

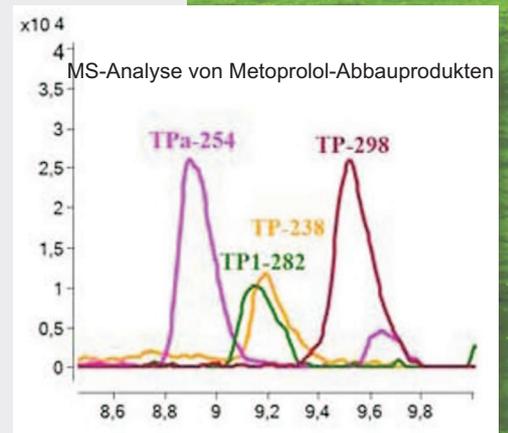


Mitteilungen der Fachgruppe

# Umweltchemie und Ökotoxikologie

Gesellschaft Deutscher Chemiker

- Nachweis von Diclofenac in abwasserbelasteten Oberflächengewässern
- Bestimmung von prioritären organischen Substanzen in schwebstoffhaltigem Oberflächenwasser
- Kurz vorgestellt: Arbeitsgruppe Umweltgeochemie am Institut für Geoökologie der TU Braunschweig und Professur für Umweltanalytik an der Universität Tübingen
- Veranstaltungsankündigungen, Kurznachrichten und Personalien



## Impressum

Mitteilungen der Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie

Herausgegeben von der Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie der Gesellschaft Deutscher Chemiker  
[www.gdch.de/umweltchemie](http://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](mailto:fischerk@uni-trier.de)

### Abkürzung:

Mitt Umweltchem Ökotox

### Design/ Technische Umsetzung:

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

Extrahierte Ionenchromatogramme der elektrochemisch bei pH 10 gebildeten Abbauprodukte des  $\beta$ -Blockers Metoprolol

## Originalbeiträge

- 2 **S. Rau et al.:** Entwicklung eines markierungsfreien Biosensors zum Nachweis von Diclofenac in abwasserbelasteten Oberflächengewässern
- 6 **C. Erger:** Bestimmung von prioritären organischen Substanzen in schwebstoffhaltigem Oberflächenwasser mittels Festphasenextraktions-scheiben und Gaschromatographie-Massenspektrometrie

## Kurz vorgestellt

- 9 Arbeitsgruppe Umweltgeochemie am Institut für Geoökologie der Technischen Universität Braunschweig
- 10 Professur für Umweltanalytik, Eberhard-Karls-Universität Tübingen

## Informationen

### Veranstaltungsankündigungen

- 12 Workshop „Novel tools and methods for the screening of chemicals for developmental neurotoxicity“, 11.-12. 03.2014, Amsterdam
- 12 Air Quality 2014 - 9th Int. Conference on Air Quality - Science and Application, Garmisch-Partenkirchen, 24.-28. 03. 2014
- 13 The ETEAM Conference - Challenges and Perspectives of Tier 1 Exposure Assessment, 25.-26.03.2014, Dortmund
- 13 Tagung "Fortschritte in der Suspected- und Non-Target-Analytik", 27.-28.03.2014, Augsburg
- 14 Fachtagung: PFC-Schadensfälle – Erkundung, Sanierung und Zukunftsperspektiven, 8.04.2014, Augsburg
- 14 7th Int. Conference „Environmental Science and Technology“, 9.-13.06.2014, Houston, Texas
- 15 Summer School: Sustainable Waste and Waste Water Management, 7.-12.07.2014, Stadt Luxemburg
- 16 248th ACS National Meeting with 13th IUPAC Int. Congress of Pesticide Chemistry, 10.-14.08.2014, San Francisco
- 17 Workshop „Relevanz von Transformationsprodukten im urbanen Wasserkreislauf“, 23.-24.09.2014, Koblenz
- 17 DBP 2014: Disinfection By-products in drinking water, 27.-29.10.2014, Mühlheim an der Ruhr
- 18 Workshop „Wastewater treatment solutions targeted for organic micropollutant biodegradation“, 11.-12. 11. 2014, Koblenz

### Kurznachrichten

- 18 EU-Studie ESCAPE: Erhöhtes Sterberisiko durch Luftverunreinigung
- 19 UBA-Presseinfo: Feinstaub und Stickstoffdioxid belasten auch 2013 weiter die Gesundheit
- 20 Sind Pflanzenschutzmittel in ihrer ausgebrachten Zusammensetzung gesundheitsgefährdender als ihre Wirkstoffe?
- 20 Beschränkung krebserzeugender PAK in Verbraucherprodukten
- 21 RiSKWa-Leitfaden „Polare organische Spurenstoffe als Indikatoren im anthropogen beeinflussten Wasserkreislauf“
- 21 UBA-Texte 05/2014 erschienen: Georeferenced Probabilistic Risk Assessment of Pesticides Report: Ecotoxicological combined effects from chemical mixtures Part 1 and 2
- 22 UBA-Texte 76/2013: Mobility, fate and behavior of TiO<sub>2</sub> nanomaterials in different environmental media

## Personalia

- 23 Geburtstag 2. Quartal 2014



## Entwicklung eines markierungsfreien Biosensors zum Nachweis von Diclofenac in abwasserbelasteten Oberflächengewässern

Sabrina Rau<sup>1</sup> ([sabrina.rau@uni-tuebingen.de](mailto:sabrina.rau@uni-tuebingen.de)), Norbert Scheibe<sup>2</sup> ([norbert.scheibe@gmx.net](mailto:norbert.scheibe@gmx.net)), Urs Hilbig<sup>1</sup> ([urs.hilbig@uni-tuebingen.de](mailto:urs.hilbig@uni-tuebingen.de)), Wolf von Tümpling<sup>2</sup> ([wolf.vontuempling@ufz.de](mailto:wolf.vontuempling@ufz.de)), Günter Gauglitz<sup>1</sup> ([guenther.gauglitz@ipc.uni-tuebingen.de](mailto:guenther.gauglitz@ipc.uni-tuebingen.de))

<sup>1</sup> Institut für Physikalische und Theoretische Chemie, Universität Tübingen

<sup>2</sup> Abteilung Gewässeranalytik und Chemometrie, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ

### Zusammenfassung

Der zunehmende Einsatz von Diclofenac in der Humanmedizin sowie im Veterinärbereich führt dazu, dass dieser Wirkstoff oder seine Metabolite in deutschen Oberflächengewässern nahezu überall von wenigen ng L<sup>-1</sup> bis hin zu ca. 1 µg L<sup>-1</sup> nachgewiesen werden können. So gelangt Diclofenac durch menschliche oder tierische Ausscheidungen oder unsachgemäße Entsorgung indirekt oder direkt in die Oberflächengewässer, da es auch bei der Abwasserreinigung in Kläranlagen oftmals nur unvollständig entfernt wird [1].

Zur Einschätzung des damit verbundenen humantoxikologischen und ökotoxikologischen Risikopotentials sind geeignete qualitative und quantitative Nachweisverfahren erforderlich, die auch in komplexen Matrices sensitiv und selektiv die Substanzen bestimmen können. Gängige analytische Routinemethoden beispielsweise durch Derivatisierung und GC MS/MS- bzw. klassischer LC-MS/MS-Bestimmung sind kosten- und zeitintensiv. Deshalb wurde mittels der markierungsfreien Reflektometrischen Interferenzspektroskopie (RIfS) ein direkt optischer Biosensor zur Quantifizierung des nichtsteroidalen Antirheumatikums Diclofenac in abwasserbelastetem Oberflächenwasser entwickelt. Da dieses Wasser aufgrund seiner Vielzahl an Bestandteilen eine komplexe Probenmatrix darstellt, wurde der Immunoassay zunächst im Hinblick auf Sensitivität, Selektivität, Stabilität und Reproduzierbarkeit in Puffer und ultrafiltriertem entsalztem Wasser entwickelt und kalibriert. Die Validierung des Sensors erfolgte hierbei nicht nur durch die erfolgreiche Bestimmung von Wiederfindungsraten, sondern auch mit direkten Vergleichsmessungen der etablierten LC-MS/MS Methode. Am Beispiel von huminsäurehaltigen Wasserproben wurden Matrixeffekte untersucht. Aufgrund der optimierten Oberflächenmodifikation und Messroutine sind jetzt Messungen in Diclofenac belasteten Oberflächengewässern ohne Probenvorbereitung möglich.

### Einführung

Neben Schadstoffen wie Industriechemikalien oder Pestiziden, können auch zunehmend pharmakologisch aktive Substanzen in der Umwelt, z.B. in Oberflächengewässern, nachgewiesen werden [2,3]. Diese können potentiell schon in geringen Konzentrationen zu nachhaltigen Veränderungen in aquatischen Ökosystemen führen. Langzeitstudien zum Einfluss dieser Schadstoffe auf die Umwelt liegen bisher nur

vereinzelt vor. Damit wird deutlich, dass ein intensives Monitoring zwingend erforderlich ist [4,5]. Die Europäische Union hat auf die Problematik der Existenz pharmakologisch aktiver Substanzen in Oberflächengewässern mit einer Änderung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie reagiert: 17-β-Östradiol, 17-α-Ethinylöstradiol und Diclofenac wurden als erste Arzneimittelstoffe in die Beobachtungsliste aufgenommen [6].

Diclofenac, ein nichtsteroidales Antirheumatikum, wird in großen Mengen in der Human- und Veterinärmedizin eingesetzt, da es einerseits analgetisch, antiphlogistisch und antipyretisch wirkt [7] und andererseits preiswert herzustellen ist. Mittlerweile ist es deshalb in Spurenkonzentrationen in vielen Oberflächengewässern bis zu einer Konzentration von 1,2 µg L<sup>-1</sup> nachweisbar [8] und steht unter Verdacht Nierenschäden in Fischen hervorzurufen [9].

Um das toxikologische Risikopotential für den Menschen als auch für die aquatische Umwelt abzuschätzen, sind geeignete, im günstigsten Falle schnelle und preiswerte Nachweis- und Quantifizierungsmethoden notwendig.

Optische Biosensoren bieten viele Vorteile gegenüber konventionellen analytischen Methoden. So ist beispielsweise der Probenvorbereitungsaufwand als gering einzuschätzen und es besteht die Möglichkeit von Vor-Ort Messungen. Zum Nachweis von Diclofenac in Oberflächengewässern sind optische Biosensoren in der Literatur bisher aber kaum beschrieben [10]. Deshalb wurde mit Hilfe der markierungsfreien RIfS ein Immunosensor entwickelt, um Diclofenac in belasteten Oberflächengewässern qualitativ und quantitativ nachzuweisen. Dies auch vor dem Hintergrund, dass er deutlich schneller und kostengünstiger ist als ein System, das mit Markierungen arbeitet. Generell gilt aber, dass markierungsfreie optische Detektionsmethoden deutlich stärker von Matrixeffekten beeinflusst werden als solche, die mit Markierungen arbeiten [11,12].

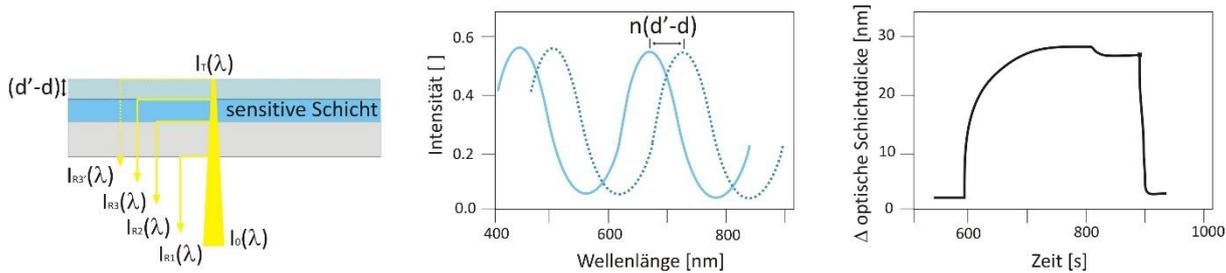
Oberflächenwasser enthält eine Vielzahl von gelösten und partikulär gebundenen Substanzen sowie ungelöste Stoffe, die sowohl einzeln als auch in Kombination Matrixeffekte verursachen können.

Deshalb musste bei der Entwicklung des Immunosensors verstärkt auf die Reduzierung oder Vermeidung von Matrixeffekten durch optimierte Assaybedingungen geachtet werden.

