierfür sind Pyrazolbefunde, die letztlich auf einen Einleiter zurückzuführen waren, der schließlich seine Abwasserbehandlung nach Abstimmung mit der zuständigen Behörde optimiert hat. Schwieriger stellt sich die Lage z.B. bei 1,4-Dioxan dar, für das eine Vielzahl von Punktquellen identifiziert werden konnte.

Mangels konkret stoffbezogener rechtlicher Handhabe ist in erheblichem Umfang Kommunikation, Einsicht und Eigeninitiative bei den Einleitern erforderlich, um hier Erfolge zu erzielen. Da die Öffentlichkeit für derartige Fragen heute sehr sensibel ist, wirken viele Einleiter, die Umweltaspekte in ihrer Firmenpolitik berücksichtigen und/oder Imageschäden befürchten aktiv an der Verbesserung der Situation mit.

Perspektiven

Die neuen analytischen Möglichkeiten erlauben die Gewinnung sehr vieler neuer Daten, die Überblick über die Belastungssituation von Gewässern ermöglichen und dazu beitragen können, Maßnahmen zu ergreifen. Gleichzeitig stellt die Datenmenge Regelgeber und Vollzugsbehörden vor neue Herausforderungen. Allein die Möglichkeit, über das Suspected-Target-Monitoring einer Wasserprobe über 3.000 Qualitätsmerkmale zuzuordnen zu können – ohne auch noch eventuelle synergistische oder antagonistische Wirkungen zu kennen – macht deutlich, dass konventionelle Einzelstoffbetrachtungen allein nicht mehr zum Ziel führen können.

Daher ist es notwendig, Relevanzindikatoren in die Überlegungen mit einzubeziehen, die es ermöglichen, aus der Vielzahl der Merkmale die bedeutsamen so zu extrahieren, dass sinnvolle Maßnahmenkonzepte darauf aufgebaut werden können.

Dabei können Produktionsmengen potentiell gewässerrelevanter Stoffe (REACH-Daten) ebenso eine Rolle spielen, wie die zeitaufgelöste Mustererkennung bei der Non-Target-Analytik. Die Unterscheidung von Stoffgruppen hinsichtlich ihres Vorkommens in der Umwelt (ubiquitär oder punktuell) sowie ihre physikalisch-chemischen Eigenschaften und die Abbaubarkeit stellen ebenfalls Relevanzindikatoren dar. Moderne Summenparameter wie der AOF (Absorbierbares organisch gebundenes Fluor) als Überwachungsparameter für die Stoffgruppe PFAS können sinnvolle Bündelungen darstellen.

Im LANUV NRW wird derzeit ein weiterer Ansatz zur Fokussierung der Ergebnisvielfalt verfolgt, der auf der Kombination von wirkungsbezogener und chemischer Analytik basiert. Das Prinzip der wirkungsbezogenen Analytik (WBA) beruht darauf, dass in einem Screening-Ansatz nicht einzelne Wirkstoffe, sondern biologische Wirkungspotenziale der Gesamtprobe in ausgewählten Zielsystemen wie zum Beispiel Zellkulturen nachgewiesen werden. Zusätzlich zur klassischen chemischen Einzelstoffanalytik und den ökotoxikologischen Untersuchungen soll mit der WBA ein neuer, zukunftsorientierter und fachübergreifender ganzheitlicher Ansatz zum Gewässerschutz gefunden werden.

Kontaktadresse

Dr. Klaus Furtmann

Abteilungsleiter Zentrale Umweltanalytik

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW

D-47051 Duisburg, Wuhanstraße 6

Tel.: 02361-305-2321; klaus.furtmann@lanuv.nrw.de

Optimierte Dosierung von Chemikalien in Hochdurchsatz *in vitro* Testsystemen

Fabian C. Fischer (fabian.fischer@ufz.de), Beate I. Escher (beate.escher@ufz.de)

Zusammenfassung

Die Anwendung von Hochdurchsatz-Bioassays mit *in vitro* Säugetier-Zelllinien in der Risikobewertung von Chemikalien bedarf einer genauen Expositionskontrolle. Modelle zur Berechnung von frei gelösten Konzentrationen im Medium (C_{frei}) von *in vitro* Bioassays erfordern zahlreiche physikalisch-chemische und systemische Parameter. Hier zeigen wir, wie proteinreiches Serum im Medium zur Kontrolle und Quantifizierung von C_{frei} verwendet werden kann, um komplexere Modellierung zu vermeiden. Aufbauend auf experimentellen und modellierten Daten zu depletiven Prozessen im Testsystem präsentieren wir eine vereinfachte Massenbilanzgleichung basierend auf open-access System- und Chemikalienparametern. Die Methode kann experimentelle Artefakte im Zusammenhang mit Lösemitteln und Sättigungseffekten verhindern und ermöglicht die Herleitung von frei gelösten Effektkonzentrationen (EC_{frei}), die direkt mit frei gelösten Konzentrationen in Humanblut zur Risikobewertung von Umweltchemikalien verglichen werden können.

Hintergrund

Miniaturisierte *in vitro* Bioassays mit Humanzellen werden zunehmend in der Risikobewertung von Chemikalien angewandt und ihre Implementierung im Hochdurchsatzformat (HTS) kann den hohen Bedarf an Effektdaten für Pharmazeutika, Pestiziden, Körperpflegeprodukten und anderen Chemikalien decken. Die Anwendung von *in vitro* Bioassays in 384- und 1536-Well Mikrottestplattenformat ermöglicht die Effektkarakterisierung einer hohen Anzahl an Chemikalien und deren Mischungen. Die Messung von Exposition in miniaturisierten Testsystemen ist schwer durchzuführen, so dass *in vitro* Effekte maßgeblich in nominalen Konzentrationen angegeben sind (C_{nom} , Stoffmenge pro Volumeneinheit Medium) (Shukla et al. 2012). Die Dosierung von Chemikalien in *in vitro* Bioassays fasst sowohl den Transfer von Chemikalien in das *in vitro* Medium als auch die Verteilung der Chemikalien zwischen einzelnen Kompartimenten und die daraus resultierenden bioaktiven Konzentrationen zusammen. C_{nom} kann jedoch stark von der bioverfügbaren Konzentration im Medium (C_{frei}) durch Bindung an Kolloide im Nährmedium (Fötale Kälberserum, FBS), Chemikalienaufnahme durch Zellen und Metabolisierung, Evaporation, und Sorption an Testgefäßen abweichen. Die Anwendung von nominalen Effektkonzentrationen und somit Vernachlässigung von Bioverfügbarkeit kann die wahre Potenz einer Chemikalie verschleiern. Für eine repräsentative Anwendung müssen konstante und quantifizierbare Expositionsbedingungen hergestellt werden, die direkt mit äquivalenten Konzentrationen *in vivo* verglichen werden können. Eine Alternative zur komplexen experimentellen Bestimmung von C_{frei} in HTS Bioassays ist die Anwendung von Massenbilanzmodellen, mit derer die Konzentration in einzelnen

Phasen des Testsystems berechnet wird (Armitage et al. 2014, Fischer et al. 2017). Die Basis dieser Modelle ist der Verteilungskoeffizient einer Chemikalie zwischen zwei Phasen 1 und 2 ($K_{1/2}$) nach der Formel

$$K_{1/2} = \frac{C_1}{C_2} \quad (1)$$

C_1 und C_2 sind die Konzentrationen der Testchemikalie in Phase 1 und 2. Massenbilanzmodelle setzen Gleichgewicht zwischen allen Phasen des Testsystems voraus und beschreiben die Verteilung der Testchemikalie über Phasenvolumina und entsprechenden Verteilungskoeffizienten. Zur Vereinfachung werden komplexe Phasen wie die Proteine und Lipide im Medium über Surrogate wie Bovines Serumalbumin (BSA) und Liposomen (lip) zusammengefasst und die Sorption von Chemikalien über die jeweiligen Verteilungskoeffizienten ($K_{BSA/w}$ und $K_{lip/w}$) beschrieben (Fischer et al. 2017). Zuletzt wurden Massenbilanzmodelle in kinetischen Modellen weiter aufgelöst (Fischer et al. 2018b, Fisher et al. 2019), jedoch erschwert diese zunehmende Komplexität die Anwendung der Modelle in der alltäglichen Risikobewertung. In diesem Beitrag stellen wir zunächst die maßgeblichen Prozesse vor, die die Bioverfügbarkeit in *in vitro* Bioassays beeinflussen. Hinsichtlich ihrer Relevanz diskutieren wir, ob komplexere Modelle notwendig sind oder ob die Chemikalienverteilung und die Berechnung von C_{frei} vereinfacht werden kann.

