



GDCh

Mitteilungen der Fachgruppe

# Umweltchemie und Ökotoxikologie

Gesellschaft Deutscher Chemiker

- Gen-DarT- Ein Vorhersagemodell für die chronische Toxizität
- Schadstoffanreicherungen in Polargebieten
- Auswahl und Nutzung von Referenzmatrices
- Rückblick auf die Jahrestagung 2007
- Kurznachrichten, Tagungsberichte und Ankündigungen
- Personalien
- Fortbildungskurse 2008



4/2007

13. Jahrgang, Dezember 2007 ISSN 1618-3258

## Impressum

Mitteilungen der Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie

Herausgegeben von der Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie der Gesellschaft Deutscher Chemiker  
[www.gdch.de/umweltchemie](http://www.gdch.de/umweltchemie)

### Redaktion:

Prof. Dr. Dr. Klaus Fischer  
Analytische und Ökologische Chemie  
FB VI – Geografie/ Geowissenschaften –  
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:

Die diesjährige Förderpreisträgerin, Frau Dr. Völker, während ihres Vortrags auf der Jahrestagung (Quelle: M. Matthies)

## Originalbeiträge

- 91 Gen-DarT- ein Vorhersagemodell für die chronische Toxizität durch Analyse veränderter Genexpression in Embryonen des Zebrafisch (*Danio rerio*)?
- 95 Anreicherung persistenter organischer Schadstoffe in den Polargebieten – Modelluntersuchungen
- 99 Auswahl und Nutzung von Referenzmatrices zur Bestimmung von Stoffeigenschaften und des Umweltverhaltens von Stoffen

## Aus der Fachgruppe

- 103 Rückblick auf die Jahrestagung der Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie 26. – 28. September 2007 in Osnabrück
- 106 Bericht über die Mitgliederversammlung im Rahmen der Fachgruppentagung in Osnabrück

## Kurz vorgestellt

- 108 Arbeitsgruppe Erdfernerkundung des Instituts für Umweltphysik der Universität Bremen
- 109 Fachgebiet Umweltverfahrenstechnik, Institut für Technischen Umweltschutz, TU Berlin

## Informationen

### Kurznachrichten

- 111 UBA-Presseinformation Nr. 59/2007 vom 29.08.07

### Tagungsberichte

- 111 11<sup>th</sup> EuCheMS-DCE International Conference on Chemistry and the Environment

- 113 Bericht vom Deutschen Bioraffinerie-Kongress 2007 in Berlin: Biobasierte Produkte und Bioraffinerien

### Tagungsankündigungen

- 116 18. SETAC Europe Meeting
- 117 European Aerosol Conference 2008
- 117 3. Gemeinsame SETAC-GLB und GDCh-Tagung

### Sonstiges

- 121 GDCh-Fortbildungskurse 2008 zum Thema Chemie und Umwelt

## Personalien

- 118 In memoriam: Ian Meerkamp van Embden (1929-2007)
- 119 Neue Fachgruppenmitglieder (Neueintritte bis 25.05. bis 09.11. 2007)
- 120 Geburtstagsliste 1. Quartal 2008



## Gen-DarT- ein Vorhersagemodell für die chronische Toxizität durch Analyse veränderter Genexpression in Embryonen des Zebraärlblings (*Danio rerio*)?

Doris Völker, [doris.voelker@ufz.de](mailto:doris.voelker@ufz.de); Christoph Veß, [christophv@miltenyibiotec.de](mailto:christophv@miltenyibiotec.de); Kristin Schirmer, [kristin.schirmer@ufz.de](mailto:kristin.schirmer@ufz.de); Stefan Scholz, [stefan.scholz@ufz.de](mailto:stefan.scholz@ufz.de) alle Leipzig

### Abstract

Die toxischen Effekte von Chemikalien auf Organismen lassen sich auf initiale molekulare Interaktionen zurückführen. Veränderungen von Genexpressionsmustern sind Teil dieser molekularen Interaktionen oder werden sekundär – z.B. im Rahmen einer Stressantwort – durch diese hervorgerufen. Veränderte Genexpressionsmuster können daher toxische Effekte anzeigen, bevor eine phänotypische Veränderung sichtbar wird. Ziel dieser Arbeit war es, die Sensitivität des Fischembryotests, der als Ersatzmethode für den akuten Fischtest eingesetzt werden kann, durch die Analyse der Genexpression zu erhöhen und seine Aussagekraft hinsichtlich der Vorhersage potentiell chronischer Effekte zu erweitern. Mit Hilfe der Modellsubstanz 3,4-Dichloranilin wurden durch Mikroarrays und die Analyse ausgewählter Kandidatengene eine Reihe sensibler Gene identifiziert, deren Expression im subakuten Bereich verändert war. Die veränderten Gene (*cyp1a*, *ahr2*, *nfe212*, *maft*, *hmx1* und *fzr1*) im Fischembryo wurden in Konzentrationsbereichen verändert, bei denen in einem chronischen Test (*fish early life stage test*) toxische Effekte beobachtet wurden. Die mit den identifizierten Genen assoziierten Signalwege deuteten auf eine protektive Wirkung, welche durch funktionelle Analysen mit transienter Manipulation der Genexpression bestätigt werden konnte.