## Methoden

Die RIfS beruht auf dem Prinzip der Mehrfachreflexion von Weißlicht an dünnen Schichten [11]. Hierfür wird der transparente Transducer von der Rückseite mit Weißlicht bestrahlt. An jeder Grenzschicht wird ein Teil des Lichts transmittiert und ein Teil reflektiert. Die reflektierten Teilstrahlen interferieren und bilden ein charakteristisches Interferenzspektrum. Auf der Oberfläche des Transducers befindet sich eine sensitive Schicht, welche mit der Erkennungsstruktur, z. B. einem Antikörper, in Wechselwirkung treten

kann. Dabei ändert sich sowohl der Brechungsindex  $n$ , als auch die physikalische Schichtdicke  $d$  dieser Schicht. Das Interferenzspektrum wird zu höheren Wellenlängen verschoben. Durch Verfolgung eines prominenten Punktes, z.B. eines Extrempunktes, kann aus dessen Verschiebung auf die Änderung der optischen Schichtdicke (Produkt aus physikalischer Schichtdicke und Brechungsindex) geschlossen werden (Abb. 1). Damit ist es möglich biomolekulare Interaktionen nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ zu bestimmen

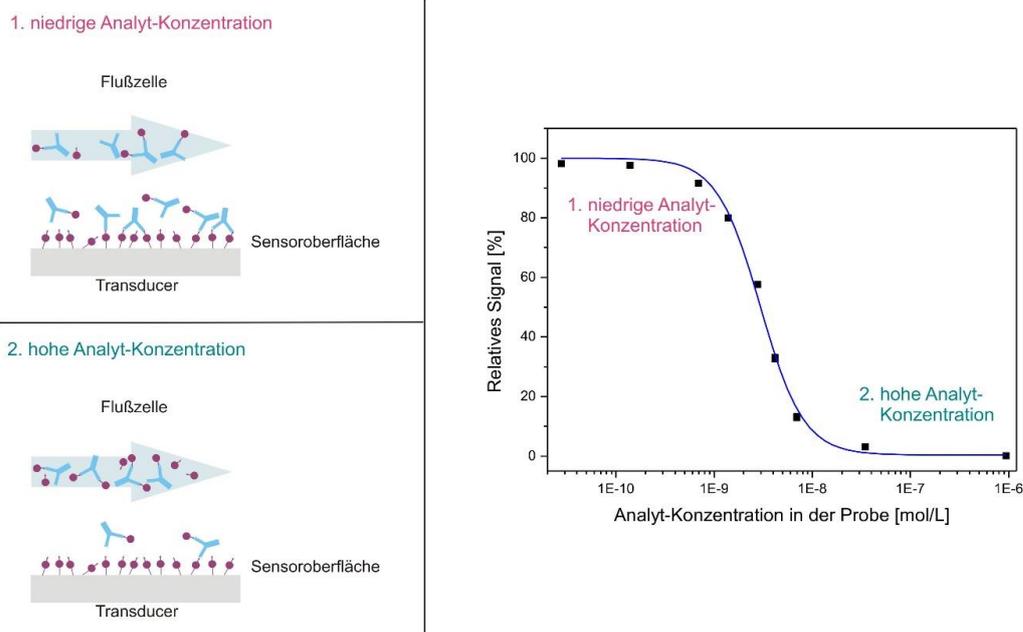


**Abb. 1:** Prinzip der RIfS: Verschiebung des Interferenzspektrums zu höheren Wellenlängen bei Wechselwirkungsvorgängen mit der sensitiven Schicht. Ein zeitabhängiges Bindungssignal wird erhalten (rechts).

Als Assayformat wurde der Bindungsinhibitionstest verwendet. Im Vergleich zu einem direkten Assay, können hierbei höhere Bindungssignale und somit ein besseres Signal-zu-Rausch-Verhältnis erhalten werden. Zudem ist die kovalente Anbindung von Antigen-Derivaten vorteilhaft, da eine Regeneration der Oberfläche ohne größere Probleme möglich wird. Der Sensor kann so mehrfach verwendet werden. Des Weiteren können durch geeignete Oberflächenmodifikationen unspezifische Wechselwirkungen von Matrixbestandteilen reduziert oder verhindert werden [11]. Die oben beschriebenen Anforderungen wurden mittels kovalenter Immobilisierung von Polyethylenglycol (PEG) und Aceclofenac auf dem Transducer erreicht. Die Oberfläche wurde mittels

Rasterkraftmikroskopie, Ellipsometrie und Kontaktwinkelmessungen untersucht und charakterisiert.

Beim Bindungsinhibitionstest wird die Probe, welche den nachzuweisenden Analyten (Diclofenac) enthält, mit einer definierten Menge des Antikörpers 30 Minuten inkubiert und anschließend über die Oberfläche geleitet. Der Antikörper kann hierbei nur noch mit den noch freien Bindungsstellen an das auf der Oberfläche immobilisierte Diclofenac-Derivat (Aceclofenac) binden (Abb. 2). Demzufolge wird für eine niedrige Analyt-Konzentration in der Probe ein hohes und für eine hohe Analyt-Konzentration ein niedriges Messsignal erhalten.

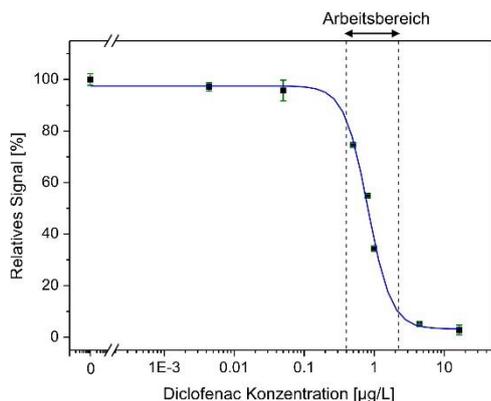


**Abb. 2:** Schematische Darstellung der Messung einer niedrigen (1) und einer hohen (2) Analyt-Konzentration. Die erhaltenen Bindungssignale sind umgekehrt proportional zur Analyt-Konzentration in der Probe (rechts).

## Ergebnisse

Aufgrund der Vielzahl an Matrixbestandteilen in Flusswasser, welche potentiell mit dem Immunoassay interferieren können, wurde dieser zunächst in Puffer entwickelt und optimiert. Dabei wurde vor allem auf eine hohe Sensitivität des Immunoassays, eine hohe Spezifität und Reproduzierbarkeit des Signals und auf eine gute Regenerierbarkeit der Oberfläche großer Wert gelegt.

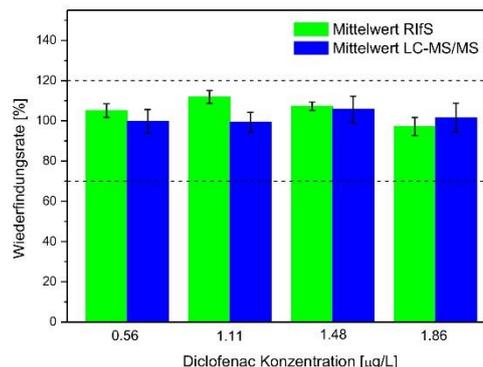
Basierend auf diesen optimierten Bedingungen wurde der Immunoassay in Puffer kalibriert (Abb. 3) und eine Nachweisgrenze (LOD) von  $0,284 \mu\text{g L}^{-1}$  sowie eine Bestimmungsgrenze (LOQ) von  $0,493 \mu\text{g L}^{-1}$  erhalten.



**Abb. 3:** Kalibrierkurve in Puffer (Dreifachmessungen)

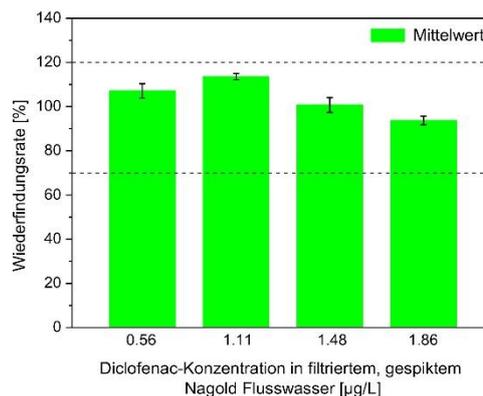
Um die gemessene Kalibrierkurve zu validieren, wurden Wiederfindungsraten für vier Diclofenac Konzentrationen ( $0,56 \mu\text{g L}^{-1}$ ,  $1,11 \mu\text{g L}^{-1}$ ,  $1,48 \mu\text{g L}^{-1}$  und  $1,85 \mu\text{g L}^{-1}$ ) bestimmt. Diese lagen zwischen 93% und 112%, und somit im geforderten Bereich (AOAC International: 70 – 120%). Somit konnte nicht nur die Kalibrierkurve erfolgreich validiert, sondern auch die gute Inter-Chip Reproduzierbarkeit demonstriert werden.

Flusswasser ist eine komplexe Matrix, deren Bestandteile verschiedene Matrixeffekte verursachen können. Flusswasserbestandteile könnten z.B. die Analyt-Antikörper Wechselwirkung durch unspezifische Adsorption an einen der beiden Wechselwirkungspartner stören. Zudem könnte das Messsignal durch unspezifische Wechselwirkungen von Matrixbestandteilen mit der Oberfläche verfälscht werden und zusätzlich spezifische Wechselwirkungen der Erkennungsstruktur mit der Oberfläche verhindern. Der Immunoassay wird aus diesen Gründen in ultrafiltriertem entsalztem Wasser kalibriert. Die Messroutine wurde hierfür geringfügig verändert, da Antikörper empfindliche Biomoleküle darstellen, die in Wasser als Probenmatrix möglicherweise nach einiger Zeit denaturieren. Die Validierung des Sensors erfolgte hier nicht nur durch die erfolgreiche Bestimmung von Wiederfindungsraten, sondern zudem durch Vergleichsmessungen mit einer bereits etablierten Methode zur Bestimmung von Diclofenac, der LC-MS/MS (Abb. 4).



**Abb. 4:** Wiederfindungsraten in ultrafiltriertem entsalztem Wasser. Proben sowohl mittels RfS als auch mit LC-MS/MS gemessen.

Der Einfluss verschiedener Matrixbestandteile wie z.B. der von verschiedenen Huminsäure-Konzentrationen auf die Oberfläche, den Antikörper sowie auf den Analyt und somit auf die Analyt-Antikörper-Wechselwirkung wurde untersucht. Bis zu einer Huminsäure-Konzentration von  $1,5 \text{ mg L}^{-1}$  konnte kein Einfluss beobachtet werden. Somit ist der hier entwickelte Biosensor deutlich weniger anfällig für Matrixeffekte als andere optische Biosensoren [10]. Filtriertes Flusswasser verschiedener Flüsse wie z.B. der Nagold wurde mit verschiedenen Diclofenacmengen gespickt und die Konzentration gemessen. In allen nicht-gespickten Flusswasser-Proben war die Diclofenac-Konzentration unter der Nachweis- und Bestimmungsgrenze der hier beschriebenen Methode. In allen Gewässerproben wurden gute Wiederfindungsraten erreicht (Abb. 5).



**Abb. 5:** Wiederfindungsraten in filtriertem, gespicktem Nagold Flusswasser. Es wurden vier Diclofenac Konzentrationen bestimmt ( $0,56 \mu\text{g/L}$ ;  $1,11 \mu\text{g/L}$ ;  $1,48 \mu\text{g/L}$ ;  $1,86 \mu\text{g/L}$ )

## Ausblick

Ein markierungsfreier optischer Biosensor zum Nachweis und zur Quantifizierung von Diclofenac in belasteten Oberflächengewässern konnte erfolgreich entwickelt und etabliert werden. Da durch Optimierung der Oberflächenmodifikation und der Messroutine Matrixeffekte reduziert werden konnten, ist eine

Probenvorbereitung des Flusswassers bei dem hier entwickelten Immunosensors nicht notwendig. In weiteren Arbeiten soll mittels dieses Immunosensors Diclofenac direkt im Ablauf von Kläranlagen nachgewiesen und quantifiziert werden. Des Weiteren sollen die hierbei gewonnenen Erkenntnisse auf die Entwicklung weiterer Biosensoren zum Nachweis anderer nichtsteroidaler Antirheumatika in Oberflächengewässern übertragen werden.

## Literatur

- [1] S. Wiegel et al., Pharmaceuticals in the River Elbe and its tributaries, *Chemosphere* 57, 107-126 (2004); doi: [org/10.1016/j.chemosphere.2004.05.017](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2004.05.017)
- [2] D.W. Kolpin et al., Pharmaceuticals, hormones, and other organic wastewater contaminants in U.S. streams, 1999-2000: a national reconnaissance, *Environ Sci Technol* 36, 1202-1211 (2002); doi: [10.1021/es011055j](https://doi.org/10.1021/es011055j)
- [3] M. Petrovic et al., Endocrine disrupting compounds and other emerging contaminants in the environment: A survey on new monitoring strategies and occurrence data, *Anal Bioanal Chem* 378, 549-562 (2004); doi: [10.1007/s00216-003-2184-7](https://doi.org/10.1007/s00216-003-2184-7)
- [4] G.E. Swan et al., Toxicity of diclofenac to Gyps vultures, *Biol Lett* 2, 279-282 (2006); doi: [10.1098/rsbl.2005.0425](https://doi.org/10.1098/rsbl.2005.0425)
- [5] Q. Teng et al., Impacts of 17 $\alpha$ -ethynylestradiol exposure on metabolite profiles of zebrafish (*Danio rerio*) liver cells, *Aquat Toxicol* 130-131, 184-191 (2013); doi: [10.1016/j.aquatox.2013.01.011](https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2013.01.011)
- [6] Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik (2013)
- [7] E.C. Ku et al., Diclofenac sodium (GP 45840, Voltaren), a potent inhibitor of prostaglandin synthetase, *Biochem Pharmacol* 24, 641-643 (1975)
- [8] T.A. Ternes, Occurrence of drugs in German sewage treatment plants and rivers, *Water Research* 32 (11), 3245-3260 (1998); doi: [10.1016/S0043-1354\(98\)00099-2](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(98)00099-2)
- [9] J. Schwaiger et al., Toxic effects of the non-steroidal anti-inflammatory drug diclofenac Part I: histopathological alterations and bioaccumulation in rainbow trout, *Aquat Toxicol* 68, 141-150 (2004); doi: [10.1016/j.aquatox.2004.03.014](https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2004.03.014)
- [10] A. Deng et al., Residue analysis of the pharmaceutical diclofenac in different water types using ELISA and GC-MS, *Environ Sci Technol* 37, 3422-3429 (2003); doi: [10.1021/es0341945](https://doi.org/10.1021/es0341945)
- [11] S. Rau et al., Reflektometrische Interferenzspektroskopie (RIFS) als neues Werkzeug zur Messung in komplexen Matrices bei niedriger Analytenkonzentration, *Anal Bioanal Chem* 402, 529-536 (2012); doi: [10.1007/s00216-011-5470-9](https://doi.org/10.1007/s00216-011-5470-9)
- [12] G. Gauglitz, Direct detection in bioanalysis: an update, *Anal Bioanal Chem* 398, 2363-2372 (2010); doi: [10.1007/s00216-010-3904-4](https://doi.org/10.1007/s00216-010-3904-4)

Dipl.-Chem. Sabrina Rau  
Institut für Physikalische und Theoretische Chemie  
Universität Tübingen  
Auf der Morgenstelle 15  
72076 Tübingen

Tel.: 07071/29-78767

E-Mail: [sabrina.rau@uni-tuebingen.de](mailto:sabrina.rau@uni-tuebingen.de)

Web: [barolo.ipc.uni-tuebingen.de](http://barolo.ipc.uni-tuebingen.de)

Hinweis der Redaktion:

Frau Sabrina Rau wurde für die Präsentation ihrer Forschungsergebnisse auf dem 1. Forum Junger Umweltwissenschaftler 2013 in Blomberg mit dem Preis für den besten Vortrag ausgezeichnet.