Chemikalienverteilung im Medium

Zunächst wurde mittels Massenbilanzmodellierung die Verteilung von Chemikalien zwischen Proteinen, Lipiden und Wasser im *in vitro* Medium simuliert. Protein- und Lipidgehalt von Basismedium und FBS wurden photometrisch mittels Lowry Assay und Sulfophosphovanillin-Reaktion bestimmt. Verteilungskoeffizienten an BSA und lip für 100 neutralen, kationische, anionische, und multiprotische Modellchemikalien wurden mit PP-LFER und COSMOtherm Sorptionsmodellen vorhergesagt (Bittermann et al. 2014, Linden et al. 2017, Ulrich et al. 2017). System- und Chemikalienparameter wurden in das Massenbilanzmodell eingefügt, um die Fraktion von Chemikalien sorbiert an Proteinen und Lipiden und frei gelöst im Wasser zu berechnen (Fischer et al. 2017).

In einem standardisierten und häufig verwendeten *in vitro* Medium mit 10% FBS-Gehalt ist ein Großteil der Chemikalien an Proteine und/oder Lipide gebunden (Abb. 1), wohingegen lediglich 14 Chemikalien >70% im Medium frei verfügbar sind. Die Verteilung der Chemikalien verdeutlicht die hohe Sorptionskapazität der Proteine und Lipide im Nährmedium. Die heterogene Sorption der Modellchemikalien an Proteine und Lipide zeigt die Abhängigkeit der Bioverfügbarkeit von den physikochemischen Eigenschaften der Testchemikalie, was beim Vergleichen von Potenzen verschiedener Chemikalien

beachtet werden muss. Die hohe Sorptionskapazität des FBS lässt vermuten, dass das Medium depletive Prozesse wie Zellaufnahme, Metabolisierung, Evaporation, und Sorption an Testgefäße kompensieren kann und somit die Mediumkonzentration sowie C_{frei} stabilisiert wird (Fischer et al. 2019).

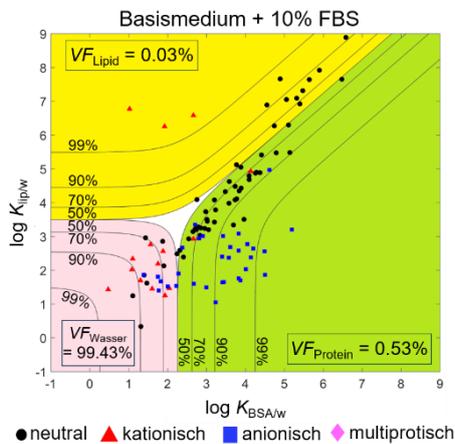


Abb 1. Verteilung von neutralen, kationischen, anionischen, und multiprotischen Modellchemikalien zwischen Proteinen, Lipiden und Wasser in einem häufig verwendeten *in vitro* Medium. Adaptiert mit Erlaubnis von „Fischer FC, Henneberger L, König M, Bittermann K, Linden L, Goss K-U, et al. 2017. Modeling exposure in the tox21 *in vitro* bioassays. Chemical Research in Toxicology 30:1197-1208.“ Copyright 2017 American Chemical Society.

Chemikalienaufnahme in Zellen

Das Massenbilanzmodell in Fischer et al. 2017 kann die Aufnahme von Chemikalien in die Zellen und resultierende zelluläre Konzentrationen (C_{Zelle}) berechnen. Protein- und Lipidgehalte in fünf Zelllinien wurden bestimmt und BSA und lip wurden als Surrogate für Zellproteine und -lipide verwendet (Fischer et al. 2017). Bei Applikation von 0.5% FBS in einer 1536-Well Mikrottestplatte mit 6 μ L Mediumvolumen depletierten die Zellen das Medium bis zu ~12%, wohingegen bei 10% FBS in einer 96-Well Mikrottestplatte mit 120 μ L Mediumvolumen die Zellen lediglich maximal 2.5% des Mediums depletierten. Bei Anwendung eines höheren FBS-Gehalts im Medium sinkt zwar die Bioverfügbarkeit und die Sensitivität des Assays, jedoch bleibt die Bioverfügbarkeit im Medium konstant und wird nicht über die Zeit durch Zellaufnahme depletiert. Mit Hilfe von Fluoreszenzmikroskopie wurden die Aufnahmekinetiken von autofluoreszierenden Chemikalien in drei verschiedene Zelllinien gemessen (Fischer et al. 2018a). Equivalent zu den Modellergebnissen wurden geringere C_{Zelle} bei höherem FBS-Gehalt im Medium beobachtet (Abb 2.). Interessanterweise beschleunigte ein höherer FBS-Gehalt im Medium die Aufnahme der Testchemikalien, wie am Beispiel Benzo(a)pyren gezeigt. 95% Gleichgewicht stellte sich in Zellen bereits nach 40 Minuten bei 10% FBS-Gehalt ein, wohingegen bei 0.5% 3.9 Stunden gemessen wurden. Ein höherer FBS-Gehalt im Medium stabilisiert nicht nur die Konzentration im Medium und damit die Bioverfügbarkeit, sondern führt auch zu einer schnelleren Gleichgewichtseinstellung zwischen Medium und

Zellen, was wiederum die Anwendung von Gleichgewichtsmodellen zur Berechnung von C_{Zelle} ermöglicht.

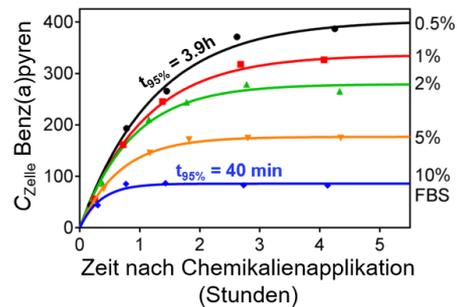


Abb. 2. Aufnahmekinetiken von Benzo(a)pyren in einer *in vitro* Nierenzelllinie (HEK293) bei verschiedener Anwendung von FBS im Nährmedium. Adaptiert mit Erlaubnis von „Fischer FC, Abele C, Droge STJ, Henneberger L, König M, Schlichting R, et al. 2018a. Cellular uptake kinetics of neutral and charged chemicals in *in vitro* assays measured by fluorescence microscopy. Chemical Research in Toxicology 31:646-657.“ Copyright 2018 American Chemical Society.

Diffusion in Mikrottestplatten

Polystyrol ist das standardmäßig verwendete Polymer in Mikrottestplatten, die für HTS Bioassays verwendet werden. Um die Sorption von Testchemikalien an das Material von Mikrottestplatten quantitativ zu beschreiben, wurden Verteilungs- und Diffusionskoeffizienten von neutralen Chemikalien in dünnen Polystyrol-Scheiben gemessen (Fischer et al. 2018b). Die Koeffizienten wurden als Basis für die Entwicklung eines numerischen Modells verwendet, das die Diffusion von Testchemikalien in Mikrottestplatten verschiedener Formate (96-, 384-, 1536-Platten) zeitaufgelöst simuliert. Neben *in vitro* Bioassays mit FBS im Medium wurde die Relevanz von Plastiksorption im kolloidfreien wässrigem Medium von Zebrafisch-Embryo Bioassays (ZEB) simuliert. Das kinetische Modell zeigte, dass das Medium im ZEB durch Plastiksorption stark depletiert werden kann ($\geq 80\%$ für stark hydrophobe Chemikalien), wohingegen die Depletion von *in vitro* Medien nicht signifikant war ($< 5\%$), da die Desorption von FBS-gebundenen Chemikalien den Verlust an Chemikalien durch Plattendiffusion kompensiert. Die Modellergebnisse im ZEB und in den *in vitro* Bioassays konnten experimentell validiert werden. Die Studie zeigte erneut, dass die Anwendung eines hohen FBS-Gehalts die Bioverfügbarkeit im *in vitro* Medium konstant hält. Da die Sorption von Chemikalien an Mikrottestplatten ein kinetisch-limitierter Diffusionsprozess ist, ermöglicht die Applikation eines hohen FBS-Gehalts die Nutzung von Gleichgewichtsmodellen, die Sorption an das Plastik vernachlässigen.