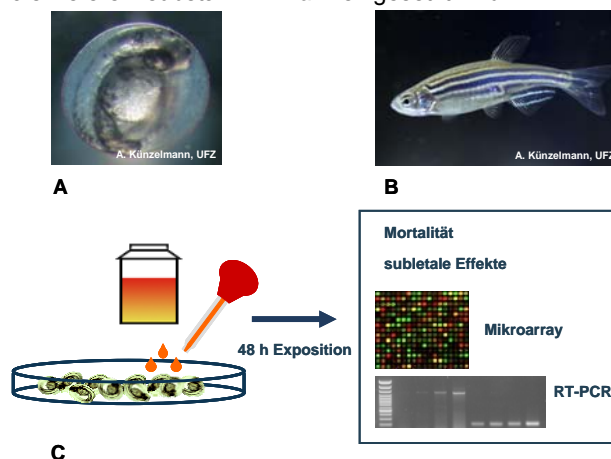
### Alternativen zum Tierversuch

Für die Zulassung von Chemikalien, Bioziden, Pestiziden und Medikamenten ist in Europa eine Umweltrisikoprüfung vorgeschrieben (Commission of the European Communities 1993 und 1994; CVMP/VICH, 2004; EMEA/CHMP, 2006). Im Rahmen dieser Prüfung werden verschiedene Toxizitätstests durchgeführt, darunter auch akute und chronische Fischtests. Als Konsequenz des neuen Zulassungsverfahrens der Europäischen Union REACH (Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals, Commission of the European Communities, 2003) wird innerhalb der Umweltrisikoprüfung für die nächsten Jahre eine erhebliche Zunahme der Anzahl von Tierversuchen für die Substanztestung erwartet (Bhagal, 2005). Gleichzeitig wächst jedoch auch der öffentliche Druck, Alternativen zu Tierexperimenten zu finden, um deren Zahl zu reduzieren.

Nach geltenden EU-Richtlinien werden Experimente mit nicht-humanen Wirbeltierembryonen als schmerzfreie Alternativen eingestuft und sind daher als Ersatzmethoden zu Tierversuchen akzeptiert. Als Ersatzmethode zum akuten Fischtest (OECD 203, 1992) wird der *Danio rerio* Embryotest (*DarT*, Nagel, 2002) eingesetzt, der in Deutschland im

Rahmen der Untersuchung von Abwässern bereits in eine gesetzliche Regelung integriert ist (Bundesgesetzblatt, 2005). Ersatzmethoden für chronische Fischtests wie zum Beispiel dem *Fish early life stage*-Test (FELST, OECD 210) existieren dagegen derzeit nicht. Im Hinblick auf eine solche Ersatzmethode war das Ziel der hier vorgestellten Arbeit die Erweiterung des Embryotests *DarT* zu einem Gen-*DarT* (Genexpression - *Danio rerio* Embryotest).

Die Wirkung toxischer Substanzen entfaltet sich zunächst auf molekularer Ebene und kann Physiologie und Vitalität sowohl auf zellulärer, als auch auf organischer Ebene beeinflussen. Als Folge solcher molekularen Interaktionen treten Veränderungen von Genexpressionsmustern auf, z.B. durch Interaktion von Schadstoffen mit Rezeptoren oder als Teil einer Stressantwort. Veränderungen der Genexpression können toxische Effekte anzeigen, bevor ein phänotypischer Effekt sichtbar wird. Die dieser Arbeit zugrunde liegende Hypothese war daher, dass die Analyse Schadstoff-abhängig exprimierter Gene in Embryonen des *DarT* das toxische Potential einer Substanz bereits bei subakuten Expositionskonzentrationen anzeigt, und so die Sensitivität des konventionellen Embryotests erhöhen kann (Abb. 1). Anders als die üblichen toxischen Endpunkte dieses Tests ermöglicht eine Untersuchung der Genexpression darüber hinaus Einblicke in zelluläre Mechanismen, die durch eine toxische Substanz beeinflusst werden. Als Modellchemikalie für diese Arbeit wurde 3,4-Dichloranilin (3,4-DCA) gewählt, das bereits als Referenzsubstanz im *DarT* eingesetzt wird.



**Abb. 1.** (→ [Grafik vergrößern](#)) **Forschungshypothese:** Genexpressionsanalysen im *Danio rerio* Embryotest *DarT* erhöhen die Sensitivität und Aussagekraft des Tests und ermöglichen die Vorhersage chronisch toxischer Konzentrationen. A: 48h Stunden alter Zebraärlblingsembryo, B: adulter Zebraärlbling, C: erweiterter *Danio rerio* Embryotest.