## Korrespondenzadresse



## Bestimmung von prioritären organischen Substanzen in schwebstoffhaltigem Oberflächenwasser mittels Festphasenextraktionsscheiben und Gaschromatographie-Massenspektrometrie

Christine Erger ([christine.erger@uni-due.de](mailto:christine.erger@uni-due.de))

IWW Zentrum Wasser, Mülheim an der Ruhr und Instrumentelle Analytische Chemie, Universität Duisburg-Essen

### Zusammenfassung

Schwebstoffe stören häufig die Analyse von Oberflächenwässern bei der Verwendung von konventionellen Methoden, wie der Flüssig-flüssig-Extraktion (LLE), aufgrund unvollständiger Analytextraktion und Verstopfungen. Um einen Mehraufwand durch die Abtrennung und separate Analyse von Schwebstoffen und Wasserphase zu vermeiden, wurde basierend auf Festphasenextraktionsscheiben eine Multikomponentenmethode für 54 organische Substanzen, unter Berücksichtigung der Anforderungen der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EC), entwickelt. Durch die Kombination eines Probenvorbereitungsverfahrens mit zwei Gaschromatographie-Massenspektrometrie-Methoden, die sich nur in ihren Injektionsmodi unterschieden, konnte ein großer Konzentrationsbereich abgedeckt werden. Die erreichten Bestimmungsgrenzen von bis zu 0,1 ng/L sind niedriger als die bisher in der Literatur beschriebenen. Die Gesamtanalysenzeit beträgt 2,5 h/Probe.

### 1. Einleitung

Die europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, Richtlinie 2000/60/EG) wurde mit dem Ziel eingeführt, durch länderübergreifende Maßnahmen die aquatische Umwelt zu schützen und bis 2015 einen guten Zustand der Gewässer zu erreichen. Dazu werden die Gewässer auf die in der Richtlinie 2008/105/EG und in der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) genannten prioritären und prioritär gefährlichen Stoffen intensiv überwacht. Viele dieser Substanzen können auf Grund ihrer hydrophoben Charakters stark an den in Oberflächengewässer befindlichen Schwebstoffen (SPM) sorbieren (Richtlinie 2008/105/EG). Daher muss die Gesamtwasserprobe, d.h. die Wasserprobe einschließlich der darin befindlichen SPM, untersucht werden. Die bisher verwendeten Analysemethoden, wie die Flüssig-flüssig-Extraktion und die Festphasenextraktion (SPE), werden durch die Bildungen von Emulsionen, Verstopfungen und unzureichender Extraktion von partikelgebundenen Analyten durch die SPM gestört und sind i.d.R. nicht für die Gesamtwasserprobe validiert. Daher werden die SPM häufig von der Wasserphase, z.B. durch Filtration, abgetrennt und die Phasen separat untersucht. Dies ist mit einem erhöhten Zeit- und Arbeitsaufwand verbunden, da neben zusätzlichen Arbeitsschritten, zeitintensive Verfahren, wie beispielsweise die Soxhlet-Extraktion, zur Anwendung kommen (Ademollo et al., 2012). Folglich werden neue Methoden benötigt, die es ermöglichen, die Gesamtwasserprobe zu untersuchen und die von der WRRL geforderten Mindestleistungskriterien zu erfüllen. Zu

diesen gehören u.a., dass die Messunsicherheit der Methode 50 % ( $k = 2$ ) und die Bestimmungsgrenze der Methode 30 % der jeweiligen Umweltqualitätsnorm (UQN) nicht überschreiten dürfen (Richtlinie 2009/90/EG).

Festphasenextraktionsscheiben (SPE disks) können die genannten Anforderungen erfüllen. Sie neigen aufgrund ihres großen Durchmessers (ca. 50 mm) im Vergleich zu herkömmlichen SPE Kartuschen (Durchmesser: 0,6 - 1,3 mm) seltener zu Verstopfungen und ermöglichen dadurch eine simultane Analyse der SPM und der Wasserprobe. Die Extraktion der Gesamtwasserprobe mittels SPE disk wird analog zur der herkömmlich SPE mit Kartuschen durchgeführt (Abb. 1). Bei der Extraktion der Gesamtwasserprobe bleiben die SPM auf dem Festphasenmaterial liegen (Abb. 2) und die Analyten werden bei der anschließenden Elution sowohl vom Sorbens als auch von den Partikeln desorbiert. Dadurch kann der Arbeitsaufwand deutlich reduziert werden.

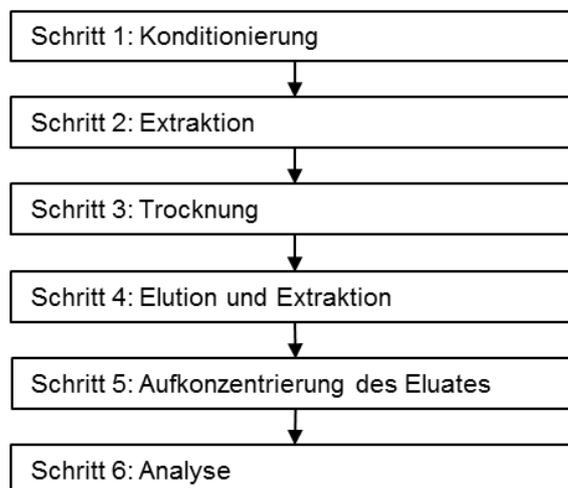
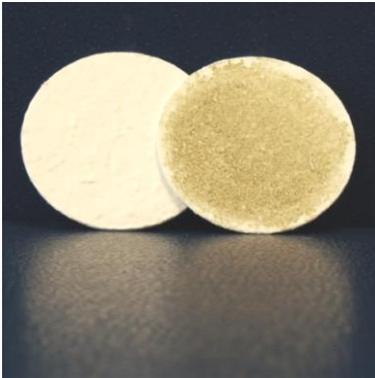


Abb. 1: Übersicht über die Verfahrensschritte in der Festphasenextraktion (SPE).

Ziel dieser Arbeit war es daher eine auf SPE disks basierende Multikomponentenmethode für organische Substanzen zu entwickeln, die die polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK), die polychlorierten Biphenyle (PCB), die polybromierten Diphenylether (PBDE), die Organochlorpestizide (OCP) und andere Pestizide erfasst und die Anforderungen der WRRL berücksichtigt. Besondere Herausforderung war neben der Analyse der Gesamtwasserprobe

die Erreichung der teilweise sehr niedrigen UQN, z.B. für die PBDE mit 0,5 ng/L, und die Abdeckung eines großen Konzentrationsbereiches [UQN: 0,5 (PBDE) - 2400 ng/L (Naphthalin)].



**Abb. 2:** C<sub>18</sub> Festphasenextraktionsscheiben (SPE disk) von Varian Inc. (li.) ohne und (re.) mit Schwebstoffen (SPM).

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### *Residuales Wasser in der Festphasenextraktion*

Nach dem Trocknungsschritt verbleiben kleine Menge Wasser im Phasenmaterial (Abb. 1). Die Ursachen und Auswirkungen dieses residualen Wassers sind bisher kaum untersucht worden. Kenntnisse darüber können jedoch entscheidend sein, um analytische Störungen zu reduzieren, da alle dem Trocknungsschritt folgenden Probenvorbereitungsschritte in der Festphasenextraktion vom residualen Wasser beeinflusst werden (Abb. 1). Bei der Elution und Aufkonzentrierung (Abb. 1), wird beispielsweise sowohl die Auswahl des Lösungsmittels als auch die Wiederfindung vom Restwassergehalt beeinflusst, weil das residuale Wasser nur bedingt mit dem Lösungsmittel mischbar sein kann, wie z.B. mit Ethylacetat oder n-Hexan. Auch die Auswahl der geeigneten Analyse-methode und deren Sensitivität, wie beispielsweise die Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS), kann von der Menge des residualen Wassers beeinflusst werden. Als Einflussfaktoren auf den residualen Wassergehalt während des Trocknungsprozesses konnten neben der Trocknungszeit, der Volumenfluss, der Druck, die Fixierung des Festphasenmaterials, die Art und Menge des Sorbens, sowie Art und Menge der SPM identifiziert werden. Allerdings konnten noch nicht alle Einflussfaktoren vollständig identifiziert werden und die bisherigen Ergebnisse können nur eine Basis für weitere Untersuchungen zum Verständnis des Trocknungsprozesses in der SPE sein (Erger et al., 2012a). Ein Ziel zukünftiger Arbeiten ist daher insbesondere die Identifizierung von SPM-Eigenschaften, die den residualen Wassergehalt nach dem Trocknungsprozess beeinflussen, da sie bei der Untersuchung der Gesamtwasserprobe mit variierenden Ursprungs, wie sie in Monitoring-Projekten vorkommen, von Interesse sind.

#### *Multikomponentenmethode*

Aufbauend auf den Ergebnissen der vorherigen Untersuchungen (Erger et al., 2012a; Werres et al., 2009) wurde eine Multikomponentenmethode für 54 organische Xeno-

biotika in schwebstoffhaltigem Oberflächenwasser mittels SPE disk/GC-MS unter Berücksichtigung der Anforderung der WRRL entwickelt. Das Verfahren ermöglicht die Bestimmung von PAK, PCB, PBDE, OCP und anderen Pestiziden in 1 L Oberflächenwasser mit SPM-Gehalten von bis zu 1000 mg/Probe. Dazu wurde nach Konditionierung der C<sub>18</sub>SPE disk mit Aceton und Wasser, 1 L der Gesamtwasserprobe innerhalb von 20 min (50 mL/min) angereichert. Nach 30-minütiger Trocknung der SPE disk im Luftstrom, wurden die Analyten mit viermal 4 mL Aceton vom Phasenmaterial und dem SPM desorbiert. Die kombinierten Eluate wurden mit zwei Volumenstandards versetzt, bei 40 °C im Stickstoffstrom auf 1,5 mL aufkonzentriert und mit GC-MS untersucht. Dazu wurde 1 µL des Extraktes bei einer Temperatur von 80 °C (0 min) in den Injektor injiziert, der anschließend mit 12 °C/min auf 300 °C (5 min) aufgeheizt wurde. Die Temperatur des GC wurde ausgehend von 50 °C (0 min) mit 10 °C/min auf 300 °C (5 min) gesteigert. Die Trennung erfolgte auf einer Optima®-5ms Kapillarsäule (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm). Die Analyten wurden mittels Elektronenstoßionisation (70 eV) ionisiert und im Single-Ion-Monitoring-Modus mittels MS detektiert.

Bei der Validierung des Verfahrens wurden sowohl Proben die mit (I) Analyten und (II) mit zertifizierten Sedimentstandards (CRM) als auch (III) mit Analyten und CRM aufgestockt waren, berücksichtigt. Im Mittel betragen die Wiederfindungsraten, nahezu unabhängig von der Gegenwart von SPM,  $79 \pm 5$  %. Auch im Vergleich zu alternativen Probenvorbereitungsverfahren, wie der LLE und der Soxhlet-Extraktion, die deutliche Abweichungen vom Sollwert zeigten, konnte die SPE disk Methode mit bis zu 70 % höheren Wiederfindungsraten und geringeren Abweichungen vom Sollwert, ihre Leistungsfähigkeit unter Beweis stellen. Die Bestimmungsgrenzen (S/N = 6:1) lagen für die 54 untersuchten Analyten zwischen 1,0 und 38 ng/L (Tab. 1). Damit konnten für 72 % der untersuchten Analyten die Kriterien der WRRL erfüllt werden (Erger et al., 2012b).

#### *Steigerung der Empfindlichkeit*

Da das Kriterium, dass die Bestimmungsgrenze 30 % der UQN nicht überschreiten darf, nicht für alle Analyten erfüllt worden ist (Tab. 1), wurde die bestehende GC-MS Methode durch Verwendung der Large-Volume-Injektion (LVI) weiter modifiziert. Bei der LVI wurden anstatt von 1 µL, 175 µL des Eluats mit einer Injektionsgeschwindigkeit von 0,75 µL/s im solvent-vent-Modus (ventflow: 60 mL/min) in den 30 °C warmen Injektor injiziert. Alle anderen Parameter wurden im Vergleich zur vorherigen Methode konstant gehalten.