Serum-basiertes passives Dosieren (SBPD)

Wir haben theoretisch und experimentell gezeigt, dass (1) die Proteine und Lipide des FBS im *in vitro* Medium eine hohe Sorptionskapazität aufweisen und als Chemikalienreservoir dienen können; (2) bei hohem FBS-Gehalt die Mediumdepletion durch Zellaufnahme verringert und die Aufnahmekinetik beschleunigt wird; und (3) die Relevanz von Plattensorption durch Resorption von FBS-gebundenen Chemikalien

Referenzen

- Armitage JM, Wania F, Arnot JA. 2014. Application of mass balance models and the chemical activity concept to facilitate the use of in vitro toxicity data for risk assessment. *Environmental Science & Technology* 48:9770-9779.
- Bittermann K, Spycher S, Endo S, Pohler L, Huniar U, Goss K-U, et al. 2014. Prediction of phospholipid-water partition coefficients of ionic organic chemicals using the mechanistic model COSMOIC. *Journal of Physical Chemistry B* 118:14833-14842.
- Escher BI, Glauch L, König M, Mayer P, Schlichting R. 2019. Baseline toxicity and volatility cutoff in reporter gene assays used for high-throughput screening. *Chemical Research in Toxicology* 32:1646-1655.
- Fischer F, Böhm L, Höss S, Möhlenkamp C, Claus E, Düring R-A, et al. 2016. Passive dosing in chronic toxicity tests with the nematode *Caenorhabditis elegans*. *Environmental Science & Technology* 50:9708-9716.
- Fischer FC, Henneberger L, König M, Bittermann K, Linden L, Goss K-U, et al. 2017. Modeling exposure in the tox21 in vitro bioassays. *Chemical Research in Toxicology* 30:1197-1208.
- Fischer FC, Abele C, Droge STJ, Henneberger L, König M, Schlichting R, et al. 2018a. Cellular uptake kinetics of neutral and charged chemicals in in vitro assays measured by fluorescence microscopy. *Chemical Research in Toxicology* 31:646-657.
- Fischer FC, Cirpka OA, Goss KU, Henneberger L, Escher BI. 2018b. Application of experimental polystyrene partition constants and diffusion coefficients to predict the sorption of neutral organic chemicals to multiwell plates in in vivo and in vitro bioassays. *Environmental Science & Technology* 52:13511-13522.
- Fischer FC, Henneberger L, Schlichting R, Escher BI. 2019. How to improve the dosing of chemicals in high-throughput in vitro mammalian cell assays. *Chemical Research in Toxicology* 32:1462-1468.
- Fischer FC, Abele C, Henneberger L, Kluver N, König M, Muhlenbrink M, et al. 2020. Cellular metabolism in high-throughput in vitro reporter gene assays and implications for the quantitative in vitro-in vivo extrapolation. *Chemical Research in Toxicology* 33:1770-1779.
- Fisher C, Siméon S, Jamei M, Gardner I, Bois YF. 2019. Vivd: Virtual in vitro distribution model for the mechanistic prediction of intracellular concentrations of chemicals in in vitro toxicity assays. *Toxicology in Vitro* 58:42-50.
- Henneberger L, Muhlenbrink M, König M, Schlichting R, Fischer FC, Escher BI. 2019. Quantification of freely dissolved effect concentrations in in vitro cell-based bioassays. *Archives of Toxicology* 93:2295-2305.
- Henneberger L, Huchthausen J, Wojtyśiak N, Escher BI. 2021. Quantitative in vitro-to-in vivo extrapolation: Nominal versus freely dissolved concentration. *Chemical Research in Toxicology* 34:1175-1182.
- Linden L, Goss KU, Endo S. 2017. 3D-QSAR predictions for alpha-cyclodextrin binding constants using quantum mechanically based descriptors. *Chemosphere* 169:693-699.
- Shukla SJ, Huang RL, Sommons SO, Tice RR, Witt KL, van Leer D, et al. 2012. Profiling environmental chemicals for activity in the antioxidant response element signaling pathway using a high-throughput screening approach. *Environment Health Perspectives* 120:1150-1156.
- Ulrich N, Endo S, Brown TN, Watanabe N, Bronner G, Abraham MH, et al. 2017. UFZ-LSER database v 3.2: [https://www.ufz.de/index.php?en=31698&contentonly=1&=0&lserd_data\[mvc\]=Public/start](https://www.ufz.de/index.php?en=31698&contentonly=1&=0&lserd_data[mvc]=Public/start)

Korrespondenzadresse des Erstautors

Dr. Fabian C. Fischer
National Institute for Environmental Studies (NIES)
Health and Environmental Risk Division
Onogawa 16-2, 305-8506 Tsukuba, Ibaraki, Japan

Bericht aus dem Vorstand

Am 12. Juli 2021 traf sich der Vorstand der Fachgruppe online zur Vorstandssitzung. Nachdem auf der letzten Mitgliederversammlung angeregt wurde, dass auch die jüngeren Mitglieder der Fachgruppe verstärkt eingebunden werden, hat an dieser Sitzung erstmalig eine Vertreterin der sich im Aufbau befindenden Gruppe der Nachwuchswissenschaftler unserer Fachgruppe an der Vorstandssitzung teilgenommen. Der Vorstand diskutierte die weitere Organisation der Einbindung und die Planung des nächsten Forums Junger Umweltwissenschaftler:innen 2021, das am 6. September 2021 von 14 bis 18 Uhr direkt vor der Umwelt 2021 digital stattfinden soll.

Auch die Organisation der Umwelt 2021, die vom 7.-8. September 2021 online stattfindet, und die Session „Arzneimittel der Zukunft“ auf dem GDCh-Wissenschaftsforum am 1. September 2021, waren Themen des Treffens.

Bericht aus dem Arbeitskreis „Chemikalienbewertung“

Der Arbeitskreis Chemikalienbewertung traf sich am 16.6.21 zu einem Online-Meeting. Hauptthema waren Konzepte zur Bewertung der Nachhaltigkeit der Verwendung von Chemikalien, die in zwei Vorträgen vorgestellt wurden. Zunächst präsentierte Dr. Silke Gabbert vom RIVM in Bilthoven (NL) das Konzept des "Essential Use" in der Europäischen Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit mit ersten Blicken auf Herausforderungen und Chancen. Dabei ging sie insbesondere auf notwendige Definitionen und Kriterien zur Bestimmung von "Essential Use", z.B. von chemischen Stoffen an sich als auch in Produkten, ein. Anschließend erläuterte Janna Kuhlmann vom BUND (vorher EPEA) das Cradle to Cradle Konzept zur Chemikalienbewertung für die Kreislaufwirtschaft. Die C2C Zertifizierung von Produkten erfolgt abgestuft (Bronze bis Platin) für die Abwesenheit bestimmter besorgniserregender Stoffe (restricted substances list) und Gefährdungen gemäß GHS/CLP.

Die Fragen der 18 Teilnehmerinnen und Teilnehmer befassten sich u.a. mit der praktischen Umsetzbarkeit der Konzepte unter verschiedenen Verordnungen und Richtlinien, z.B. von Bioziden und Pflanzenschutzmitteln oder Elektronikschrott. Vertieft wurden auch Aspekte zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Lieferketten und Beiträge zur Zero Pollution Ambition der EU.



Unsere Mission

Das Vorhandensein von bestimmten (synthetischen) Chemikalien in der Umwelt gefährdet die Gesundheit von Menschen und Wildtieren gleichermaßen. Unsere Bemühungen sollen zu einer langfristigen Verbesserung der Umwelt und der Gesundheit von Menschen und Tieren führen. Inzwischen sind zahlreiche Ökosysteme auf der ganzen Welt mit einem Cocktail an problematischen Chemikalien belastet.

CHEM Trust sorgt dafür, dass auch die breite Öffentlichkeit über das Wissen um die potentiell schädlichen Wirkungen von Chemikalien auf die menschliche Gesundheit und die Tierwelt informiert wird.

Unsere Arbeit

CHEM Trust hat sich dem Ziel verschrieben, die Zusammenhänge zwischen Chemikalien und dem Auftreten von umweltbedingten Krankheiten bei Menschen und Tieren besser zu verstehen und arbeitet dabei eng mit Wissenschaftlern und politischen Entscheidungsträgern zusammen. Die gewonnenen Erkenntnisse verwendet CHEM Trust, um daraus notwendige Maßnahmen im Bereich der Gesundheitspolitik und Chemikaliengesetzgebung abzuleiten. Unsere Bemühungen sollen zu einer langfristigen Verbesserung der Umwelt und der Gesundheit von Menschen und Tieren führen.