## Identifizierung Schadstoff-abhängiger Gene im Zebrabärblingsembryo

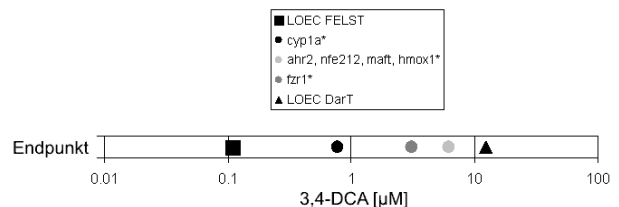
Um Schadstoff-sensitive, differentiell exprimierte Gene zu identifizieren, wurden Zebrabärblingsembryonen ab dem Zeitpunkt der Befruchtung mit der Modellsubstanz 3,4-DCA exponiert. Nach 48 Stunden Exposition wurde die RNA isoliert und sensitive Gene durch eine Kombination von Mikroarrays und der gezielten Analyse potentiell sensitiver Gene mit RT-PCR (Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction) identifiziert. Mikroarrays erlauben die simultane Analyse zehntausender Gene durch Hybridisierung der mRNA mit Gen-spezifischen Oligonukleotiden oder cDNAs. Die Ergebnisse der Mikroarray-Analysen wurden durch quantitative RT-PCR in unabhängigen Experimenten (d.h. Experimenten, die nicht für die Mikroarrays verwendet wurden) bestätigt. Zusätzlich wurden mittels RT-PCR solche Gene analysiert, für die eine potentielle Schadstoff-sensitive Antwort angenommen werden konnte, die aber aufgrund der eingeschränkten Größe des Oligonukleotid-Arrays (14000 Sequenzen) nicht auf den Mikroarrays enthalten waren. Durch die Kombination dieser beiden Methoden wurden sechs Konzentrations-abhängig exprimierte Gene, die eine Rolle in Biotransformationsprozessen (*cyp1a*, *ahr2*), zellulären Stressantworten (*nfe212*, *maft*, *hmox1*) und in der Kontrolle des Zellzyklus (*fzr1*) spielen, identifiziert (Voelker et al., 2007a).

Die identifizierten Gene geben Einblicke in die molekulare Wirkungsweise von 3,4-DCA, das aufgrund von quantitativen Struktur-Wirkungsbeziehungen (QSAR) als polar narkotisch wirkende Substanz beschrieben wird (Arnold et al., 1990). Die durch 3,4-DCA induzierten Stress-sensitiven Gene spielen primär eine Rolle in der Biotransformation der Phase 1 und 2. CYP1A ist ein Isoenzym der Cytochrom P450 Familie. Seine Expression wird über den Ah-Rezeptor reguliert und durch Polyaromaten, aber auch eine Reihe anderer Substanzen induziert (Bock, 1994; Denison und Heath-Pagliuso, 1998; Waller und McKinney, 1995). Auch für den Transkriptionsfaktor *nfe212* ist eine Regulation durch den Ah-Rezeptor beschrieben (Miao et al., 2005). *NFE212* (*p45 NF-E2 related factor 2*) kontrolliert über weitere Kofaktoren (z.B. kleine maf-Proteine wie das MAFT) die Expression von Phase 2-Enzymen (Motohashi und Yamamoto, 2004; Shen et al., 2004). Da Hitzeschock-Proteine auch über den NFE212-Signalweg reguliert werden (Kwak et al., 2003) könnte dies die Induktion von *hmox1* erklären (Martin et al., 2004). *Hmox1* besitzt in seiner Regulationseinheit typische Hitzeschock-protein-Regulationselemente (Alam et al., 199, Alam et al., 2004) und wird durch sehr verschiedene Stressbedingungen induziert. Hierzu gehören eine Vielzahl von Chemikalien, die oxidativen Stress hervorrufen, aber auch spezifisch wirkende Substanzen, wie Schwermetalle, Endotoxine, inflammatorische Zytokine und Prostaglandine (Alam et al., 2004). Durch seine katalytische Funktion – die Umwandlung von Biliverdin zu Bilirubin – trägt HMOX-1 zur Kompensation von oxidativem Stress durch reaktive Sauerstoff-Spezies bei. Ob

jedoch auch 3,4-DCA zur Entstehung reaktiver Sauerstoffspezies führt, ist bisher nicht bekannt. Neben der Regulation durch den Ah-Rezeptor ist jedoch auch eine Regulation über den MAPK (*mitogene activated protein kinase*)-Signalweg möglich, da die Aktivierung von NFE212 auch über diesen kontrolliert wird (Shen et al., 2004). Fünf der durch 3,4-DCA regulierten Gene im Zebrabärblingsembryo deuten somit auf ein regulatives Netzwerk, das im Wesentlichen auf der Regulation über den Ah-Rezeptor und/oder den MAPK-Signalweg basiert und auf eine generelle Stress- oder adaptive Antwort deutet, die auch durch andere Chemikalien induziert werden könnte. Eine Ausnahme bildet das durch 3,4-DCA reprimierte Gen für das *fizzy related protein 1* (*fzr1*). FZR1 spielt eine wichtige Rolle bei der Regulation der Zellteilung. 3,4-DCA könnte den Zellzyklus durch die Repression der Transkription von *fzr1* beeinflussen und zu einer Unterbrechung der Mitose führen, einem für die Entwicklung des Embryos bedeutenden Vorgang.

## Sensitivität des Gen-DarTs

Signifikante Veränderungen der Genexpression durch 3,4-DCA wurden bereits bei Expositionskonzentrationen 2-16fach unterhalb der LOEC (*lowest observed effect concentration*, Endpunkte Überleben und Entwicklungsanomalien) von 12,4 µM beobachtet (Abb. 2). In Bezug auf subletal chronische Effekte von 3,4-DCA im FELST mit einem LOEC von 0,11 µM liegt die Sensitivität des Gen-DarT deutlich über der akuten Toxizität und nahe des im FELST beobachteten LOEC für chronische Toxizität (Abb. 2). Die höchste Empfindlichkeit wurde für die Genexpression von *cyp1a* (0,78 µM) nachgewiesen. Die hohe Sensitivität der Genexpression konnte durch die Untersuchung der durch 3,4-DCA veränderten Gene für 12 weitere Testsubstanzen bestätigt wurde. Für die meisten der untersuchten Substanzen konnten signifikante Änderungen der Genexpression deutlich unterhalb der akuten Wirkkonzentrationen und im gleichen Konzentrationsbereich wie toxische Effekte im *fish early life stage test* beobachtet werden (Weil et al., unveröffentlichte Daten).