Die Wiederfindung dieser Methode lag bei  $76 \pm 14$  % und lag damit ähnlich hoch wie bei der zunächst entwickelten Methode. Die Bestimmungsgrenzen liegen für die mittels der LVI Methode untersuchten 24 Analyten zwischen 0,1 und 24 ng/L. Damit konnte für alle Analyten mit Ausnahme von zwei PAKs, die Bestimmungsgrenzen verbessert werden, die bis zu 400-mal niedriger sind als die bisher in der Literatur erwähnten (Erger et al., 2013).

Substanz	Bestimmungsgrenze (S/N = 6:1)		
	Inj. Vol. = 1 µL ng/L	Inj. Vol. = 175 µL ng/L	JD-UQN Binnenoberflächengewässer ng/L
Naphthalin	25	-	2400
Hexachlorbenzol	1,8	-	10
PCB 28	1,8	0,2	-
alpha-Endosulfan	10	0,9	5
BDE 28	2,4	0,1	0,5
PCB 180	3,6	1,4	-
BDE 153	38	8,0	0,5
Benzo[g,h,i]perylen	7,2	15	2

**Tab. 1:** Bestimmungsgrenze (S/N = 6:1) für ausgesuchte Analyten für die SPE/GC-MS- und SPE/LVI/GC-MS- Methode und der Jahresdurchschnittswert der Umweltqualitätsnormen (JD-UQN) für Binnenoberflächengewässer der WRRL LOQ (S/N = 6:1)

Eine weitere Verbesserung der Bestimmungsgrenzen ließe sich in Zukunft durch Erhöhung des Probenvolumens oder durch Verwendung von empfindlicheren Analysemethoden, wie z.B. die GC-MS/MS erreichen.

#### 4. Schlussfolgerung

Die Kombination der SPE disk Methode mit zwei GC-MS Methoden, die sich nur in ihren Injektionsmodi unterscheiden, ermöglicht es 54 Substanzen in Wasser mit SPM-Gehalten von bis zu 1000 mg/Probe innerhalb einer Gesamtanalysenzeit von 2,5 h/Probe zu untersuchen. Darüber hinaus ermöglicht die Kombination der Methode einen großen Konzentrationsbereich abzudecken, der durch die Mindestleistungskriterien der WRRL und die große Anzahl der untersuchten Analyten vorgegeben ist. Mit dem beschriebenen Verfahren können für 85 % der Analyten die Anforderungen der WRRL erfüllt werden. Mit der 2013 in Kraft getretene Richtlinie 2013/39/EU sind auf die Analytik neue Herausforderungen zugekommen, wie die Überwachung weiterer Substanzen (Beobachtungsliste), die in das hier vorgestellte Verfahren integriert werden können.

#### Danksagung

Gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.



#### Literatur

- Ademollo, N., Patrolecco, L., Polesello, S., Valsecchi, S., Wollgast, J., Mariani, G., Hanke, G. (2012) The analytical problem of measuring total concentrations of organic pollutants in whole water, *TrAC, Trends Anal. Chem.*, 36, 71-81.
- Erger, C., Balsaa, P., Werres, F., Schmidt, T.C. (2012a) Occurrence of residual water within disk-based solid-phase extraction and its effect on GC-MS measurement of organic extracts of environmental samples, *Anal. Bioanal. Chem.*, 403, 2541-2552.
- Erger, C., Balsaa, P., Werres, F., Schmidt, T.C. (2012b) Multi-component trace analysis of organic xenobiotics in surface water containing suspended particulate matter by solid

phase extraction/gas chromatography-mass spectrometry, *J. Chromatogr., A*, 1249, 181-189.

Erger, C., Balsaa, P., Werres, F., Schmidt, T.C. (2013) Determination of organic priority pollutants in the low ng/L-range in water by solid phase extraction disk combined with large volume injection/gas chromatography-mass spectrometry, *Anal. Bioanal. Chem.*, 405 (2013), 5215-5223.

OGewV - Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung), 2011.

Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich Wasserpolitik; Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft L 327/1.

Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinie des Rates 82/176/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG; Amtsblatt des Europäischen Gemeinschaft L 348/84.

Richtlinie 2009/90/EG der Kommission vom 31. Juli 2009 zur Festlegung technischer Spezifikationen für die chemische Analyse und die Überwachung des Gewässerzustands gemäß der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates; Amtsblatt des Europäischen Gemeinschaft L 201/36.

Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik; Amtsblatt des Europäischen Gemeinschaft L 226/1.

Werres, F., Balsaa, P., Schmidt, T.C. (2009) Total concentration analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in aqueous samples with high suspended particulate matter content, *J. Chromatogr., A*, 1216, 2235-2240.

#### Korrespondenzadresse:

Dr. Christine Erger  
 Universität Duisburg-Essen  
 Fakultät für Chemie  
 Instrumentelle Analytische Chemie  
 Universitätstrasse 5, 45141 Essen  
 Tel.: 0201 183 6772, Fax: 0201 183 6773  
 E-Mail: [christine.erger@uni-due.de](mailto:christine.erger@uni-due.de)  
 Web: <http://www.uni-due.de/iac/>



## Arbeitsgruppe Umweltgeochemie am Institut für Geoökologie der Technischen Universität Braunschweig

Harald Biester ([h.biester@tu-bs.de](mailto:h.biester@tu-bs.de))

Das geochemische Labor an der TU-Braunschweig wurde im Jahr 2007 im Rahmen der Fokussierung der geowissenschaftlichen Forschung an der TU Braunschweig auf umweltwissenschaftliche Fragestellungen mit der Einrichtung einer Professur für Umweltgeochemie am damaligen Institut für Umweltgeologie aufgewertet. Anfang 2012 erfolgte die Eingliederung der Abteilung Umweltgeochemie in das Institut für Geoökologie.

Im Zusammenhang mit den beiden Studiengängen Geoökologie/Umweltnaturwissenschaften und Umweltingenieurwesen stellt das umweltgeochemische Labor eine zentrale Einheit für umweltanalytische Fragestellungen an der TU Braunschweig dar.



Die Arbeitsgruppe Umweltgeochemie befasst sich im Bereich der Grundlagenforschung im Schwerpunkt mit der Kopplung des Kohlenstoffkreislaufs mit biogeochemischen Stoffkreisläufen in

Feuchtgebieten und limnischen Systemen. Hier werden zum einen Spurenelementumlagerung und -anreicherung als Folge klimatischer Veränderungen, zum anderen rezente Prozesse der Spurenelement- und Schadstoffmobilisierung aus Böden in aquatische Systeme untersucht. Im Vordergrund steht hier die Interaktion zwischen Umsetzungsprozessen organischer Substanz (Humifizierung, Mineralisierung) und Spurenstoffen im Zusammenhang mit Veränderungen der hydrologischen Randbedingungen. Einen weiteren Schwerpunkt bilden Untersuchungen zur Entstehung und zum Austrag DOM-gebundener Spurenstoffe aus Torfmooren und Böden, deren chemische Charakterisierung und deren Interaktion mit mineralischen Phasen. Ein Forschungsfeld, welches vor allem auch im Zusammenhang mit der Trinkwassergewinnung aus Talsperren in ehemaligen Bergbauregionen relevant ist.

Schwerpunkt im Bereich der Angewandten Umweltgeochemie ist die chemische Speziation von Schwermetallen, hier vor allem des Quecksilbers, in kontaminierten Böden und Grundwasser und die damit verbundene Risikobewertung. Im Zusammenhang mit der Sanierungsplanung quecksilberkontaminierter Areale beschäftigt sich die Arbeitsgruppe derzeit mit der Entwicklung Spezies-angepasster Filtermaterialien zur Entfernung von Quecksilber aus dem Grundwasser. Darüber hinaus nutzen auch andere Fachbereiche der TU Braunschweig, wie z.B. die Lebensmittelchemie, die Pflanzenbiologie und die ökologische Chemie, die Messmöglichkeiten im umweltgeochemischen Labor.

Die Drittmittelprojekte der Abteilung werden derzeit durch die DFG, Landesministerien und industrielle Geldgeber gefördert.

Entsprechend der Ausrichtung der Forschung liegt der Schwerpunkt der analytischen Kompetenz des umweltgeochemischen Labors auf Methoden der klassischen Spurenelementanalytik, der chemischen Charakterisierung wässriger (IC, TOC/TON, ICP-OES, ICP-MS, CVAAS, CV-AFS, GC-ICP-MS) und fester Proben (ICP-MS,  $\mu$ -XRF, CVAAS) sowie der Analyse von Schwermetallspezies und -bindungsformen.

Ein Schwerpunkt der Speziesanalytik liegt auf der Bestimmung von Quecksilber und Iodverbindungen in flüssigen und festen Proben mittels selbst entwickelter thermisch-spektroskopischer Verfahren. Die Bestimmung von DOM- und Kolloidgebundenen Spurenelementen in wässrigen Lösungen erfolgt über HPLC-UV-ICP-MS-Kopplung.

### Lehre

In der Lehre bietet die Abteilung Umweltgeochemie Lehrveranstaltungen zur Geo- und Hydrochemie, biogeochemischen Kreisläufen, Geoarchiven, anorganischen Schadstoffen, Mineralogie und umweltanalytischen Laborpraktika in den Bachelor- und Masterstudiengängen Geoökologie und Umweltingenieurwesen an. Die umweltgeochemische Ausbildung wird dabei im Kontext mit anderen geoökologischen bzw. Umweltingenieur-orientierten Disziplinen vermittelt und deckt sowohl grundlagen- als auch anwendungsorientierte Aspekte ab. Bachelor- und Masterstudenten, sowie Doktoranden aus dem In- und Ausland fertigen ihre Abschlussarbeiten bzw. Promotionen oft auch in fachübergreifenden Fragestellungen in unserem Labor an.



Arbeitsgruppe Umweltgeochemie (Prof. H. Biester) am Institut für Geoökologie der TU Braunschweig

Weitere Informationen unter:

<http://www.tu-braunschweig.de/geooekologie/abteilungen/geochemie>

Arbeitsgruppe Umweltgeochemie am Institut für Geoökologie  
Prof. Dr. Harald Biester

Technische Universität Braunschweig

Langer Kamp 19c, 38106 Braunschweig

Tel: 0531 391 7240, E-Mail: [h.biester@tu-bs.de](mailto:h.biester@tu-bs.de)



## Professur für Umweltanalytik, Eberhard-Karls-Universität Tübingen

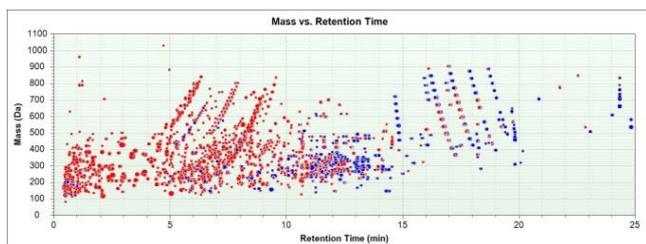
Christian Zwiener ([Christian.zwiener@uni-tuebingen.de](mailto:Christian.zwiener@uni-tuebingen.de))

Die W3-Professur für Umweltanalytik wurde im Fachbereich Geowissenschaften in der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät im Rahmen der Neueinrichtung des Bachelor-Studienprogramms Umweltnaturwissenschaften 2009 erstmals besetzt. Der Fokus der Forschungsarbeiten liegt auf organischen Spurenstoffen und deren Verhalten in der Wasseraufbereitung und in der Umwelt. Damit ist die fachliche Ausrichtung eng mit dem Schwerpunkt der Wasserforschung am Zentrum für Angewandte Geowissenschaften verknüpft. Die Umweltanalytik ist weiterhin an der Plattform Umweltsystemanalytik der Universität beteiligt, die im Rahmen der dritten Förderlinie der Exzellenzinitiative eingerichtet wurde und die Vernetzung zwischen Grundlagenforschung und anwendungsorientierter Forschung unterstützen soll.