Wir sind ein akkreditierter Interessenvertreter bei der Europäischen Chemikalien Agentur (ECHA) und darin aktives Mitglied der Expertengruppe für endokrine Disruptoren.

CHEM Trust verfolgt als Stakeholder-Organisation die Aktivitäten der europaweiten Initiative zum Human-Biomonitoring HBM4EU – Science and Policy for a Healthy Future. In diesem Rahmen machen wir die Ergebnisse einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich, siehe z.B. unseren Artikel zu einem HBM4EU-Workshop über Phthalate und Bisphenole.

Ferner ist CHEM Trust Europe Mitglied der Koalition 'EDC-freies Europa', des Europäischen Umweltbüros (EEB) und des Netzwerkes zur Eliminierung von persistenten, organischen Schadstoffen (IPEN).

Homepage: <https://chemtrust.org/de/>

Veranstigungsankündigungen



DUSTs are international conferences aimed to create a network of researchers interested in investigating on the presence of particles in atmosphere, waters, rocks and sediments using a multidisciplinary approach. Physics, geochemists, mineralogists, physicians, epidemiologists, geologists, engineers meet at DUST2021 for discussing ideas and knowledge on the impact of anthropogenic and geogenic particles on Earth, Health and Environment.

Conference' homepage: <https://www.dust2021.atmodust.net/>

Bayerisches Landesamt für Umwelt



Online-Tagung des Bayerischen Landesamtes für Umwelt: PFAS 2021 – Neue Bewertung und die Folgen, 21.10.2021

Für die Bewertung von PFAS-Kontaminationen gibt es in Bayern bereits seit 2012 die im Jahr 2017 letztmals fortgeschriebenen „Leitlinien zur vorläufigen Bewertung von PFC-Verunreinigungen in Wasser und Boden“. Mit diesen Leitlinien werden für den Vollzug in Bayern ein Bewertungsrahmen sowie beurteilungsrelevante Hintergrundinformationen zur Verfügung gestellt. Für 2021 ist ein bundesweit einheitlicher „Leitfaden zur PFAS-Bewertung“ vorgesehen. Im September 2020 hat die EFSA in einer Stellungnahme eine Neubewertung der PFAS vorgenommen und für letztendlich die Summe von vier Einzelsubstanzen neue Werte für die tolerierbare Aufnahmemenge beim Menschen abgeleitet. Da diese Werte sehr deutlich unter den bisher für die Bewertung herangezogenen Werte liegen, bedeutet dies auch erhebliche Veränderungen für die Bewertung im Vollzug. Auf der Fachtagung „PFAS 2021 – Neue Bewertung und die Folgen“ sollen aktuelle Informationen zu Regulierung, Umweltbelastungen und möglichen Folgen vorgestellt und diskutiert werden.

Weitere Informationen:

https://www.lfu.bayern.de/veranstaltungen/termin_detail.htm?id=382



BfG: 7. Workshop Gewässergütemodellierung: Aktuelle Anwendungen und integrative Modellansätze, 15./16. 11. 2021 (Präsenz [Koblenz] oder online)

Der 7. Workshop zur Gewässergütemodellierung bietet eine Plattform zum wissenschaftlichen Austausch über den Einsatz von Gewässergütemodellen zu aktuellen Umweltthemen wie Nährstoffbewirtschaftung und ihre Folgen für die Eutrophierung, Schadstoff- und hygienische Belastungen in Flüssen und Ästuaren. Ferner sollen Verknüpfungen der Gütemodellierung zu anderen Modellen wie Schwebstoff- und Nahrungsnetzmodellen oder auch zu Habitatmodellen vorgestellt werden. Dabei werden Ansätze aufgezeigt, wie die Gewässergütemodellierung in größere Modellsysteme etwa bei Untersuchungen zu den Auswirkungen des Klimawandels eingebunden wird.

Die Sessions umfassen die Themenfelder

- Aktuelle Anwendungen von Gewässergütemodellen
- Integrative Modellansätze in Flüssen und anderen Binnengewässern sowie Ästuaren
- Weiter- und Neuentwicklungen in QSim

Weitere Informationen:

www.bafg.de/DE/05_Wissen/02_Veranst/2021_quete.html



“From Research to Practice: Pollutants, Pathogens and Antimicrobial Resistances in the Water Cycle”, 17./18.11.2021, Mülheim a. d. Ruhr and online

The German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) is host of the 3rd Water JPI Conference in Mülheim a. d. R. on 17-18 November 2021. The aim of the international conference is to foster the transfer from coordinated research and cooperation with the practice, e.g. end-users and policy makers. The main focus of the conference lies on “pollutants, pathogens and antimicrobial resistances in the water cycle”. European and international experts will meet and discuss common challenges and share their recent discoveries and knowledge. For this reason, European institutions and representatives of the national governments, European politicians and the European Commission will be present.

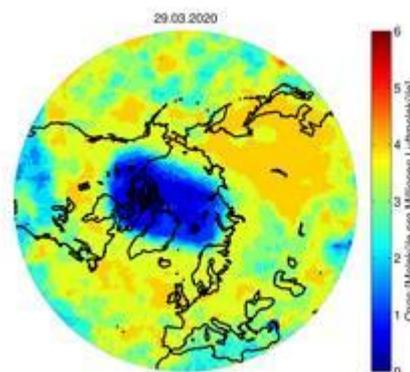
More information: <https://waterjpi-conference-muelheim.com/>

Kurznachrichten

Nature article: The Montreal Protocol protects the terrestrial carbon sink

The control of the production of ozone-depleting substances through the Montreal Protocol means that the stratospheric ozone layer is recovering and that consequent increases in harmful surface ultraviolet radiation are being avoided. The Montreal Protocol has co-benefits for climate change mitigation, because ozone-depleting substances are potent greenhouse gases. The avoided ultraviolet radiation and climate change also have co-benefits for plants and their capacity to store carbon through photosynthesis, but this has not previously been investigated. Here, using a modelling framework that couples ozone depletion, climate change, damage to plants by ultraviolet radiation and the carbon cycle, we explore the benefits of avoided increases in ultraviolet radiation and changes in climate on the terrestrial biosphere and its capacity as a carbon sink. Considering a range of strengths for the effect of ultraviolet radiation on plant growth, we estimate that there could have been 325–690 billion tonnes less carbon held in plants and soils by the end of this century (2080–2099) without the Montreal Protocol (as compared to climate projections with controls on ozone-depleting substances). This change could have resulted in an additional 115–235 parts per million of atmospheric carbon dioxide, which might have led to additional warming of global-mean surface temperature by 0.50–1.0 degrees. Our findings suggest that the Montreal Protocol may also be helping to mitigate climate change through avoided decreases in the land carbon sink.

Paul J. Young, Anna B. Harper, Chris Huntingford, Nigel D. Paul, Olaf Morgenstern, Paul A. Newman, Luke D. Oman, Sasha Madronich & Rolando R. Garcia
Nature 2021, volume 596, pages 384–388 (Published: 18 August 2021)



Ozongehalt am 29. März 2020 (Grafik: Peter von der Gathen)

Alfred-Wegener-Institut: Klimawandel führt zu großen Ozonverlusten über der Arktis

Ergebnisse der MOSAiC-Expedition zeigen: Die erwartete Erholung der Ozonschicht könnte ausbleiben, wenn die globale Erwärmung nicht gebremst wird.

Im Frühjahr 2020 registrierte die MOSAiC-Expedition einen Rekordverlust von Ozon in der arktischen Stratosphäre. Wie die Auswertung von meteorologischen Daten und Modellrechnungen durch das Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) nun zeigen, könnte sich der Ozonabbau im arktischen Polarwirbel bis zum Ende des Jahrhunderts noch intensivieren, wenn eine schnelle und konsequente Reduktion der globalen Treibhausgasemissionen ausbleibt. Dies könnte künftig auch in Europa, Nordamerika und Asien die UV-Strahlungsbelastung jeweils weiter erhöhen, wenn Teile des Polarwirbels nach Süden verdriften. Mit ihren Ergebnissen stellen die Forschenden die bislang verbreitete Erwartung in Frage, dass der Ozonverlust wegen des Verbots der Produktion von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKWs) in wenigen Jahrzehnten überall zum Erliegen kommt. Die AWI-Studie wurde in Kooperation mit der University of Maryland und dem Finnish Meteorological Institute durchgeführt und ist jetzt im Wissenschaftsmagazin Nature Communications online erschienen.