**Abb. 2.** (→ [Grafik vergrößern](#)) Sensitivität des Gen-DarTs (Genexpressions-Danio rerio-Embryotest) im Vergleich zu Effektkonzentrationen von 3,4-DCA (= LOEC, *lowest observed effect concentration*) im Zebrabärblings-Fischembryotest (DarT) und *fish early life stage tests* (FELST) für die Testsubstanz 3,4-Dichloranilin. Gezeigt sind die LOECs für die Genexpression von *cyp1a*, *ahr2*, *nfe212*, *maft*, *hmox1* und *fzr1* im Embryo (\* = signifikant veränderte Genexpression im DarT). Genexpressionsanalysen sind bis zu 16fach sensitiver als die konventionellen toxischen Endpunkte des DarT.

Die Identifikation der hier betrachteten Gene erfolgte mit nur einer Modellsubstanz. Durch Verwendung weiterer Modellsubstanzen und Durchführung weiterer Microarrays kann mit der Identifizierung weiterer Gene und ggf. einer erhöhten Sensitivität gerechnet werden. Daher erfolgen in unserer Arbeitsgruppe zurzeit Untersuchungen mit weiteren Modellsubstanzen.

## Relevanz Schadstoff-abhängig veränderter Gene

Die in ihrer Expression veränderten Gene können – über die entsprechenden Genprodukte – sowohl eine protektive Wirkung gegenüber dem Schadstoff haben als auch die toxischen Effekte vermitteln. Um Informationen über die funktionelle Bedeutung der Gene im Zusammenhang mit der Toxizität von 3,4-DCA zu erhalten, wurde die Expression in 3,4-DCA-exponierten Embryonen durch Injektion von siRNA (Repression, Tuschl, 2001) oder mRNA (Überexpression) in das embryonale Ein-Zell-Stadium manipuliert. Hierzu wurden die Gene *cyp1a* und *hmox1* ausgewählt, da diese die höchste Sensitivität für eine differentielle Expression bei fast allen untersuchten Testsubstanzen aufwiesen. Der Effekt dieser Manipulation auf die Toxizität von 3,4-DCA (d.h. auf die Häufigkeit von Embryonen mit typischen Entwicklungsanomalien nach 48 Stunden Exposition) wurde untersucht. Die Überexpression der Gene *cyp1a* oder *hmox1* hatte eine verringerte Anzahl Entwicklungsstörungen zur Folge, während die Injektion von siRNA der gleichen Gene zu einer Erhöhung der Entwicklungsstörungen führte. Die beobachteten gegensätzlichen Auswirkungen der siRNA- und mRNA-Injektion auf die Toxizität von 3,4-DCA deuten auf eine protektive Wirkung der veränderten Genexpression (Voelker et al., 2007b).

## Gen-DarT als Ersatzmethode zum Tierversuch

Die hier vorgestellten Untersuchungen veranschaulichen das Potential Schadstoff-abhängig exprimierter Gene zur Risikoanalyse von Schadstoffen. Genexpressionsanalysen wie sie in dieser Arbeit durchgeführt wurden, sind geeignet die Aussagekraft des konventionellen Embryotests zu verbessern und können möglicherweise als Vorhersagemodell für chronische Toxizität eingesetzt werden. Die Sensitivität der in dieser Arbeit gezeigten 3,4-DCA-abhängigen Genexpression liegt relativ nahe am Konzentrationsbereich chronischer Effekte im FELST. Für 12 weitere Substanzen konnte mit den gleichen Genen ein ähnliches Ergebnis erzielt werden. Gene, wie die hier vorgestellten, könnten daher die Anzahl von Tierversuchen für die Untersuchung der chronischen Toxizität reduzieren und zusätzliche mechanistische Informationen vermitteln. Durch Identifizierung weiterer Gene und Untersuchung zusätzlicher Chemikalien soll die Analyse der Genexpression in Zebrafischembryonen zu einem Vorhersagemodell für chronische Toxizität optimiert werden. Da zurzeit keine alternativen experimentellen Modelle für den Ersatz chronischer Fischtests zur Verfügung stehen, besitzt die Analyse der Genexpression bei weiterer Optimierung ein

hohes Potential zur Entwicklung einer Ersatzmethode. In Kombination mit funktionellen Genanalysen zeigen die Ergebnisse darüber hinaus, dass der Zebrafischembryo auch zur Bewertung der Relevanz differentieller Genexpression – adaptive Funktion oder Vermittlung der Toxizität - eingesetzt werden kann.

## Danksagung

Das Projekt „Gen-DarT - Entwicklung eines Fischembryotests als Alternative für verlängerte und chronische Fischtests“ wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des Programms ‚Biotechnologie – Alternativen zu Tierversuchen‘ gefördert (FKZ: PTJ-BIO/ 0313015-17).