### Ausrichtung und Forschungsschwerpunkte

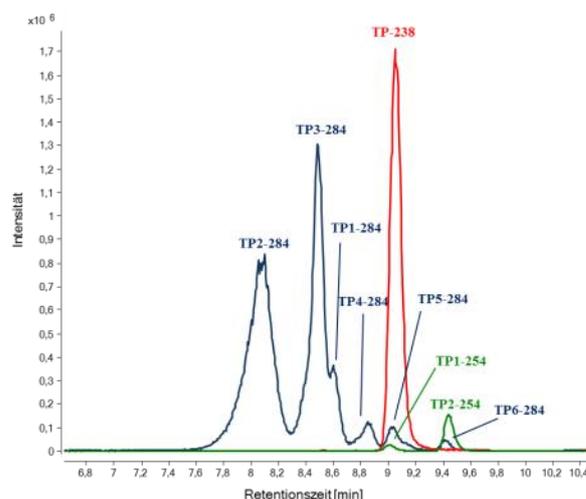
Im Fokus steht Wasser in seiner Funktion als bedeutendes Umweltkompartiment und als unersetzliche Ressource. Wir sehen großen Handlungsbedarf im Bereich punktuell und diffus ins Gewässer eingetragener polarer Stoffe aus der Landwirtschaft, aus Kläranlagen und weiteren urbanen diffusen Quellen sowie der Versickerung von Oberflächengewässern. Dabei spielt die Analytik polarer Stoffe und ihrer Metaboliten in umweltrelevanten Konzentrationen eine fundamentale Rolle. Im Bereich der Wasseraufbereitung sind weitergehende Verfahren und die Anwendung neuer Materialien zur Entfernung von polaren Spurenstoffen gefragt. Dabei muss die Bildung von Transformationsprodukten bzw. Desinfektionsnebenprodukten berücksichtigt werden. Dementsprechend sind aktuelle Forschungsschwerpunkte in den Bereichen Analytik, Umweltprozesse und Wasseraufbereitung angesiedelt:

- Ansätze zu Messmethoden, computerbasierter Datenauswertung und Substanzidentifizierung für das Non-target-Screening von polaren organischen Spurenstoffen (Pestiziden, Pharmazeutika, Haushalts- und Industriechemikalien) mit hochauflösender Massenspektrometrie (Q-TOF)



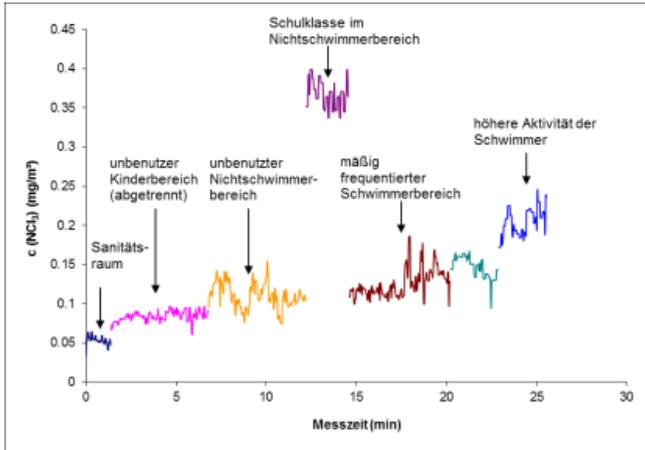
**Abb. 1:** Non-target-Screening von Abwasser – jeder Datenpunkt repräsentiert einen Analyten (Masse vs. Retentionszeit).

- Messmethoden für flüchtige und instabile Desinfektionsnebenprodukte mit Membraneinlassmassenspektrometrie (MIMS) und Ionenmobilitätsspektrometrie (IMS)
- Vorkommen und Verbleib von organischen Spurenstoffen und deren Metaboliten in Oberflächengewässern unter Berücksichtigung von Eintragsfunktionen und Abbauprozessen
- Identifizierung von Metaboliten und Transformationsprodukten von Pestiziden und Pharmazeutika in der Wasseraufbereitung und in Oberflächengewässern mit Hilfe von LC-MS, elektrochemischer Transformation und Mikrokosmen



**Abb. 2:** Extrahierte Massenspuren von Transformationsprodukten des Betablockers Metoprolol nach elektrochemischer Synthese.

- Bildung spezifischer Transformationsprodukte im anoxischen Aquifer und deren Nutzung als Indikatoren für die biochemische Aktivität im Untergrund
- Entwicklung und Anwendung kohlenstoffbasierter Nanomaterialien und immobilisierter Metallnanopartikel für reduktive und oxidative Prozesse zur Verminderung polarer Schadstoffe in der Wasseraufbereitung
- Auftreten und Minimierung von Desinfektionsnebenprodukten (DNP) in Schwimmbecken, mit Schwerpunkt auf Luft- und Wasseranalysen für flüchtige und nichtflüchtige polare halogenierte DNP (z.B. Trichloramin, halogenierte Reaktionsprodukte von UV-Filtersubstanzen in Sonnenschutzmitteln)



**Abb. 3:** Dynamik der Trichloraminkonzentration in der Hallenbadluft (Messung mit IMS)

Die instrumentelle Ausstattung umfasst hauptsächlich zwei LC-MS-Systeme (Tripelquadrupol-MS, Quadrupol-TOF-MS) und ein Membraneinlassmassenspektrometer (MIMS). Sie wird ergänzt durch Gassensoren mit verschiedenen Detektorprinzipien und Ionenmobilitätsspektrometer, sowie einem Voltammtriesystem mit weiterer elektrochemischer Ausstattung. Die Forschung wird im Rahmen von Projekten hauptsächlich vom BMBF, dem Umweltministerium Baden-Württemberg, der DBU und der DFG gefördert. Prof. Zwiener ist im Beirat der Plattform Umweltsystemanalytik der Universität Tübingen und im Kompetenzcluster WESS (Water and Earth System Science) aktiv und in der Wasserchemischen Gesellschaft in der GDCh in den Fachausschüssen Elektrochemische Verfahren in der Wasserchemie und *Non-target Screening* vertreten.

### Lehre

Die Professur ist hauptsächlich in die Lehre des multidisziplinären Bachelorprogramms Umweltnaturwissenschaften und des internationalen Masterprogramms *Applied and Environmental Geosciences (AEG)* eingebunden.

Der Studiengang Umweltnaturwissenschaften vermittelt eine fundierte Ausbildung in allen naturwissenschaftlichen Disziplinen, die zum quantitativen Verständnis natürlicher und anthropogen geprägter Prozesse in den Umweltkompartimenten Boden, Wasser und Luft beitragen. Die Professur für Umweltanalytik trägt mit Themen zum Auftreten und der Verteilung von Stoffen in der Umwelt und deren analytischen Bestimmung mit Vorlesungen, Labor- und Feldpraktika bei.

Das M.Sc.-Programm AEG ist ein internationaler, forschungsorientierter Studiengang, ausgerichtet auf die Analyse von Umweltproblemen und Maßnahmen zu deren Verminderung unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Aspekte. Schwerpunkte liegen unter anderem auf Kontaminationen im Untergrund durch industrielle, urbane und landwirtschaftliche Aktivitäten, auf der nachhaltigen Nutzung von Ressourcen und der Auswirkung von Klima- und

Landnutzungsänderungen auf die Boden- und Wasserqualität. Hier trägt die Umweltanalytik mit Vorlesungen und einem Praktikum zu modernen instrumentellen Analysenverfahren mit Schwerpunkt auf der Flüssigkeitschromatographie-Massenspektrometrie (LC-MS) und zu Prozessen der Trinkwasseraufbereitung mit konventionellen und fortschrittlichen Verfahren bei.

Weitere Informationen unter:

<http://www.geo.uni-tuebingen.de/arbeitsgruppen/angewandte-geowissenschaften/forschungsbereich/umweltanalytik/arbeitsgruppe.html>

### Kontakt

Umweltanalytik am Zentrum für Angewandte Geowissenschaften

Prof. Dr. rer. nat. Christian Zwiener

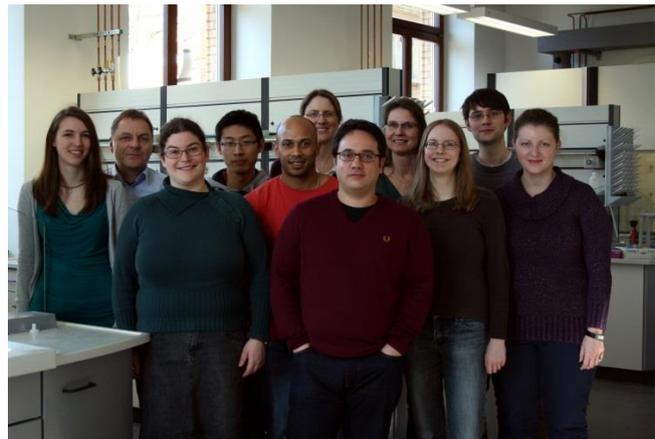
Universität Tübingen

Hölderlinstr. 12

D-72074 Tübingen

Telefon: +49 (0) 7071 2974702

Fax: +49 (0) 7071 295059



## Veranstaltungsankündigungen



### About the workshop

The main objective of the workshop is to bring together people that are working in the field of chemical exposure and developmental neurotoxicity. Worldwide, serious concern has arisen about the increased incidence of learning and developmental disorders in children. From a scientific point of view, there is no doubt that exposure to neurotoxic chemicals during brain development can adversely affect learning and development. The workshop will focus on tools and methods for screening of neurotoxic effects, but also on (subclinical) effects on learning (cognitive skills) and developmental disorders in children (e.g. ADHD, autism spectrum disorders). Another topic is the use of biomarkers in the field of (developmental) neurotoxicity. The workshop will also present and discuss findings obtained by the European Union funded project DENAMIC, which investigates neurotoxic effects of low - concentration mixtures of pesticides and a number of common environmental pollutants in children.

### Workshop venue and accommodation

The workshop will be held at VU University, Auditorium main Building, de Boelelaan 1105, Amsterdam, The Netherlands. It will start at 9.00 on Monday 10 March, and end on Tuesday 11 March at 16.00 hr. Workshop participants are kindly asked to make their own hotel bookings.

### Call for poster presentations

Poster presentations covering the topics addressed in the tentative scientific program ([www.denamic-project.eu](http://www.denamic-project.eu)) are welcome. Titles can be submitted using the registration form.

### Registration fee:

Participants 100 € (PhD/MSc students 50 €). Fee will cover attendance of the workshop, coffee breaks and lunch. After 28 February fee is 150 € (PhD/MSc students 75 €). Registration form can also be downloaded from [www.denamic-project.eu](http://www.denamic-project.eu).

### Contact

Pim Leonards  
IVM - Institute for Environmental Studies  
VU University Amsterdam, The Netherlands  
Tel: +31 20 5989 573  
Email: [pim.leonards@vu.nl](mailto:pim.leonards@vu.nl)  
Web: <http://www.denamic-project.eu/Workshop.html>



Garmisch-Partenkirchen, 24.-28. März 2014

It is a pleasure to invite you to the 9th International Conference on Air Quality – Science and Application. For the 9th research conference, we will be working with our local host, Institute of Meteorology and Climate Research (IMK-IFU) of the Karlsruhe Institute of Technology (KIT), who are organizing the event in the picturesque market town of Garmisch-Partenkirchen in Germany. Air quality continues to be a key issue for achieving sustainable development and to reduce health impacts. Its impact spans multiple scales from street level to global including interactions with climate change. As always the conference is one of most prominent forums for discussing the latest research developments, applications and implications for policy and other users. The conference continues in its endeavour to bring together scientists and other stakeholders from the air pollution, climate change, policy and health communities.

### Conference Topics

#### Special sessions:

- Air pollution in cities
- Air Quality and Climate/Meteorology Interactions and Feedbacks
- Air quality forecasting and early warning systems
- Local and regional air quality services (PASODOBLE)
- Transport related emissions and air quality – Science, Impacts and Response (TRANSPHORM)

#### Air Quality topics:

- Air quality and impact on regional to global scales
- Air quality databases, information systems
- Air quality management and policy
- Chemical and physical transformation processes
- Development/application of air quality and related models
- Emission models/inventories
- Environmental and health impact resulting from air pollution
- Environmental Meteorology
- Integrated modelling systems
- Interactions between local, regional and global scales
- Measurement of air pollutants and process studies
- Meteorological processes/interactions
- Model evaluation studies
- Parameterization schemes
- Personal exposure to indoor and outdoor air pollution
- Role of aerosols in determining air quality
- Sampling techniques/instrumentation
- Source apportionment studies
- Use of remote sensing and satellite data for air quality research
- Wind tunnel/physical modelling

<http://www.airqualityconference.org/programme>

## The ETEAM Conference - Challenges and Perspectives of Tier 1 Exposure Assessment

25.-26.03.2014, Dortmund

Organizer: Federal Institute for Occupational Safety and Health (BAuA)

Generic exposure tools are currently widely used for chemical safety assessments under REACH. Several 1st tier exposure models such as ECETOC TRA, MEASE, EMKG-EXPO-TOOL, STOFFENMANAGER and RISKOFDERM are recommended by the European Chemicals Agency (ECHA) for estimating occupational exposure; however, none of these models have been extensively validated during their development. The German Federal Institute for Occupational Safety and Health, (BAuA) has therefore initiated and sponsored a comprehensive Evaluation of the Tier 1 Exposure Assessment Models (ETEAM). Carried out by the Institute of Occupational Medicine (IOM Edinburgh) and the Fraunhofer Institute for Toxicology (ITEM Hannover) the ETEAM project was intended to compare and contrast the different REACH Tier 1 exposure assessment models in terms of their validity, scope of application, functionality and user-friendliness. An international Advisory Board has provided objective scientific advice to the project, and made available workplace exposure data for use in the model validation process. More information about the project can be found at the ETEAM website: [www.eteam-project.eu](http://www.eteam-project.eu).

The ETEAM conference will give a comprehensive overview of the study results and will provide guidance for model users, industry and regulators on the range of applicability of models across different exposure situations. In addition the results will assist registrants and authorities to assess whether or not an exposure scenario is safe and to estimate how conservative the exposure estimates are. Hence the ETEAM conference is aimed at all registrants, downstream users, consultants, authorities and researchers who are involved in the assessment of occupational exposure under the REACH regulation. In order to stimulate the discussion the participants will have time and space for debates and questions after the respective presentations. There will also be ample time to exchange ideas and discuss practical aspects of exposure assessment during refreshment breaks and at the evening event.