AWI-Pressemitteilung vom 23. Juni 2021, gekürzt, vollständige Fassung:

<https://www.awi.de/ueber-uns/service/presse/presse-detailansicht/klimawandel-fuehrt-zu-grossen-ozonverlusten-ueber-der-arktis.html>

Peter von der Gathen, Rigel Kivi, Ingo Wohltmann, Ross J. Salawitch, Markus Rex: Climate change favours large seasonal loss of Arctic ozone. Nature Communications (2021). DOI: 10.1038/s41467-021-24089-6



EU-Kommission begrüßt EuGH-Urteil zur Luft- verschmutzung in Deutschland

Die Europäische Kommission begrüßt das heutige (3.06.2021) Urteil des Gerichtshofs der EU zur Luftqualität in deutschen Städten und wird eng mit den deutschen Behörden zusammenzuarbeiten, damit die EU-weit gültigen Grenzwerte für Stickstoffdioxid (NO₂) umgesetzt werden. Deutschland habe zwischen 2010 und 2016 in 26 Gebieten und Ballungsräumen systematisch und anhaltend gegen die Grenzwerte für Stickstoffdioxid verstoßen, hat der EuGH festgestellt. Zudem sei es seiner Verpflichtung nicht nachgekommen, den Zeitraum der Überschreitung so kurz wie möglich zu halten. „Das zentrale Ziel unserer gemeinsam beschlossenen europäischen Vorgaben zur Luftqualität ist es, die Gesundheit der Menschen zu schützen“, erklärte Jörg Wojahn, Vertreter der EU-Kommission in Deutschland nach dem Urteil. „Deshalb legen wir besonderen Wert auf die vollständige Umsetzung der EU-Luftpolitik, auch hier in Deutschland“.

Hintergrund

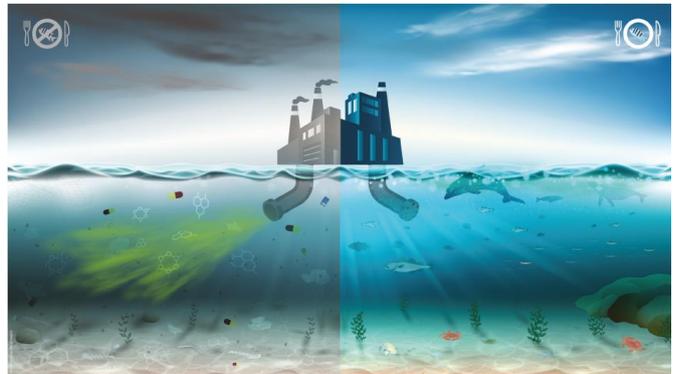
In der EU gibt es laut der Europäischen Umweltagentur jährlich 400.000 vorzeitige Todesfälle als Folge der hohen Luftverschmutzung. Millionen Menschen leiden an Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen, die durch Luftverschmutzung hervorgerufen werden.

In den EU-Rechtsvorschriften über die Luftqualität (Richtlinie 2008/50/EG) sind Grenzwerte für Luftschadstoffe, darunter auch Stickstoffdioxid, festgelegt. Werden diese Grenzwerte überschritten, müssen die Mitgliedstaaten Luftqualitätspläne verabschieden und durchführen, die geeignete Maßnahmen vorsehen, um diesen Zustand schnellstmöglich zu beenden. Die möglichen Maßnahmen zur Senkung von Schadstoffemissionen umfassen die Verringerung des Verkehrsaufkommens insgesamt, die Verwendung anderer Brennstoffe, den Übergang zu Elektrofahrzeugen und/oder die Anpassung des Fahrverhaltens. In diesem Zusammenhang ist die Senkung der Emissionen von Dieselfahrzeugen ein wichtiger Schritt zur Einhaltung der Luftqualitätsnormen der EU. Es ist zwar Sache der EU-Staaten selbst, die geeigneten Abhilfemaßnahmen zu wählen. In jedem Fall sind aber deutliche Anstrengungen erforderlich, um die EU-Vorschriften einzuhalten und die menschliche Gesundheit zu schützen.

Weitere Informationen:

https://ec.europa.eu/germany/news/20210603-luftverschmutzung-deutschland_de

JPI Oceans: Policy paper published: Knowledge hub on the integrated assessment of chemical contaminants and their effects on the marine environment



(© Rebecca Borge, Alkopi NetPrint)

In a time of environmental awareness, spurred on by the possibility that our world is threatened by climate change, it is important to remember that there are other anthropogenic pressures, which are also essential for addressing the protection of the marine and coastal environment. Pollution is a global, complex issue that contributes to biodiversity loss and poor environmental health and comes from the production and release of many of the synthetic chemicals that we use in our daily lives. Chemical contaminants are often underrepresented as a major contributor of environmental deterioration.

The Joint Programming Initiative Healthy and Productive Seas and Oceans (JPI Oceans) established in 2018 the JPI Oceans Knowledge Hub on the integrated assessment of chemical contaminants and their effects on the marine environment. The purpose of the Knowledge Hub was to provide recommendations on how to improve the methodological basis for marine chemical status assessment. The work has resulted in the following policy paper which focuses on improving the efficiency and implementation of integrated assessment methodology of effects of chemicals of emerging concern. Substantial additional knowledge of biological effects is needed to achieve Good Environmental Status (GES) of our oceans and coastal areas.

Download: <https://www.niva.no/en/publications/jpi-oceans-knowledge-hub>



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Fünf-Jahresprogramm der Bundesregierung für Wasser- forschung: Wasser: N –

Forschung und Innovation für Nachhaltigkeit

Das vom BMBF initiierte Programm Wasser: N ist Teil der Strategie 'Forschung für Nachhaltigkeit (FONA)' und bildet für die kommenden Jahre das Rahmenkonzept für die Förderung einer zukunftsfähigen Wasserforschung.

Ziele

Am Programm „Wasser: N – Forschung und Innovation für Nachhaltigkeit“ sind neben dem federführenden Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), das Auswärtige Amt (AA) sowie die Ministerien für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), für Gesundheit (BMG), für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), für Wirtschaft und Energie (BMWi) und für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) beteiligt. Es baut auf dem BMBF-Förderschwerpunkt „Nachhaltiges Wassermanagement“ (NaWaM) auf.

Innerhalb Wasser: N, das Teil der FONA-Strategie „Forschung für Nachhaltigkeit“ ist, werden alle Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten systematisch gebündelt und abgestimmt. Dabei sind nationale Belange wie die Spurenstoffstrategie des Bundes, europäische und internationale Fragestellungen – z.B. die Erreichung der UN-Nachhaltigkeitsziele – gleichermaßen von Bedeutung. Es soll ein interdisziplinärer und sektorenübergreifender Austausch zwischen Akteuren aus Wissenschaft, Wirtschaft, Gesellschaft und Politik initiiert werden. Für das Programm mit fünfjähriger Laufzeit stehen rund 350 Millionen Euro zur Verfügung. Zu den Schwerpunktthemen von Wasser: N gehören u. a. sauberes Wasser, intakte Ökosysteme, Wasserextremereignisse sowie optimiertes Wassermanagement.

Weitere Informationen:

<https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/umwelt-und-klima/ressourcen/wasser-n.html>

Hochwasser: Gift aus dem Flussbett

Eine langfristige Gefahr durch Hochwasser wird häufig unterschätzt: Die reißenden Flüsse wirbeln Schadstoffe aus ihren Sedimenten auf, die von Umweltverschmutzungen vor Jahrzehnten oder Jahrhunderten herrühren. Solche Schadstoffe können nicht nur ökologische Schäden im Fluss verursachen. In Überschwemmungsgebieten können sich die Schadstoffe ablagern und Ackerpflanzen, Weidetiere und Menschen belasten. Darauf hat ein internationales Wissenschaftsteam in einer Übersicht zu wissenschaftlichen Untersuchungen von Hochwasserereignissen in der ganzen Welt hingewiesen. Die Arbeit ist im Journal of Hazardous Materials erschienen und unter Federführung der Goethe-Universität Frankfurt entstanden.



Am 15. Juli 2021 überflutete die Ahr auch das rheinland-pfälzische Insul und lud dort große Mengen Schlamm ab.