## Literatur

- Alam J., Stewart D., Touchard C., Boinapally S., Choi A.M. und Cook J.L. (1999) Nrf2, a Cap'n'Collar transcription factor, regulates induction of the heme oxygenase-1 gene. *J Biol Chem*, 274, 26071-8
- Alam J., Igarashi K., Immenschuh S., Shibahara S. und Tyrrell R.M. (2004) Regulation of heme oxygenase-1 gene transcription: recent advances and highlights from the International Conference (Uppsala, 2003) on Heme Oxygenase. *Antioxid Redox Signal*, 6, 924-33
- Arnold L.M., Lin D.T. und Schultz T.W. (1990) QSAR for methyl- and/or chloro-substituted anilines and the polar narcosis mechanism of toxicity. *Chemosphere*, 21, 183-191
- Bhogal N. (2005) The EU REACH system: blessing in disguise or wolf in wolf's clothing? *Altern Lab Anim*, 33, 81-2
- Bock, K.W. (1994) Aryl hydrocarbon or dioxin receptor: biologic and toxic responses. *Rev Physiol Biochem Pharmacol*, 125: 1-42.
- Bundesgesetzblatt (2005) Bekanntmachung der Neufassung des Abwasserabgabengesetzes vom 18. Januar 2005. Jahrgang 2005 Teil I Nr. 5, ausgegeben zu Bonn am 25.01.2005
- Commission of the European Communities (1993) Council Regulation 793/93/EEC of 23 March 1993 on the evaluation and control of risks of existing substances. *Official Journal of the European Communities L84/1*
- Commission of the European Communities (1994) Regulation 1488/94/EEC of 28 June 1994, laying down the principles for the assessment of risks to man and the environment of existing substances in accordance with Council Regulation 793/93/EEC. *Official Journal of the European Communities L161/3*
- Commission of the European Communities (2003) Proposal for a regulation of the European parliament and of the council concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH), establishing a European Chemicals Agency and amending Directive 1999/45/EC and Regulation (EC) on Persistent Organic Pollutants.

- CVMP/VICH (2004) Environmental impact assessment for veterinary medicinal products. Phase II guidance. *VICH Topic GL 38 (Ecotoxicity Phase II) Step 7 (CVMP/VICH/790/03-Final)*
- Denison, M.S. und Heath-Pagliuso, S. (1998) The Ah receptor: a regulator of the biochemical and toxicological actions of structurally diverse chemicals. *Bull Environ Contam Toxicol*, 61(5): 557-68.
- EMA/CHMP (2006) Guideline on the environmental risk assessment of medicinal products for human use. *Doc. Ref. EMA/CHMP/SWP/4447/00*
- Kwak, M. K., Wakabayashi, N., Itoh, K., Motohashi, H., Yamamoto, M., und Kensler, T. W. (2003) Modulation of gene expression by cancer chemopreventive dithiolethiones through the Keap1-Nrf2 pathway. Identification of novel gene clusters for cell survival. *J Biol Chem* 278, 8135-8145.
- Martin, D., Rojo, A. I., Salinas, M., Diaz, R., Gallardo, G., Alam, J., de Galarreta, C. M. R., und Cuadrado, A. (2004) Regulation of heme oxygenase-1 expression through the phosphatidylinositol 3-kinase/Akt pathway and the Nrf2 transcription factor in response to the antioxidant phytochemical carnosol. *J Biol Chem* 279, 8919-8929.
- Miao W., Hu L., Scrivens P.J. und Batist G. (2005) Transcriptional regulation of NRF2 expression by the AHR-XRE signaling pathway: Direct cross-talk between phase I and II drug-metabolizing enzymes. *J Biol Chem*, 280, 20340-20348
- Motohashi, H. und Yamamoto, M. (2004) Nrf2-Keap1 defines a physiologically important stress response mechanism. *Trends Mol Med*, 10(11): 549-57.
- Nagel R. (2002) DarT: The embryo test with the Zebrafish *Danio rerio*—a general model in ecotoxicology and toxicology. *Altex*, 19 Suppl 1, 38-48
- OECD 203 (1992) OECD guideline for testing of chemicals. Test No. 203: Fish, Acute Toxicity Test.
- OECD 210 (1992) OECD guideline for testing of chemicals. Test No. 210: Fish, early life stage toxicity test.
- Shen, G., Hebbbar, V., Nair, S., Xu, C., Li, W., Lin, W., Keum, Y. S., Han, J., Gallo, M. A., und Kong, A. N. (2004) Regulation of Nrf2 transactivation domain activity. The differential effects of mitogen-activated protein kinase cascades and synergistic stimulatory effect of Raf and CREB-binding protein. *J Biol Chem* 279, 23052-23060.
- Tuschl T. (2001) RNA interference and small interfering RNAs. *Chembiochem*, 2, 239-45
- Voelker D., Vess C., Tillmann M., Nagel R., Otto G.W., Geisler R., Schirmer K. und Scholz S. (2007a) Differential gene expression as a toxicant-sensitive endpoint in zebrafish embryos and larvae. *Aquatic Toxicology*, 81(4): 355-64.
- Voelker D., Stetefeld, N., Schirmer, K. und Scholz, S. (2007b). The role of *cyp1a* and heme oxygenase-1 gene expression for the toxicity of 3,4-dichloroaniline in zebrafish (*Danio rerio*) embryos. *Aquatic Toxicology*, doi:10.1016/j.aquatox.2007.10.007, im Druck.
- Waller, C.L. und McKinney, J.D. (1995) Three-dimensional quantitative structure-activity relationships of dioxins and dioxin-like compounds: model validation and Ah receptor characterization. *Chem Res Toxicol*, 8(6): 847-58.