More information can be found at:

<http://www.baua.de/en/Topics-from-A-to-Z/Hazardous-Substances/ETEAM-Conference.html>

## Fachtagung "Fortschritte in der Suspected- und Non-Target-Analytik. Softwaretools, Datenbanken und ihre Anwendung" am 27./28. März 2014



Spurenstoffe zu identifizieren ist schwierig: Zum einen kommen sie nur in sehr geringen Mengen vor, zum anderen gibt es häufig keine Referenzsubstanzen für Vergleichsmessungen. Gerade im Abwasser sind viele Spurenstoffe noch unbekannt, darunter auch Abbauprodukte bekannter Chemikalien. Eine Möglichkeit zur Analyse der gewonnenen Daten besteht darin, diese mit denen bereits bekannter Stoffe zu vergleichen. Dazu wird innerhalb des BMBF-Forschungsprojekts RISK-IDENT die Datenbank STOFF-IDENT entwickelt, die neben Summenformeln und exakter Masse auch typische weitere Eigenschaften gewässerrelevanter Stoffe enthält. Gibt man in diese Datenbank die Daten der Wasserprobe ein, bekommt man auf Grund einer „Ähnlichkeit“ eine gewichtete Menge von Vorschlägen um welchen Stoff es sich handeln könnte. Mit Hilfe eingebundener Werkzeuge kann dann diese Vorschlagsmenge auf wenige Kandidaten eingegrenzt werden.

Diese von den BMBF-geförderten Projekten RISK-IDENT und ASKURIS gemeinsam organisierte Fachtagung betrachtet das Thema Suspected- und Non-Target-Analytik im aquatischen Bereich unter dem Aspekt der Softwarewerkzeuge. Vorgestellt werden Gerätesoftware, Retentionszeitindex (RTI), sowie die Datenbanken STOFF-IDENT und DAIOS. Dazu wird jeweils der aktuelle Stand der Entwicklung gezeigt und verschiedene Anwendungsbeispiele demonstriert. Außerdem werden neue Strategien für das Monitoring präsentiert.

Die Fachtagung ist eine gemeinsame Veranstaltung der Projekte RISK-IDENT und ASKURIS. Diese sind Teil des Förderschwerpunktes „Nachhaltiges Wassermanagement“ (NaWaM) bzw. der Fördermaßnahme "Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf" (RiSKWa) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung.

**Leitung:** Dr. Uwe Dünnbier, Berliner Wasserbetriebe, Berlin  
Dr. Marion Letzel, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Wielenbach

**Tagungsort:** Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160, 86179 Augsburg

### Tagungsgebühr

Die Teilnahme an der Veranstaltung ist kostenlos

Online-Anmeldung: [www.lfu.bayern.de/veranstaltungen](http://www.lfu.bayern.de/veranstaltungen)

Anmeldung erbeten bis 28.2.2014

### Aktuelle Informationen

[www.lfu.bayern.de/analytik\\_stoffe/risk\\_ident/fachtagungen/](http://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/risk_ident/fachtagungen/)

## **Fachtagung: PFC-Schadensfälle – Erkundung, Sanierung und Zukunftsperspektiven,** 8.04.2014, Augsburg

In den letzten Jahren erregen per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC) als neue Problemstoffe viel Aufmerksamkeit, da sie lange in der Umwelt verbleiben, weltweit nachgewiesen wurden und im Verdacht stehen krebserregend zu sein. Während die diffusen Hintergrundbelastungen bis in die Arktis hinein vor allem auf den weit verbreiteten Einsatz von PFC in den verschiedensten Bereichen (Textilien, Galvanik, Beschichtungen, Lacke etc.) zurückzuführen sind, konnten punktuelle Boden- und Grundwasserverunreinigungen bislang überwiegend auf den Einsatz fluorhaltiger Feuerlöschschäume zurückgeführt werden. Als Hauptkontaminante tritt hier vor allem die Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) auf, die mittlerweile aufgrund ihrer persistenten, bioakkumulativen und toxischen Eigenschaften weitgehend verboten ist. Über das Verhalten der PFC im Boden ist noch wenig bekannt, darüber hinaus stehen aktuell noch keine ausreichend erprobten und wirtschaftlichen Techniken für die Sanierung von PFC-Schadensfällen zur Verfügung.

Die Veranstaltung soll Informationen über die Transport- und Mobilitätseigenschaften der PFC im Boden geben, Möglichkeiten und Grenzen verschiedener Sanierungstechnologien für PFC-belastete Grundwässer aufzeigen und die Thematik aus Sicht der Betroffenen und der Verwaltungsbehörden darstellen. In Fallbeispielen werden einzelne Schadensfälle vorgestellt und auf die möglichen Schwierigkeiten bei Erkundung, Eingrenzung der Schadensherde und Sanierung eingegangen.

Ein weiterer Schwerpunkt der Veranstaltung liegt auf der Ersatzstoffproblematik. Da der Einsatz der PFOS mittlerweile stark eingeschränkt wurde, kommen immer mehr Ersatzstoffe auf den Markt. Über deren Umweltverhalten und (Öko-) Toxizität liegen bislang wenige bis gar keine Informationen vor. Stellen diese „umweltfreundlichen Ersatzstoffe“ möglicherweise die „neuen Problemstoffe“ der Zukunft dar?



Veranstalter:  
Bayerisches Landesamt für  
Umwelt

Weitere Veranstaltungshinweise:

<http://www.lfu.bayern.de/veranstaltungen/doc/termine/103.pdf>



## **IC EST2014 - The Seventh International Conference on Environmental Science and Technology,**

June 9 -13, 2014, Houston,  
Texas, USA

The objective of the Seventh International Conference on Environmental Science and Technology will be to provide a major interdisciplinary forum for presenting new approaches from relevant areas of environmental science, to foster integration of the latest developments in scientific research into engineering applications, and to facilitate technology transfer from well-tested ideas into practical products, waste management, remedial processes, and ecosystem restoration. Environmental humanity and sociality such as environmental ethics, environmental law, environmental economy and environmental management are also included in the scope of the conference. Researchers, engineers, site managers, regulatory agents, decision-making officials, consultants, and vendors will all benefit from the opportunity to exchange information on recent research trends, to examine ongoing research programs, and to investigate worldwide public and regulatory acceptance of environmental protection and remediation technologies.

Environmental disturbance and pollution are complex problems worldwide. The current development of modern science and technology combined with management on social and economic activities are contributing more and more to solution of the problems. Although considerable environmental protection work has been and is presently being conducted, a multidisciplinary platform for environmental scientists, engineers, management professionals and governmental officials to discuss the latest developments in environmental research and applications will be very helpful for protecting our global village.

For additional information see the Conference' homepage:  
<http://www.aasci.org/conference/env/2014/index.html>

## Summer School: Sustainable Waste and Waste Water Management

University networks cooperation

University of Luxembourg and University of Trier

July 7 – July 12, 2014



### Overview

We would like to welcome you to the summer school held at the University of Luxembourg. Summer School is intended for PhD students, post-docs and MSc. students, industrial and research institutions in engineering and environmental studies, including solid waste and waste water managers, government as well as municipal employees who are interested in participation. The summer school will have six days of lectures and training sessions and three field trips in Luxembourg, beside open talks distributed in the last day of summer school. They are a great way for participants to talk about practice and research.



### Lectures/ Training and Field trips



We will offer a considerable lectures session. The course is an opportunity to contribute on common vision of future sustainable solid waste, waste water, and energy from waste and waste water management

for municipalities, business and households and represent an excellent possibilities to exchange experiences, to share perceptions and to start new joint activities. Moreover, it is a tradition for participants to get involved with the technology and the real situation and also improve solutions. We have reserved three days in the afternoon for field trip session after the lunch.

### Our Topics

- Recycling and energy recovery from solid waste
- MBT-Waste: Technology and material characteristics
- Main features and characteristics of biogas production
- Energy from waste: EIB Contribution
- Antibiotics in waste and wastewater
- Energy recovery strategies in the urban water cycle
- Elimination of micropollutants from wastewater
- Advanced oxidation processes
- Importance of enzymatic processes for the removal of organic trace pollutants from wastewater
- EOS - A multi criteria expert system for improving energy consumption on municipal WWTPs – theory and practice
- EU Wastewater management legislation
- Close loop systems for a re-use of wastewater: theory and experiences
- Landfill reuse and urban mining
- Landfill gas emissions - methods for control and Reduction Behaviour of old and modern landfills
- EU Waste management legislation
- Waste in agriculture and farming
- Sustainable use of energy in municipal wastewater treatment plants
- Treatment plants
- Urban mining in wastewater treatment plants
- Recovery of nutrients from wastewater and sludge
- Financing Solid Waste Projects in EU - sector: Sector Issues and Opportunities for EIB

Place : Uni.lu, Campus Kirchberg

Course language : English

Registration end : May 31, 2014

Summer School : July 7-12, 2014

Registration deadline : May 31, 2014

Website: <http://summerschool2014.uni.lu>

248th ACS National Meeting & Exposition

August 10-14, 2014 | San Francisco, CA • Chemistry & Global Stewardship



13<sup>TH</sup> IUPAC INTERNATIONAL CONGRESS OF PESTICIDE CHEMISTRY  
Crop, Environment, and Public Health Protection: Technologies for a Changing World  
AUGUST 10-14, 2014, SAN FRANCISCO, CALIFORNIA, USA  
Co-sponsored by IUPAC and ACS-AGRO

## 248th ACS National Meeting & Exposition, 10.-14.08.2014, San Francisco, CA with: 13th IUPAC International Congress of Pesticide Chemistry



Meet with more than 15,000 chemists, academics, students, and other professionals in San Francisco as we explore the Fall 2014 ACS National Meeting theme: "Chemistry & Global Stewardship".

### Theme Overview

This theme is focused on global aspects of the chemical enterprise related to sustainability of world resources, including green chemistry, the globalization of chemistry, and the responsibilities and opportunities chemists have to serve the broader public. In particular, divisional programming and special themed symposia will cover and discuss the role and interplay of science, technology, innovation, and economic development in world stewardship of precious, limited resources while providing physical and economic security for all world citizens. Special attention will be given to providing international perspectives related to both areas of critical need, such as the supply of clean water and energy to all citizens of the world, and to overcoming the limitations or restrictions of raw materials for products which lead to improved quality of life. Methods to reach out to the public to better educate students and all citizens on the nature and uses of chemistry and efforts to enhance cooperation among chemists around the globe will be highlighted.

### Theme-related symposia and workshops:

- **Alternatives to Chemicals Facing Critical Sustainability Constraints**, organized by David Constable, ACS Green Chemistry Institute
- **Communicating to the Public and the Role of Social Media**, organized by Maureen Rouhi, Editor-in-Chief Chemical & Engineering News
- **Global Stewardship by Increasing Climate Science Literacy**, organized by Keith Peterman and Gregory Foy, York College of Pennsylvania

- **Global Stewardship of Critical Materials**, organized by Bruce Moyer and Sheng Dai, Oak Ridge National Laboratories
- **Graduate Student Symposium: International Collaborations with International Impact: Chemistry for Global Change**, organized by the Women in Chemical Sciences at the University of Washington
- **100th Anniversary of the ENVR Division**, organized by Tracy Williamson, Environmental Protection Agency
- **The Role of Entrepreneurship, Innovation, and Economic Development in Sustainability**, organized by Dan Daly, The University of Alabama
- **13th IUPAC International Congress of Pesticide Chemistry**, organized by Cathleen Hapeman, USDA-Agricultural Research Service; Laura McConnell, USDA-Agricultural Research Service; Ken Racke, Dow AgroSciences
- **International Undergraduate Summit on Global Climate Change**, organized by Keith Peterman and Gregory Foy, York College of Pennsylvania

Homepage:

<http://www.acs.org/content/acs/en/meetings/fall-2014.html>

The **IUPAC International Congress of Pesticide Chemistry** has been held every 4 years since 1967. In 2014, the 13th Congress will be sponsored by the American Chemical Society, Division of Agrochemicals or AGRO.

The Congress will bring together the world's leading experts to share recent discoveries and to debate future directions for advancing research and regulation of agricultural chemistry and pest management science, promoting public health, and preserving environmental quality.

IUPAC: Homepage: <http://www.iupac2014.org/>

## Workshop „Relevanz von Transformationsprodukten im urbanen Wasserkreislauf“ inkl. Ergebnissen aus dem BMBF-Forschungsprojekt



Seminar: 23./24. September 2014, Koblenz

### Aus dem Inhalt



Transformationsprodukte (TP) sind Substanzen, die durch abiotische oder biotische Veränderungen biogener, geogener und anthropogener Verbindungen entstehen. TP können in der Umwelt, aber auch in technischen Prozessen wie der Abwasserreinigung oder der Trinkwassergewinnung gebildet werden.

Zur vollständigen Bewertung technischer und natürlicher Prozesse ist es daher von zentraler Bedeutung, die entstehenden TP zu kennen, da diese – wie einige Beispiele belegen – die Toxizität signifikant erhöhen können. Während des Workshops werden technisch initiierte Prozesse der Abwasserreinigung und der Wasseraufbereitung inklusive oxidativer Verfahren wie Ozonung und Chlorung sowie natürliche photochemische Prozesse und Uferfiltration diskutiert.

### Posterausstellung

Der Workshop soll auch die Möglichkeit bieten, wissenschaftliche Ergebnisse in Form von Posterbeiträgen zu präsentieren. Wir bitten die Teilnehmer, die ein Poster mitbringen wollen, dies bei der Anmeldung mit anzugeben und den Titel des Posters mitzuteilen.