Sedimente gelten als Langzeitgedächtnis eines Flusses. Sedimente können für verhältnismäßig lange Zeit stabil bleiben – und Schadstoffe binden, die zum Beispiel durch Bergbau- oder Industrieabwässer in die Flüsse gelangt sind. Entsprechend befinden sich in vielen Altsedimenten der Flüsse Schadstoffe als „chemische Zeitbomben“ wie zum Beispiel Schwermetalle oder schwer abbaubare Dioxine und dioxin-ähnliche Verbindungen.

Bei Hochwasserereignissen in den industriell geprägten Regionen Europas, Nordamerikas und Asiens können infolge der hohen Fließgeschwindigkeiten auch Altsedimente aufgewühlt werden. Dabei werden regelmäßig die in ihnen gebundenen Schadstoffe auf einen Schlag freigesetzt und kontaminieren Überflutungsgebiete. Bisherige wissenschaftliche Untersuchungen dazu hat ein interdisziplinäres Team von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Goethe-Universität Frankfurt, der RWTH Aachen, der kanadischen University of Saskatchewan und weiteren Partnerinnen in einer aktuellen Übersichtsarbeit zusammengestellt. Darin zeigen die Forscher:innen unter Federführung der Frankfurter Nachwuchsgruppenleiterin Dr. Sarah Crawford und dem kanadischen Forscher Prof. Markus Brinkmann zum Beispiel auf,

welche Schadstoffbelastungen infolge verschiedener Überflutungsereignisse gemessen wurden, welche Testsysteme für verschiedene Schadstoffe entwickelt wurden und wie sich unterschiedliche Sedimente bei hohen Fließgeschwindigkeiten verhalten. Die Gefahren für die Trinkwassergewinnung werden ebenso geschildert wie etwa der Einfluss der Temperatur auf die Schadstoffaufnahme durch Fische und Methoden zur Bewertung der mit der Remobilisierung von Schadstoffen verbundenen ökonomischen Kosten.

Die Remobilisation von Schadstoffen aus Sedimenten bei extremen Hochwässern ist eine bisher unterschätzte Folge von Extremereignissen. Auch die aktuellen extremen Hochwasserereignisse in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen werden von Wissenschaftler:innen der Goethe-Universität in Kooperation mit der RWTH Aachen, der University of Saskatchewan in Kanada, dem Helmholtzzentrum für Umweltforschung Leipzig, dem ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung, dem Senckenberg-Institut, dem LOEWE-Zentrum für Translationale Biodiversitätsforschung und vielen weiteren Partnern in einem interdisziplinären Ansatz von den biologischen, ökotoxikologischen, ökologischen, geowissenschaftlichen, wasserbaulichen, aber auch sozialökologischen und ökonomischen Folgen untersucht. Diese Untersuchungen sind eingebettet in den neuen Forschungscluster **RobustNature** an der Goethe-Universität, der Robustheit und die Resilienz von Natur-Gesellschaftssystemen im sich verändernden Anthropozän untersucht und zur wissenschaftsbasierten Transformationsforschung an den Beispielen Biodiversität und Wasser beitragen möchte – also vom Wissen zum Handeln.

Publikation:

Sarah E. Crawford, Markus Brinkmann, Jacob D. Ouellet, Frank Lehmkuhl, Klaus Reicherter, Jan Schwarzbauer, Piero Bellanova, Peter Letmathe, Lars M. Blank, Roland Weber, Werner Brack, Joost T. van Dongen, Lucas Menzel, Markus Hecker, Holger Schüttrumpf & Henner Hollert:
Remobilization of pollutants during extreme flood events poses severe risks to human and environmental health.
 Journal of Hazardous Materials 421 (2022) 126691
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126691>

Gekürzte Pressemitteilung der Goethe-Universität Frankfurt a. M. vom 30.07.2021 (<https://aktuelles.uni-frankfurt.de/forschung/hochwasser-gift-aus-dem-flussbett/>)



Science: Special Issue Plastics

Selected articles:

- A binding global agreement to address the life cycle of plastics
- Achieving a circular bioeconomy for plastics
- Plastics in the Earth system
- The global threat from plastic pollution

02 JULY 2021 VOL 373, Issue 6550

(<https://science.sciencemag.org/content/373/6550>)



Aus der Vorbemerkung:

Fraunhofer UMSICHT und das Ökopoll – Institut für Ökologie und Politik arbeiten seit einigen Jahren daran, den Erkenntnisstand rund um die Thematik der Kunststoffemissionen zu verbessern. Der Schwerpunkt der Untersuchungen liegt auf den Quellen, den Freisetzungsmechanismen, den Emissionsmengen und den Eintragspfaden in die Umwelt sowie auf der Entwicklung von Strategien und Technologien zur Verringerung, Vermeidung oder Rückhaltung der Emissionen. In der Veröffentlichung »Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik – Ursachen, Mengen, Umweltschicksale, Wir-

kungen, Lösungsansätze, Empfehlungen« von Juni 2018 wurde die Problematik von Kunststoffeinträgen in die Umwelt und die Größenordnung der Kunststoffemissionen für Deutschland dargestellt. [...]. Die vorliegende Veröffentlichung hat zum Ziel, die Ergebnisse aus dem Jahr 2018 für den Bereich der Kunststoffemissionen in landwirtschaftlichen Böden fortzuschreiben, zu vertiefen und den aktuellen Wissensstand darzustellen. Dabei sollen bestehende Wissenslücken aufgezeigt und der Bedarf für insbesondere empirische Untersuchungen benannt werden. Soweit möglich werden Handlungsmaßnahmen abgeleitet.

In vielen Fällen greifen die Autor*innen auf Expertenmeinungen oder eigene Annahmen und Schätzungen zurück. Der vorliegende Bericht kann somit nur einen ersten, nicht endgültigen Überblick über die Kunststoffemission in landwirtschaftlich genutzte Böden geben. Um der Unsicherheit Rechnung zu tragen, wurden Spannbreiten angegeben. Diese sind nicht empirischer Art, sondern stellen selbst eine Einschätzung auf Basis einer Vielzahl von Daten dar. Weiterhin wurden die für die Abschätzungen verwendeten Daten einer Bewertung mit einer Pedigree-Matrix unterzogen. Dies soll bei der vertiefenden Analyse helfen, die Unsicherheit einzelner Daten zu identifizieren und besser einschätzen zu können. [...].

Dieser Bericht gibt – trotz der Unsicherheiten bei der Datenlage – einen wichtigen ersten Überblick über die Dimension der Kunststoffeinträge durch die Landwirtschaft und in landwirtschaftliche Böden. Wir hoffen, dass er zu einer sachgemäßen und problemadäquaten Diskussion sowie zur Ableitung von Maßnahmen zur Reduktion der Kunststoffemissionen beitragen kann.

Download:

<http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-633611.html>

ECHA updated the Candidate List with 8 new chemicals



On 8 July 2021, ECHA integrated 8 new chemical substances to its Candidate List. The list contains substances of high concern that may harm humans or the environment, which now

includes a total of 219 different substances. They are classified according to the REACH regulation.

The newly added substances are:

- **2-(4-tert-butylbenzyl)propionaldehyde and its individual stereoisomers**; known for its toxicity on reproduction (can be found in cleaning agents, cosmetics, scented articles, polishes, and wax blends).
- **Orthoboric acid, sodium salt**; known for its toxicity on reproduction (can be found in solvent and corrosion inhibitors).
- **2,2-bis(bromomethyl)propane 1,3-diol (BMP)**; known for its carcinogenicity (can be found in manufacture of polymer resins and in one component foam application).
- **Glutaral**; known for its respiratory sensitising properties (can be found in biocides, leather tanning, x-ray film processing, cosmetics).
- **Medium-chain chlorinated paraffins**; known for persistence, bioaccumulation, and toxicity (can be found in flame retardants, plasticising additives, sealants, rubbers, and textiles).
- **Phenol, alkylation products with C₁₂-rich branched alkyl chains**; known for its toxicity on reproduction and endocrine disruptive properties (can be found in lubricant additive materials and fuel system cleaners).
- **1,4-dioxane**; known for its carcinogenicity, environment, and health damage (can be found in solvent).
- **4,4'-(1-methylpropylidene)bisphenol**; known for its endocrine disrupting properties (can be found in manufacture of phenolic and polycarbonate resin).