## Korrespondenzadresse:

Dr. Doris Völker  
 Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ  
 Department für Zelltoxikologie  
 Permoser Str. 15  
 04318 Leipzig  
 Tel: 0341-2352928  
 Fax: 03341-2352434



## Anreicherung persistenter organischer Schadstoffe in den Polargebieten – Modelluntersuchungen

Gerhard Lammel<sup>1,2</sup>, Aissa M. Sehili<sup>3</sup>, Semeena V.S.<sup>1,3,4</sup>

<sup>1</sup> Max-Planck-Institut für Meteorologie, Bundesstr. 53, D-20146 Hamburg, gerhard.lammel@zmaw.de

<sup>2</sup> Masaryk University, Research Centre for Environmental Chemistry and Ecotoxicology, Kamenice 3, CZ-62500 Brno

<sup>3</sup> Universität Hamburg, Meteorologisches Institut, Bundesstr. 55, D-20146 Hamburg

<sup>4</sup> neue Adresse: Norwegian Meteorological Institute, POB 43, Blindern, N-0313 Oslo

### Zusammenfassung

Atmosphärische Transporte vermögen Stoffe zwar innerhalb weniger Tage von mittleren in hohe Breiten zu verfrachten. Die globale Verteilung chemisch sehr unterschiedlicher mittelflüchtiger organischer Stoffe wird aber durch Multi-kompartimentprozesse kontrolliert. Für die Untersuchung von großräumiger Verfrachtung in die, und Verbleib von Spurenstoffen in den Polargebieten eignen sich komplexe Modelle, die die naturräumlichen Gegebenheiten und die Chemo-dynamik auflösen. Es wurde ein auf einem sog. Klimamodell aufbauendes Multikompartiment-Chemie-Transport-Modell entwickelt und zur Untersuchung großräumigen Stoffausbreitungs- und -verhaltensverhaltens angewandt. Tatsächlich wird gefunden, dass das Ferntransportpotenzial mittelflüchtiger Stoffe aufgrund mehrerer Emissions-Transport-Depositions-Zyklen erhöht ist (sog. Grashüpfer-Effekt oder Multi-hopping). Das Modellexperiment sagt eine Anreicherung von  $\gamma$ -HCH (nicht aber von DDT) in der Arktis und Antarktis jedoch auch ohne den Grashüpfer-Effekt voraus, d.h. allein aufgrund des Transports in der Atmosphäre, der einer Erstemission folgt. Offenbar ist die Anreicherung der mittelflüchtigen und schwer abbaubaren Stoffe in den Polargebieten nicht notwendigerweise auf Multi-hopping zurückzuführen, sondern kann auch meteorologisch bedingt sein.

### Einleitung

Das Verständnis der weitreichenden Verfrachtung natürlicherweise in der Umwelt nicht oder kaum abbaubarer Fremdstoffe ist von Bedeutung für die Unversehrtheit der Ökosysteme (Genom-, Organismen- und Ökosystemebenen, insbesondere im aquatischen Bereich) und die menschliche Gesundheit (Expositionspfade Ernährung, aber auch Inhalation). Es ist ebenso notwendig zur Einschätzung von Chemikalienrisiken (nationale und internationale Chemiewirtschaft, Konventionsprozesse zum Schutz der Umwelt und Gesundheit [1]). In den letzten Jahren wurden Sachstandsberichte für einzelne Regionen und den Globus insgesamt vorgelegt, wobei die Arktis seit jeher wegen der Vulnerabilität der Ökosysteme und der potenziell hohen Exposition der indigenen Völker gegenüber Giftstoffanreicherung in den marinen Nahrungsketten im Vordergrund stand [2]. In der Arktis werden nicht nur besorgniserregende Konzentrationen von chlororganischen Stoffen in Organismen (Fische, Meeressäuger, Eisbären) beobachtet, sondern auch Episoden hoher Luftverschmutzung (Stickoxide, sekundäre Aerosole,

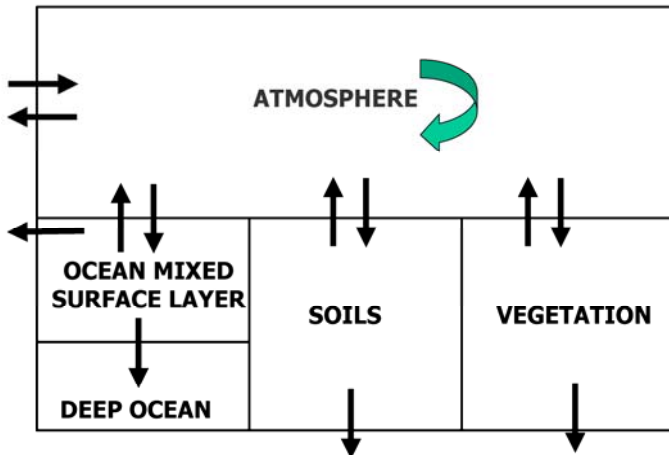
polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe), die denen in mittleren Breiten kaum nachstehen [3].