**Leitung:** Prof. Dr. Thomas Ternes, BfG Koblenz

**Zielgruppe:** Abwasserent- und Wasserversorger, behördliche Einrichtungen, Hochschulen/Universitäten, Forschungsinstitute, Produzenten, Verbraucher und Nutzer von Chemikalien und Produkten, die durch natürliche und technische Prozesse im urbanen Wasserkreislauf zur Freisetzung von TP führen können

**Veranstaltungsort:** Bundesanstalt für Gewässerkunde  
Am Mainzer Tor 1, 56068 Koblenz

### Teilnahmegebühren

Mitglieder der DWA und der Wasserchemischen Gesellschaft: 250 €; Nichtmitglieder: 290 €. Studenten: auf Anfrage.  
Mitglieder der DACH-Kooperationspartner (ÖWAV, SWV und VSA) und des BWK erhalten den Mitgliedspreis einschließlich Tagungsunterlagen und Tagesverpflegung.

**Kontakt:** DWA . Doris Herweg . Theodor-Heuss-Allee 17 . 53773 Hennef  
Tel.: 02242 872-236  
E-Mail: [herweg@dwa.de](mailto:herweg@dwa.de) . Internet: [www.dwa.de](http://www.dwa.de)



## DBP 2014: Disinfection By-products in drinking water 27.-29.10.2014, Mühlheim an der Ruhr

Whether it be the production of safe, clean drinking water, or the management of swimming pools in communal recreational facilities, the disinfection of water to protect against microbial contamination carries the risk of producing harmful disinfection by-products (DBPs). Chlorination of the naturally occurring organic matter in water results in a wide range of toxic halogenated organic compounds. Carcinogenic nitrogenous by-products are a potential by-product of chloramination, and ozonation oxidises bromide to bromate as well as producing a plethora of small organic molecules. There are at least 600 known disinfection by-products, and the count continues to rise. Worldwide, regulation governing the control of DBPs is becoming more stringent. Most countries in the developed world have regulatory standards for trihalomethanes and bromate. In the USA, the EPA additionally set standards for haloacetic acids and chlorite. In Europe the disinfection by-product rule of the 1998 EU Drinking Water Directive requires water utilities to “design, operate and maintain the disinfection process so as to keep disinfection by-products as low as possible without compromising the effectiveness of the disinfection; and to verify the effectiveness of the disinfection process.” Water treatment works designed in Europe since January 2010 should have taken the disinfection by-product rule into account and companies should have included this requirement in their regulatory risk assessments. As our understanding of DBPs and their associated health effects increases, so to do the challenges of ensuring that they are effectively regulated, monitored and minimised. This International Conference will focus on the challenges faced by water utilities and regulatory authorities around the world in balancing the risk of microbial contamination against the potential health risks associated with DBPs. It will bring delegates up to date on the latest technology for monitoring DBPs, on treatment processes for minimising their formation, on research into the health and toxicological concerns of DBPs, and on the potential issues posed by future regulation.

The Conference is organised by IWW Water Centre (DE), RSC (UK) and SCI (UK). A scientific poster session and an exhibition related to the topics of the conference are included. It is expected that more than 200 attendees from all over the world will take part. As a conference delegate you will have the opportunity to talk to scientific experts, and decision-makers from water utilities and regulators.

### Programme Topics:

Emerging disinfection by-products, Water treatment including advanced treatment processes, Water recycling, Online and laboratory-based monitoring, Health and toxicology aspects of DBP, DBP regulations and the future

**Conference' homepage:** [www.DBP2014.eu](http://www.DBP2014.eu)



## Workshop „Wastewater treatment solutions targeted for organic micropollutant biodegradation“,

11.-12. November 2014, Koblenz

The workshop is organised by the ERC project Athene and will summarize technical solutions that harness the true potential of biological processes for an enhanced biodegradation of organic emerging contaminants. The biological treatment options will be integratively assessed by advanced chemical and ecotoxicological approaches. A layout of different treatment options, including anaerobic treatment, carbon or nitrogen limited conditions and their combinations with conventional treatment is targeted by the workshop. One major strategy is the combination of successful anaerobic and aerobic processes. A main topic of the workshop will be the evaluation of biological processes including methodologies such as analysis of selected organic micropollutants, identification of transformation products and transformation-pathways, ecotoxicological studies including in-vitro assays and in-vivo studies, non-target screening approaches, enzymatic activity studies and effect directed analysis.

### Contact:

Prof. Dr. Thomas Ternes ([ternes@bafg.de](mailto:ternes@bafg.de)),  
Dr. Arne Wick ([wick@bafg.de](mailto:wick@bafg.de))

More information will be available at  
[http://www.bafg.de/DE/05\\_Wissen/02\\_Veranst/2014\\_11\\_11.html?nn=169148](http://www.bafg.de/DE/05_Wissen/02_Veranst/2014_11_11.html?nn=169148)

## Kurznachrichten

### EU-Studie ESCAPE: Erhöhtes Sterberisiko durch Luftverunreinigung

Menschen, die über einen längeren Zeitraum gegenüber Feinstaub aus Verkehrsabgasen und industriellen Emissionen ausgesetzt sind, haben, selbst wenn die Konzentrationen deutlich unter den geltenden EU-Grenzwerten liegen, ein erhöhtes Sterberisiko. Das ist das Ergebnis einer jetzt in der Fachzeitschrift "The Lancet" veröffentlichten europaweiten Studie, bei der über 360.000 Einwohnerinnen und Einwohner von Großstädten in 13 europäischen Ländern über zwei Jahrzehnte untersucht wurden. Die Studie kommt zu der Schätzung, dass bereits eine Erhöhung der jährlichen Langzeitbelastung um 5 Mikrogramm Feinstaub (PM2.5) das Sterberisiko um 7 Prozent steigert. Ein solcher Unterschied von 5 µg/m<sup>3</sup> Feinstaub im Jahresmittel besteht zum Beispiel zwischen einer Straße mit starkem und geringem Verkehrsaufkommen. Die Studie zeigt, dass das Sterberisiko von Menschen mit einer mittleren jährlichen Feinstaubbelastung von maximal 20 µg/m<sup>3</sup> bereits deutlich erhöht ist. Der in Europa gültige Grenzwert von 25 µg/m<sup>3</sup> ist also deutlich zu hoch.

In der European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAP E) wurden die Daten aus 22 Kohortenstudien aus 13 europäischen Ländern mit insgesamt 367.251 Menschen zusammengefasst. Das IUF - Leibniz-Institut für umweltmedizinische Forschung in Düsseldorf war mit der SALIA-Kohorte, einer Gesundheitsstudie an fast 5000 älteren Frauen aus dem Ruhrgebiet und dem Landkreis Borken, die bereits seit 1985 regelmäßig untersucht werden, an dieser Analyse beteiligt.

### Zusammenfassung der Originalpublikation:

The Lancet, Early Online Publication, 9 December 2013, doi:10.1016/S0140-6736(13)62158-3

Effects of long-term exposure to air pollution on natural-cause mortality: an analysis of 22 European cohorts within the multicentre ESCAPE project

### Background

Few studies on long-term exposure to air pollution and mortality have been reported from Europe. Within the multicentre European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE), we aimed to investigate the association between natural-cause mortality and long-term exposure to several air pollutants.

### Methods

We used data from 22 European cohort studies, which created a total study population of 367 251 participants. All cohorts were general population samples, although some were restricted to one sex only. With a strictly standardised

protocol, we assessed residential exposure to air pollutants as annual average concentrations of particulate matter (PM) with diameters of less than 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>), less than 10 µm (PM<sub>10</sub>), and between 10 µm and 2.5 µm (PM<sub>coarse</sub>), PM<sub>2.5</sub> absorbance, and annual average concentrations of nitrogen oxides (NO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub>), with land use regression models. We also investigated two traffic intensity variables—traffic intensity on the nearest road (vehicles per day) and total traffic load on all major roads within a 100 m buffer. We did cohort-specific statistical analyses using confounder models with increasing adjustment for confounder variables, and Cox proportional hazards models with a common protocol. We obtained pooled effect estimates through a random-effects meta-analysis.

## Findings

The total study population consisted of 367 251 participants who contributed person-years at risk (average follow-up 13.9 years), of whom 29 076 died from a natural cause during follow-up. A significantly increased hazard ratio (HR) for PM<sub>2.5</sub> of 1.07 (95% CI 1.02—1.13) per 5 µg/m<sup>3</sup> was recorded. No heterogeneity was noted between individual cohort effect estimates (I<sup>2</sup> p value=0.95). HRs for PM<sub>2.5</sub> remained significantly raised even when we included only participants exposed to pollutant concentrations lower than the European annual mean limit value of 25 µg/m<sup>3</sup> (HR 1.06, 95% CI 1.00—1.12) or below 20 µg/m<sup>3</sup> (1.07, 1.01—1.13).  
Interpretation

Long-term exposure to fine particulate air pollution was associated with natural-cause mortality, even within concentration ranges well below the present European annual mean limit value.



## UBA-Presseinfo: Feinstaub und Stickstoffdioxid belasten auch 2013 weiter die Gesundheit

### Jährlich rund 47.000 vorzeitige Todesfälle durch schlechte Luft

Vor allem Stickstoffdioxid und Feinstaub beeinträchtigten auch im Jahr 2013 die Luftqualität und damit die menschliche Gesundheit in Deutschland. Das zeigen vorläufige Messdaten der Länder und des Umweltbundesamtes (UBA). Beim Stickstoffdioxid war die Belastung im Vergleich zu den Vorjahren nahezu unverändert hoch. Mehr als die Hälfte der städtisch verkehrsnahen Stationen überschritten den zulässigen Jahresmittelwert von 40 Mikrogramm (µg) Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) pro Kubikmeter (m<sup>3</sup>) Luft. Auch beim Feinstaub gab es anhaltende Grenzwertüberschreitungen. Verglichen mit den Vorjahren war 2013 allerdings eines der am geringsten belasteten Jahre. Entwarnung ist aber nicht angezeigt, sagte

Thomas Holzmann, Vizepräsident des UBA: „Der Feinstaub-Grenzwert wurde zwar nur an rund drei Prozent aller Messstationen überschritten. Das scheint gering, spiegelt aber die tatsächliche Gesundheitsbelastung der Bevölkerung durch Feinstaub nicht wider, gerade wenn man an die deutlich strengeren Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation WHO denkt.“

Die WHO rät bei Feinstaub der Partikelgröße kleiner als zehn Mikrometer (PM<sub>10</sub>) schon lange zu einem weitaus strengeren Luftgüteleitwert von 20 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel. Dieser wurde 2013 an fast 51 Prozent aller Messstationen in Deutschland überschritten. Thomas Holzmann: „Nach Berechnungen des Umweltbundesamtes gibt es jährlich im Schnitt rund 47.000 vorzeitige Todesfälle infolge der zu hohen Feinstaubbelastung – durch akute Atemwegserkrankungen, kardiopulmonale Erkrankungen oder Lungenkrebs. Wir plädieren für eine rasche Verschärfung der geltenden EU-Grenzwerte auf Basis der wissenschaftlichen Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation WHO.“

Bei einem weiteren wichtigen Luftschadstoff – dem vor allem im Sommer auftretenden bodennahen Ozon – hielten etwa acht Prozent der Messstationen den Acht-Stunden-Wert eines Tages nicht ein. Dieser liegt bei 120 µg/m<sup>3</sup> und darf an höchstens 25 Tagen pro Kalenderjahr, gemittelt über drei Jahre, überschritten werden. Thomas Holzmann: „Die Belastung mit Ozon fiel erfreulicherweise gering aus. Dabei hat der zeitweise heiße Sommer die Bildung von Ozon durchaus begünstigt. Durch eine anspruchsvolle Luftreinhaltepolitik in den vergangenen Jahren sind die Emissionen der Vorläufersubstanzen des Ozons wie Stickstoffoxide und flüchtige Kohlenwasserstoffe aber deutlich zurückgegangen – und damit auch die Ozonbelastung im Sommer“. Im Jahr 2013 musste daher nicht ein einziges Mal Ozonalarm ausgelöst werden, aus Sicht eines anspruchsvollen Gesundheitsschutzes sind aber auch hier die Belastungen nach wie vor zu hoch.

## Links:

Vorläufige Auswertung der Luftqualität im Jahr 2013: [www.umweltbundesamt.de/publikationen/luftqualitaet-2013](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/luftqualitaet-2013)

Programm „Saubere Luft für Europa“:

[http://ec.europa.eu/environment/air/clean\\_air\\_policy.htm](http://ec.europa.eu/environment/air/clean_air_policy.htm)

UBA-Presseinfo Nr. 6 vom 16.02.2014 (gekürzt)



## Sind Pflanzenschutzmittel in ihrer ausgebrachten Zusammensetzung gesundheitsgefährdender als ihre Wirkstoffe?

Information Nr. 006/2014 des BfR vom 10. Februar 2014

Eine Arbeitsgruppe um den Toxikologen Gilles Eric Séralini von der Universität Caen in Frankreich hat bei der Zeitschrift *BioMed Research International* eine wissenschaftliche Arbeit zur Publikation eingereicht, in der auf Basis von *In-vitro*-Versuchen die These aufgestellt wird, dass viele Pflanzenschutzmittel als Formulierung durch die zugefügten Beistoffe letztlich für Mensch und Tier um ein Vielfaches gesundheitsgefährdender wären als die eigentlichen geprüften und genehmigten Wirkstoffe.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) wurde gebeten, die wissenschaftlichen Erkenntnisse dieser Arbeit und den Erkenntnisfortschritt zu beschreiben.

Die Studie „Major pesticides are more toxic to human cells than their declared active principles“ von Robin Mesnage, Nicolas Defarge, Joël Spiroux de Vendômois und Gilles-Eric Séralini wird derzeit durch Experten des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) im Detail bewertet. Nach einer ersten Durchsicht ist jedoch keine neue toxikologische Relevanz für den Wirkstoff Glyphosat erkennbar, die nicht schon in den Bewertungsbericht des BfR für die EU-Wirkstoffprüfung eingeflossen ist.