Since 8 July 2021, importers and manufacturers using these substances have 6 months to inform ECHA about it. For safe use, consumers shall be notified when each of these substances exceeds a concentration of 0.1% in consumer products.

More information: <https://www.euchems.eu/newsletters/echa-candidate-list-chemicals/>



**PFAS in Lebensmitteln:
BfR bestätigt kritische
Exposition gegenüber
Industriechemikalien**

Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hat im September 2020 die gesundheitlichen Risiken durch PFAS in Lebensmitteln neu bewertet. In diesem Gutachten ermittelte die EFSA eine tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge (Tolerable Weekly Intake (TWI)) von 4,4 Nanogramm (ng) pro Kilogramm (kg) Körpergewicht pro Woche. Dieser TWI gilt erstmals für die Summe von vier PFAS: Perfluoroctansulfonsäure (PFOS), Perfluoroctansäure (PFOA), Perfluor-

nonansäure (PFNA) und Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS). Er beruht auf epidemiologischen Studien, in denen bei Kindern Zusammenhänge zwischen den PFAS-Gehalten im Blut und einer verminderten Konzentration an Impfantikörpern beobachtet wurden. Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat die Ableitung des gesundheitsbasierten Richtwerts der EFSA geprüft und empfiehlt, diesen TWI bei zukünftigen Bewertungen anzuwenden. In der vorliegenden Stellungnahme bewertet das BfR das gesundheitliche Risiko für verschiedene Bevölkerungsgruppen in Deutschland basierend auf dem neuen TWI der EFSA und den Gehaltsdaten der Lebensmittelüberwachung der Bundesländer. Ergänzt werden die Ergebnisse der externen Exposition durch Studien zur internen Exposition in drei deutschen Städten zur PFAS-Konzentration im Blut. Das Ergebnis: Ebenso wie die EFSA kommt das BfR zu der Schlussfolgerung, dass die Exposition einiger Bevölkerungsgruppen den TWI teilweise überschreitet. Die Gesamtchau der Ergebnisse der externen und internen Expositionsschätzungen zeigt, dass Teile der Bevölkerung in Deutschland gegenüber PFOS, PFOA, PFNA und PFHxS in einer Höhe exponiert sind, die bei lange gestillten Säuglingen in den ersten Lebensjahren mit einer geringeren Konzentration von Impfantikörpern im Blutserum einhergehen kann. Dies ist ebenfalls bei Kindern zwischen 1 und 9 Jahren mit einer hohen PFAS-Exposition über ihre Ernährung möglich. Gegenwärtig sind die Studiendaten nicht ausreichend aussagekräftig, um die Frage zu beantworten, ob es bei entsprechender Expositionshöhe auch bei Erwachsenen und Jugendlichen zu Auswirkungen auf die Konzentration der Impfantikörper im Blutserum kommen kann. Gleichzeitig betont das BfR noch bestehende Unsicherheiten der externen Expositionsschätzung. Da die Gehalte in dem überwiegenden Probenanteil aus der Lebensmittelüberwachung unterhalb der Nachweis- und Bestimmungsgrenzen lagen, wird empfohlen, sensitivere Methoden zur Gehaltsbestimmung von PFAS zu entwickeln. Forschungsbedarf sieht das BfR auch in der Frage, ob hohe PFAS-Konzentrationen im Blut tatsächlich mit einem erhöhten Infektionsrisiko einhergehen. Verbraucherinnen und Verbraucher können ihre Exposition gegenüber PFAS kaum beeinflussen. Das BfR empfiehlt Maßnahmen, um die Aufnahme von PFAS mit Lebensmitteln weiter zu minimieren. Die zusammengestellten Fragen und Antworten zum Thema PFAS werden auf Grundlage der vorliegenden Stellungnahme derzeit aktualisiert.

Zusammenfassung der Stellungnahme Nr. 020/2021 des BfR vom 28. Juni 2021 (DOI 10.17590/20210628-133602, 75 Seiten)



Neues BfR-Konzept zur Identifizierung möglicher gesundheitlich relevanter Chemikalienkombinationen

Über 350.000 Chemikalien sind weltweit registriert. Ein Teil davon kann über Produkte, Anwendungen oder Lebensmittel zur menschlichen Exposition gegenüber Stoffen und Gemischen beitragen. Um die Menschen im Alltag und am Arbeitsplatz vor potenziell gefährlichen Chemikalien zu schützen, hat der Gesetzgeber einen umfassenden Rechtsrahmen etabliert. Dieser befasst sich überwiegend mit der Bewertung von Einzelsubstanzen und definierten Gemischen sowie den möglichen Effekten, die durch den vorhersehbaren Kontakt oder die Aufnahme im Rahmen fest definierter Anwendungsbereiche erfolgt. Effekte, die aus möglichen Koexpositionen, also beispielsweise dem regelungsübergreifenden gleichzeitigen Gebrauch von Substanzen bzw. aufgrund von Hintergrundexpositionen aus der Umwelt resultieren können, sind hingegen schwerer und meist nur im nachhinein zugänglich. Für einen Großteil dieser Szenarien ist dabei weder von einer gesteigerten Toxizität der betreffenden Substanzkombinationen noch einem unzureichenden Schutz durch den bestehenden Regelungsrahmen auszugehen. Für die vorausschauende Identifizierung derjenigen Chemikalienkombinationen mit möglicher gesundheitlicher Relevanz schlägt das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) in einem kürzlich erschienenen Fachartikel nun erstmals ein forschungsgestütztes Konzept vor. Dabei adressiert das BfR folgende Fragen: 1) Welche Chemikalien treten tatsächlich zusammen auf und 2) Welche dieser Kombinationen sind überhaupt potentiell gesundheitlich relevant und nicht hinreichend durch existierende Bewertungskonzepte abgedeckt? Ziel des neuen Ansatzes des BfR ist es, einen praktikablen Weg zur Identifizierung derjenigen Gemische aufzuzeigen, bei denen gesundheitliche Beeinträchtigungen unter Umständen möglich sind.

Der Artikel wurde am 15. Juli 2021 in Nature Food veröffentlicht. (<https://doi.org/10.1038/s43016-021-00316-7>). Mitteilung Nr. 26/2021 des BfR vom 17. Juli 2021



Helmholtz-Zentrum Geesthacht wird Helmholtz-Zentrum Hereon

Am 31.03.2021 wurde die Helmholtz-Zentrum Geesthacht – Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH in Helmholtz-Zentrum hereon GmbH umbenannt. Mit diesem neuen Namen und einem neuen Logo bringt das Forschungszentrum seine aktuelle Mission und die Organisationsstruktur mit seinen Standorten und Außenstellen zum Ausdruck.

In den letzten Jahrzehnten hat sich das Helmholtz-Zentrum Geesthacht thematisch weiterentwickelt und seine Standorte über die Grenzen Schleswig-Holsteins hinaus erfolgreich ausgebaut. Die Beschreibung ‚Material- und Küstenforschung‘ in unserem alten Namen umfasste nicht mehr sämtliche unserer Forschungsbereiche“, erläutert Prof. Matthias Rehahn, Wissenschaftlicher Geschäftsführer des Helmholtz-Zentrums Hereon, einen Grund für die Umbenennung des Forschungszentrums. „Ein weiteres aktuelles und gesellschaftlich relevantes Thema für uns ist der Klimawandel“, so Rehahn weiter. Die Forschung am Hereon widmet sich unter anderem der Fragestellung, wie der Wandel sich auf die weltweiten Küsten auswirkt und beschäftigt sich mit Lösungen, um die Energiewirtschaft und die Mobilität klimafreundlicher zu gestalten. Im GERICS – dem Climate Service Center Germany, einer Einrichtung des Helmholtz-Zentrums Hereon, entwickelt darüber hinaus ein interdisziplinäres Team wissenschaftlich fundiert prototypische Produkte und Dienstleistungen, um Entscheidungsträger aus Politik, Wirtschaft und öffentlicher Verwaltung bei der Anpassung an den Klimawandel zu unterstützen. Sitz des GERICS ist Hamburg.