### Fragestellung und Methodik

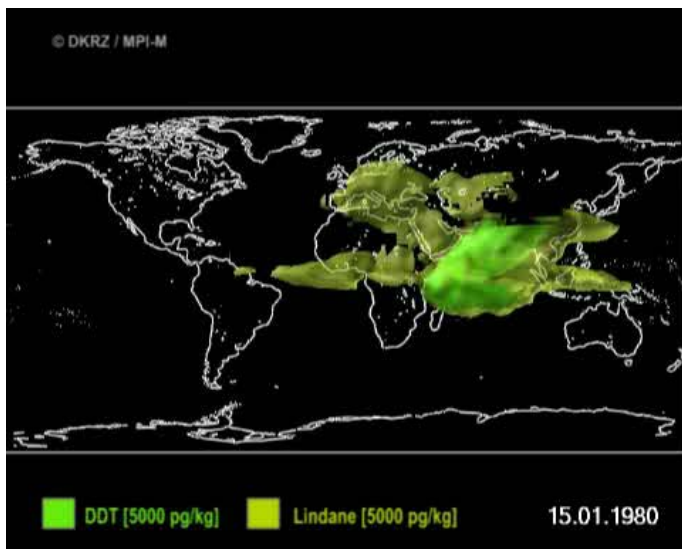
Die Gründe für die Anreicherung zumindest der chlororganischen Stoffe in den Polargebieten (aber auch im Hochgebirge) werden in den Stoffeigenschaften vermutet: Gemäß einer Hypothese [4-5] verhält sich die Stoffverteilung zwischen den Bodenkompartmenten (Böden, Land- und Meereis, Vegetation, Ozean) einerseits und der Luft andererseits auf großen Raumskalen und auf lange Sicht trotz gerichteter Transporte nicht anders, als die Stoffverteilung in einer Destillationskolonne, sog. 'Global distillation', - wenn nur der Dampfdruck der Substanz eine Trennung unter Atmosphärentemperaturen nahelegt, also Mittelflüchtigkeit vorliegt (Sättigungsdampfdrücke  $10^{-5}$ – $10^{-2}$  Pa bei 293 K). Das Ferntransportpotenzial mittelflüchtiger Stoffe sollte aufgrund mehrerer Emissions-Transport-Depositions-Zyklen erhöht sein (sog. Grashüpfer-Effekt, multi-hopping).

Aufgrund der zeitlich und auch räumlich variablen Emissionsflüsse praktisch sämtlicher relevanter Stoffe können experimentelle Ansätze (d.h. großskalige Feldmessungen [6-7]) wichtige Anhaltspunkte liefern, aber keine strenge Verifikation der Hypothese darstellen. Anders numerische Modelle der Umweltchemie: In sog. Klimamodellen z.B. sind die naturräumlichen Gegebenheiten einschließlich der realitätsnahen Variabilitäten von Winden und Meeresströmungen auf Zeitskalen zwischen Stunden und Jahrzehnten und darüber hinaus (in den gekoppelten Chemie-Klima-Modellen) die Chemie der Atmosphäre abgebildet. Die Hypothese war bislang jedoch ausschließlich mit stark generischen Modellwerkzeugen überprüft worden, die die Transporte zwischen Klimazonen durch Massentransferkoeffizienten (pseudo-Reaktionsgeschwindigkeitskonstanten erster Ordnung) ausdrücken und ohne regionale Auflösung [8]. Freilich müssen Klimamodelle zu Multikompartiment-Chemie-Transport-Modellen erweitert werden um dem Multikompartiment-erhalten mittelflüchtiger und schwer abbaubarer Stoffe Rechnung tragen zu können [9] (Abb. 1).

**Abb. 1:** Illustration der Dimensionen der verwendeten Version des Multikompartiment-Chemie-Transport-Modells:



a. Kompartimente: Interkompartimentmassenflüsse, null-dimensionale Darstellung. Pfeile von und nach außen bedeuten Quellen bzw. Senken (Abbau) für das System.



b. Räumliche und zeitliche Auflösungen in der Atmosphäre: globale Verteilungen von DDT und  $\gamma$ -HCH entsprechend der Ausbringung in Agrarökosystemen 1980,  $2.8^\circ \times 2.8^\circ$ , 19 Niveaus von 1000-10 hPa Luftdruck und 30 min als Zeitschritt (zeitliche Dynamik im Film, Internet: [http://www.dkrz.de/movies/DDT\\_Lindane.mpg](http://www.dkrz.de/movies/DDT_Lindane.mpg)).

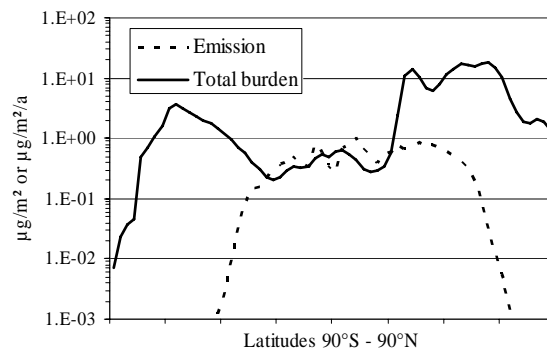
Ein solches globales Modell wurde am Zentrum für Marine und Atmosphärische Wissenschaften, Hamburg, seit einigen Jahren entwickelt [10-13] und auf die Untersuchung der atmosphärischen und ozeanischen Ausbreitung und Verteilung von Pestiziden, polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen und oberflächenaktiven Stoffen angewandt [12-16]. Hierbei wurde auf das allgemeine Zirkulationsmodell (general circulation model, GCM) der Atmosphäre, ECHAM5 [17], aufgebaut, in das ein vereinfachtes Chemiemodell [18] und ein voll dynamisches Aerosolmodell, HAM [19], integriert sind. HAM beschreibt die Aerosolpopulation durch insgesamt 7 log-normalverteilte Moden, davon 3 extern gemischte, wasserunlösliche und 4

intern gemischte, wasserlösliche Partikeltypen. Die Bodenkompimente, Böden, Vegetation, ozeanische Mischungsschicht und optional Meereis sind durch zwei-dimensionale Sub-Modelle repräsentiert. Ein Ozean-GCM mit integriertem Biogeochemie-Modul zur Simulation der Schwebstoffdynamik [20] kann optional angekoppelt werden.