Dass Netzmittel wie z.B. Tenside oder Tallowamine in vitro Zellen schädigen können, ist aus vielen Studien hinlänglich bekannt und wurde insbesondere auch in der EU-Wirkstoffbewertung von Glyphosat umfassend an Hand der zitierten Literatur dargestellt, bis hin zur Ableitung separater Grenzwerte.

Der Fokus der Arbeit geht jedoch über Glyphosat hinaus, da sie auch eine Reihe anderer Wirkstoffe aufgreift und für deren Formulierungen ebenfalls eine höhere Toxizität postuliert. Die Relevanz dieser Befunde für regulatorische Entscheidungen in der gesundheitlichen Risikobewertung ist derzeit Gegenstand einer laufenden Prüfung und wird Gegenstand einer ausführlichen Stellungnahme des BfR sein. Unabhängig von dieser neuen Veröffentlichung wurde zur Untersuchung von Wechselwirkungen von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen mit relevanten Beistoffen in den Pflanzenschutzmittelformulierungen bereits vor einiger Zeit im BfR Forschungsbedarf identifiziert und in der Forschungsplanung des BfR berücksichtigt.

Die Bewertung der kumulativen Toxizität von Pflanzenschutzmitteln zur Beurteilung des Risikos für die menschliche Gesundheit ist aufgrund der gegebenen Mischexposition in der landwirtschaftlichen Praxis und der Tatsache, dass die

toxikologische Bewertung nach wiederholter Verabreichung nur auf Einzelstoffbasis erfolgt, unumgänglich. Die Notwendigkeit einer kumulativen Bewertung ist in den einschlägigen EU-Verordnungen fixiert und stellt eine große Herausforderung für die experimentelle und regulatorische Toxikologie dar. Aufgrund der großen Vielfalt an Pflanzenschutzmitteln ist es unmöglich, alle theoretisch in Frage kommenden Kombinationen und deren Effekte im klassischen Tierversuch zu prüfen. Die experimentelle Prüfung erfolgt nach geltendem Recht derzeit nur nach einmaliger Verabreichung über die relevanten Expositionswege sowie hinsichtlich Haut- und Augenreizung und Sensibilisierung. Auf Basis dieser Erkenntnisse und der Daten zu bedenklichen Beistoffen aus der Chemikalienbewertung (z.B. Sicherheitsdatenblätter) erfolgt die Abschätzung der von den Präparaten ausgehenden Gefahren. Hierzu werden zunehmend Alternativmethoden eingesetzt. Das Ziel ist es, Modellsysteme zur Einsparung von Wirbeltierversuchen zu entwickeln und validieren, die dem Tierversuch vorgeschaltet werden können.



## Beschränkung krebserzeugender PAK in Verbraucherprodukten

BfR-Pressemitteilung 04/2014 vom 28.01.2014 (gekürzt)

Die Europäische Kommission hat am 7. Dezember 2013 die von Deutschland initiierte Beschränkung krebserzeugender polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK) in Verbraucherprodukten in eine verbindliche Rechtsnorm umgesetzt. Nach der Verordnung (EU) 1272/2013 dürfen ab Dezember 2015 Erzeugnisse nicht mehr für die allgemeine Öffentlichkeit in Verkehr gebracht werden, wenn sie Teile enthalten, die bei normaler Verwendung mit der Haut oder der Mundhöhle in Berührung kommen und deren Gehalt an bestimmten, als krebserzeugend eingestuften PAK einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet.

Für Erzeugnisse wie z. B. Sport- und Haushaltsgeräte, Werkzeuge, Bekleidung oder Armbänder beträgt der Grenzwert 1 Milligramm pro Kilogramm (mg/kg) für jede einzelne PAK-Verbindung. Für Spielzeug und Artikel für Kleinkinder oder Säuglinge wurde ein niedrigerer Wert von 0,5 mg/kg festgelegt. Diese Grenzwerte gelten zukünftig verbindlich für alle Verbraucherprodukte, die in der EU vermarktet werden.

In einer Risikobewertung aus dem Jahre 2010 hatte das BfR für zahlreiche Verbraucherprodukte eine gesundheitlich bedenkliche Belastung mit krebserzeugenden PAK aufgezeigt. Gleichzeitig wiesen aber auch viele Produkte vergleichsweise geringe PAK-Gehalte auf. Dies zeigte, dass prinzipiell der Einsatz PAK-armer Materialien in Verbraucherprodukten möglich ist. Da hinsichtlich der krebserzeugenden Wirkung der betreffenden PAK keine unbedenkliche Dosis abgeleitet werden

kann, sprach sich das BfR dafür aus, die Belastung von Verbrauchern durch PAK auf das niedrigste vernünftigerweise realisierbare Niveau zu senken. Die deutschen Behörden (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Umweltbundesamt (UBA) und BfR) reichten bei der Europäischen Kommission einen gemeinsamen Beschränkungs-vorschlag unter REACH ein.

Auch wenn die Entscheidung der Europäischen Kommission diesen Vorschlag Deutschlands nicht in vollem Umfang berücksichtigt, begrüßt das BfR, dass für Spielzeug und Kleinkinderartikel ein niedrigerer Grenzwert als für die übrigen Produkte festgelegt wurde. Die Europäische Kommission wird die genannten Grenzwerte in vier Jahren erneut überprüfen.



## RiSKWa-Leitfaden „Polare organische Spurenstoffe als Indikatoren im anthropogen beeinflussten Wasserkreislauf“ erschienen

Ergebnisse des Querschnittsthemas „Indikatorsubstanzen“

Im BMBF-Forschungsverbund „Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf (RiSKWa)“ wurde die Definition von „Indikatorsubstanzen“ als ein interessantes Querschnittsthema identifiziert. Es wurde dazu eine Arbeitsgruppe gebildet, die sich die Aufgabe stellte, einen Leitfaden zur Zweckbestimmung, Auswahl, Bedeutung und Interpretation von polaren organischen Spurenstoffen als chemische Indikatoren zu verfassen. Mit Hilfe der Indikatoren sollten insbesondere anthropogene Veränderungen der Wasserqualität erkennbar sein, sowie natürliche Prozesse und technische Aufbereitungsverfahren überwacht und gesteuert werden können. Diese Indikatoren dienen nicht der Bewertung der Wasserqualität.

Mögliche Anwender sind die Bearbeiter in den Verbundvorhaben des RiSKWa-Programms und in weiteren Vorhaben in den Bundesländern, die sich mit Spurenstoffen befassen, Fachbehörden, Forschungseinrichtungen, Wasserlabors der Trinkwasserversorgung und Abwasserreinigung und Ingenieurfirmer, die wassertechnologische Themen der Spurenstoffentfernung bearbeiten.

[http://www.bmbf.riskwa.de/media/RISKWA\\_Leitfaden\\_Indikatorsubstanzen.pdf](http://www.bmbf.riskwa.de/media/RISKWA_Leitfaden_Indikatorsubstanzen.pdf)



## UBA-Texte 05/2014 erschienen: Georeferenced Probabilistic Risk Assessment of Pesticides

Further Advances in Assessing the Risk to Aquatic Ecosystems by Spray Drift from Permanent Crops

The current exposure assessment for pesticide entries into water bodies considers a water body model which represents a realistic worst case for water bodies in the agricultural landscape. For the factors determining the pesticide exposure in the model a variety of deterministic assumptions are made such as that it is a stagnant water body of a default depth of 30 cm which is directly situated in the edge of the field. Although this scenario-based approach enables a protective risk assessment it does not allow for an estimation of the spatiotemporal occurrence of this exposure situation in the landscape. Spatially explicit information on location factors with a relevant impact on exposure and risk in a water body are missing and can therefore not be considered in the risk management. In contrast the use of geo-referenced probabilistic methods in risk assessment allows for a site-specific as well as quantitative characterization of the pesticide exposure and linked risks in water bodies. Consequently such approaches also establish the possibility for a spatially differentiated risk management. This again leads to the expectation that such risk mitigation obligations due to their direct reference to the real local conditions might be more plausible and therefore acceptable for farmers. Furthermore they also give possibility to focus efforts in permanent local risk mitigation measures on those water body sections with a high risk.



<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/georeferenced-probabilistic-risk-assessment-of>



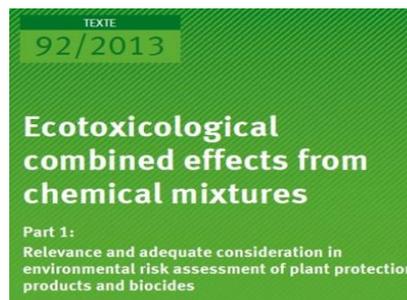
## Report: Ecotoxicological combined effects from chemical mixtures Part 1 and 2 (UBA-Texte 92 und 93/2013)

**Part 1:** Relevance and adequate consideration in environmental risk assessment of plant protection products and biocides

The Project deals with the possibilities of performing mixture toxicity assessment within the environmental risk assessment of the authorization of biocide and plant protection products. To this end a review on the state of scientific knowledge about the predictivity of combined effects is collated. Central in this context is the reference model of concentration Addition which allows extrapolating combined effects for mixtures based on knowledge about the effects of the components. Building on this, options for risk regulation are developed. Their applicability is considered in the context of those data that are currently available within the authorization process for biocide and plant protection products. Deficits with respect to a – scientifically sensible – homogeneous data base can often be overcome with pragmatic decisions if additional requirements for the authorization process are not an option. Tiered schemes to specifically account for combined effects during environmental risk assessment of biocide and plant protection product authorization are suggested, accompanied with a software tool for its implementation.

**Part 2:** Development of ecotoxicological tests with biocidal products and eluates: investigating the suitability of biotests with algae and daphnids to estimate mixture toxicity

Three different wood preservative products, their eluates produced by leaching tests, mixtures of some of their ingredients and some of their ingredients as single substances were tested for growth inhibition of green algae as well as acute and chronic toxicity to *Daphnia magna*. The tests were conducted according to OECD standard guidelines and supported by analytical chemistry. The model deviation ratio (MDR) was used as quantitative measure for the compliance between observed mixture toxicity and the toxicity predicted by concentration addition. An MDR considerably larger than 2 may indicate synergistic interactions or the necessity to include so-far neglected substances into the prediction. For the here investigated wood preservative products and their eluates, the importance of taking formulation additives and transformation products into account has been clearly demonstrated. Acute as well as chronic toxicity could be reliably predicted with less than 2-fold deviation when all relevant ingredients were known and included in the prediction. Yet, there was a tendency to overestimate mixture toxicity for endpoints of sub-lethal toxicity at low effect levels.

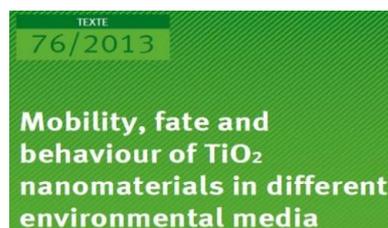


<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/ecotoxicological-combined-effects-from-chemical>



## UBA-Texte 76/2013: Mobility, fate and behavior of TiO<sub>2</sub> nanomaterials in different environmental media

Nanomaterials are nowadays used in increasing amounts in everyday products and special applications. Enhanced release of engineered nanomaterials (ENM) into the environment can hence be assumed. The first part of the study dealt with a method development for the stability testing of the coating of two different functionalised TiO<sub>2</sub> nanomaterials. The stability was analysed covering different environmental conditions like pH, ionic strength and dissolved organic carbon concentration. The second part of this study analysed the carrier function of P25 for the two different substances, copper and 14C triclocarban, in three different soil types.



<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/mobility-fate-behavior-of-tio2-nanomaterials-in>

## Geburtstage

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

### Geburtstagsliste April bis Juni 2014

#### 60 Jährige

**Prof. Dr. Michael Spittler**

Dortmund

Geburtstag: 24.04.1954

**Udo Pollmer (LM Chem.)**

Gemmingen

Geburtstag: 14.05.1954

**Dr. Lutz von Meyerinck**

Hamburg

Geburtstag: 23.05.1954

**Dr. Maria Sramek**

München

Geburtstag: 02.06.1954

**Prof. Dr. Gerolf Marbach**

Esslingen

Geburtstag: 05.06.1954

**Prof. Dr. Wilhelm Lorenz**

Halle

Geburtstag: 14.06.1954

- FG Beisitzer (01.01.2007 - 31.12.2010)
- Vorsitzender des Arbeitskreises Lehre und Forschung (01.01.2006 - 31.12.2011)

**Dr. Hans-Jürgen Pluta**

Berlin

Geburtstag: 05.06.1953

#### 65 Jährige

**Dr. Gerhard Kirchner**

Wien

Geburtstag: 26.04.1949

**Prof. Dr. Wolfgang Rotard**

Berlin

Geburtstag: 30.05.1949

#### 70 Jährige

**Dr. Hans Müller**

Halle

Geburtstag: 12.04.1944

**Dr. Rudolf Ahrens Botzong**

Ludwigswinkel

Geburtstag: 14.04.1944

**Prof. Dr. Thomas Welsch**

Leipzig/ Ulm

Geburtstag: 25.05.1944

- Inhaber des Kurt Grob Gedächtnispreises

**Prof. Dr. Hans Siegel**

Zwenkau

Geburtstag: 07.06.1944

#### 75 Jährige

**Prof. Dr. Hans E. Hummel**

Gießen

Geburtstag: 30.04.1939