Weitere Informationen:

https://www.hereon.de/innovation_transfer/communication_media/news/100319/index.php.de

**Umwelt
Bundesamt**

**Aktuelle Texte aus dem
Umweltbundesamt**

UBA-Texte 113/2021: Kombinierte chemische und ökotoxikologische Überwachung von Schadstoffen in Gewässern

Die Überwachung von Chemikalien in Gewässern ist angesichts der zunehmenden Vielzahl und ihrer möglichen Mischung und Wirkung herausfordernd. Insbesondere für die frühzeitige Aufdeckung von chemischen Belastungen sind zuverlässige innovative Methoden notwendig. Im Projekt wurde die Kombination der passiven Probenahme mit effekt-basierten Methoden getestet. Silikonstreifen und Chemcatcher® wurden dazu mehrere Wochen in Fließgewässern und in einer kommunalen Kläranlage exponiert. Im Labor wurden die gewonnenen Passivsammlerextrakte auf phytotoxische, endokrine und dioxin-ähnliche Wirkungen in Biotesten untersucht. Durch die zusätzliche chromatographische Fraktionierung auf einer Dünnschichtplatte wurden räumliche und zeitliche Belastungsunterschiede in einem Flusseinzugsgebiet mit phytotoxischen und endokrinen Substanzen detektiert. Die Wirkprofile zeigten, dass während der Abwasserbehandlung derartig wirkende Substanzen entfernt aber auch neu gebildet werden. Insgesamt hat die Kombination der passiven Probenahme mit effekt-basierten Methoden ein enormes Potential für das Stoffmonitoring in Oberflächengewässern und ermöglicht beispielsweise für die Bewertung der Effizienz von Kläranlagen oder der Kontrolle von Baumaßnahmen an Gewässern.

Download:

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/kombinierte-chemische-oekotoxikologische>

UBA-Texte 108/2021: Bioaccumulation of ionic compounds - Deriving of alternative screening criteria from experimental studies

Many chemicals for which a PBT assessment is necessary are ionized in the environment. Therefore, the project aimed to find appropriate screening criteria for ionic organic chemicals (IOCs) to estimate their bioaccumulation potential. Twenty possible parameters were examined. The partitioning coefficient between water and fish calculated with COSMOmic showed the strongest correlation with experimental BMF data. The assumed high bioaccumulation potential was verified but not confirmed for six IOCs by conducting fish feeding studies (OECD 305).

Download:

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/bioaccumulation-of-ionic-compounds-deriving-of>

UBA-Texte 106/2021: Aktualisierte statistische Evaluierung räumlicher Muster der Gehalte an Blei, Cadmium und Quecksilber in Moosen in Verbindung zur atmosphärischen Belastung

Die Studie befasst sich mit der statistischen Überprüfung der Übereinstimmung räumlicher Verteilungsmuster unterschiedlicher Indikatoren für die atmosphärische Belastung durch Blei, Cadmium und Quecksilber in Deutschland. Neu im Vergleich zu umfangreichen statistischen Auswertungen im Abschlussbericht zum Moosmonitoring 2016, siehe UBA Texte 91/2019, ist die Einbeziehung aktualisierter, nun räumlich hochauflösender modellierter Konzentrationen der drei Metalle in der Atmosphäre und ihrer Deposition (EMEP) sowie erstmalig auch technischer Messwerte der Deposition aus Messnetzen des Bundes und der Länder in die Auswertung. Der Bericht endet mit Empfehlungen für die weitere Umweltbeobachtung und die integrierte Auswertung der erhobenen Daten.

Download:

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/aktualisierte-statistische-evaluierung-raeumlicher>

UBA-Texte 82/2021: Environmental risks of pesticides between forecast and reality: How reliable are results of the environmental risk assessment for individual products in the light of agricultural practice (tank mixtures, spray series)?

In our fields, several plant protection products (PPPs) are often applied at the same time and/or in sequence. In the current authorisation, however, PPPs are only evaluated individually. As a result, effects from typical PPP applications often remain undetected and represent a problematic and alarming gap in the authorisation of PPPs. The authors of the present study evaluated almost 900 PPP spray series applied in 12 different main crops. The result: The overall risk of PPP applications is underestimated.

Download:

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/environmental-risks-of-pesticides-between-forecast>

Unsere neuen Mitglieder

Neuaufnahmen in die Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie vom 17.05. – 25.08.2021

Anger, Raymon Torkuma, FG-Eintritt: 25.08.2021

Dr. Besold, Johannes, FG-Eintritt: 05.07.2021

Bötel, Tobias, FG-Eintritt: 13.07.2021

Breitenstein, Christina (B.Sc.), FG-Eintritt: 04.06.2021

Busecke, Kristina Johanna, FG-Eintritt: 05.07.2021

Conrad, Monika (M.Sc.), FG-Eintritt: 04.08.2021

Dzierzecki, Thomas, FG-Eintritt: 28.07.2021

Prof. Dr. Hailili, Reshalaiti, FG-Eintritt: 29.06.2021

Hasanov, Ruhama, FG-Eintritt: 02.08.2021

Heid, Christoph, FG-Eintritt: 18.05.2021

Dr. Hufnagel, Matthias, FG-Eintritt: 25.05.2021

Inal, Mehmet Ali, FG-Eintritt: 05.08.2021

Kim, Seung Won (B.Sc.), FG-Eintritt: 31.05.2021

Prof. Dr. Koch, Christoph, FG-Eintritt: 12.08.2021

Kusumowidagdo, Edward Sugiharto (B.Sc.),
FG-Eintritt: 27.07.2021

Lindner, Simon, FG-Eintritt: 16.08.2021

Löher, Finja (B.Sc.), FG-Eintritt: 25.08.2021

Ma, Yucong, FG-Eintritt: 19.08.2021

Maier, Rahel (B.Sc.), FG-Eintritt: 16.08.2021

Mayerhofer, Andreas, FG-Eintritt: 12.07.2021

Pecorilli, Julian, FG-Eintritt: 21.06.2021

Porschke, Johannes (B.Sc.), FG-Eintritt: 07.07.2021

Raithel, David (B.Sc.), FG-Eintritt: 07.07.2021

Simon, Marcel Pierre, FG-Eintritt: 09.06.2021

Tolazzi, Damiano (B.Sc.), FG-Eintritt: 19.08.2021

Dr. Ulrich, Nadin, FG-Eintritt: 16.08.2021

Wiltschka, Katrin, FG-Eintritt: 25.08.2021

Geburtstage

Der Vorstand und die Redaktion der Mitteilungen unserer Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie gratulieren unseren Jubilaren aufs herzlichste

Geburtstagsliste Oktober bis Dezember 2021

60 Jährige

Prof. Dr. Haderlein, Stefan, Geburtstag 27.10.1961

Dr. Alk Dransfeld, Geburtstag 09.11.1961

Dr. Ursula Christine Klopp, Geburtstag 13.11.1961

Dr. Michael Rückert, Geburtstag 15.11.1961

Prof. Dr. Thorsten Reemtsma, Geburtstag 27.11.1961

- FG Beisitzer: 01.01.2011 - 31.12.2014
- FG Vorsitzender: 01.01.2015 - 31.12.2018
- Beisitzer Wasserchememische Gesellschaft 01.01.2016 - 31.12.2024
- Preis der Fachgruppe Wasserchemie, 10.05.99

Dr. Klaus Greiwe, Geburtstag 08.12.1961

Prof. Dr. Hartmut Herrmann, Geburtstag 24.12.1961

- Vorsitzender AK Atmosphärenchemie: 01.01.2005 - 31.12.2021)
- Gay Lussac Humboldt Forschungspreis (NCH 6/10)

65 Jährige

Prof. Dr. Gerrit Schüürmann, Geburtstag 10.10.1956

- FG Beisitzer: 01.01.1999 - 31.12.2002
- Stellv. FG-Vorsitzender: 01.01.2003 - 31.12.2003
- FG-Vorsitzender: 01.01.2004 - 31.12.2006

Dr. Thi Lam Huong Pham, Geburtstag 26.10.1956

Peter Franke, (Dipl. Chem.), Geburtstag 02.11.1956

Dr. Rüdiger Peitzsch, Geburtstag 07.11.1956

Dr. Margret Jobelius Korte, Geburtstag 12.11.1956

Dr. Ralph Derra, Geburtstag 28.12.1956

Prof. Dr. Robert Kreuzig, Geburtstag 28.12.1956

70 Jährige

Dr. Monika Dicke, Geburtstag 01.10.1951

Prof. Dr. Jürgen Caro, Geburtstag 27.12.1951

Dr. Claus Henning Rolfs, Geburtstag 31.12.1951

80 Jährige

Prof. Dr. Fritz H. Frimmel, Geburtstag 24.11.1941

Prof. Dr. Dieter Wolfram Zachmann, Geburtstag 08.12.1941