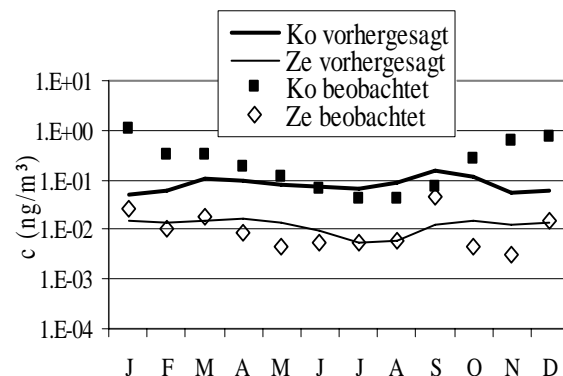
## Ergebnisse und Diskussion

Atmosphärische Transporte verfrachten Stoffe innerhalb weniger Tage von mittleren in hohe Breiten. Die globale Verteilung chemisch sehr unterschiedlicher mittelflüchtiger organischer Stoffe schließt selbstverständlich die Polargebiete mit ein. Dies ist in Abb. 2 für einen mittelflüchtigen polyzyklischen Kohlenwasserstoff, Anthracen ( $p_{298\text{K}} \approx 1 \times 10^{-3}$  Pa), gezeigt. Die dortigen Belastungsniveaus, atmosphärische Konzentration und ihre Saisonalität, vermag das Modell zu reproduzieren.

**Abb. 2:** Verteilung von Anthracen in die Arktis:



(a.) Global zonale gemittelte Verteilungen der Emissionen (Jahressumme 1996,  $\mu\text{g m}^{-2}$ ) und der vom Modell vorhergesagten Umweltbelastung (Summe aller Kompartimente (total burden),  $\mu\text{g m}^{-2}$  im Jahresmittel nach Äquilibration des Multikompartimentsystems)



(b.) Vergleich mit Beobachtungen in europäischen mittleren (Košetice/Tschechien,  $49^\circ\text{N}$ , Monatsmittel 1996-99 [21]) und hohen Breiten (Zeppelinjell/Spitsbergen,  $79^\circ\text{N}$ , Monatsmittel 1994-98 [22]).

Die Bedeutung des Grashüpfer-Effekts (multi-hop) für das Ferntransport-Potenzial der mittelflüchtigen organischen Stoffe DDT ( $p_{293\text{K}} \approx 3 \times 10^{-5}$  Pa) und Hexachlorcyclohexan (HCH;  $p_{293\text{K}} \approx 3 \times 10^{-3}$  Pa) im Gegensatz zu einmaligem



Transport (single-hop), wurde durch Separation der beiden Transportmodi im Modellexperiment untersucht [13]. DDT und HCH, chlororganische Pestizide der ‚ersten Generation‘, sind historisch gesehen die weltweit bedeutendsten Insektizide. Während DDT nur noch in tropischen Ländern und zumindest legal fast ausschließlich in Gesundheitsprogrammen (Vorbeugung gegen Wirte des Malaria-Erregers) eingesetzt wird und  $\alpha$ -HCH und andere Isomere heute verboten sind, ist  $\gamma$ -HCH (Lindan) ein in sehr vielen Landwirtschaften, auch in Industriestaaten, bedeutsames Pestizid. Lindan ist, wenn auf Landoberflächen deponiert, flüchtiger, wird aber durch Niederschlag auch rascher aus der Atmosphäre entfernt als DDT.

Multi-hopping von DDT und HCH verändert deren Verteilung über die verschiedenen Umweltmedien und erhöht deren Gesamtverweildauer (Persistenz). Die Simulationen zeigen, dass sowohl der Grashüpfer-Effekt als auch die Verteilung nach Erstemission für den Ferntransport bedeutsam sind. Der Grashüpfer-Effekt erleichtert den Ferntransport. Innerhalb der atmosphärischen Grenzschicht und nahe der Ausbringungsregionen überwiegt der Grashüpfer-Transportmodus (Abb. 3-4). Die Wahrscheinlichkeit in der freien Troposphäre und in noch höheren Luftschichten bereits reemittierte  $\gamma$ -HCH-Moleküle anzutreffen ist höher als für DDT-Moleküle, was mit rascherer Auswaschung und Reemission von  $\gamma$ -HCH an den Oberflächen zusammenhängt. Das Modellexperiment sagt eine Anreicherung von  $\gamma$ -HCH in der Arktis und Antarktis auch ohne den Grashüpfer-Effekt voraus, d.h. allein aufgrund des Transports in der Atmosphäre, der einer Erstemission folgt: Der Anteil der globalen atmosphärischen Depositionen in der Arktis (17%) übersteigt deutlich den Anteil der Arktis an der Erdoberfläche (8%; Tab. 1).

Zumindest für  $\gamma$ -HCH ist damit gezeigt, dass die Anreicherung der mittelflüchtigen und schwer abbaubaren Stoffe in den Polargebieten nicht notwendigerweise auf Multi-hopping zurückzuführen sein muss, sondern auch meteorologisch bedingt sein kann. Für DDT (Tab. 1) und für die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe Anthracen und Fluoranthren ( $p_{298\text{ K}} \approx 1 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ ) wird dies dagegen nicht gefunden. Weil die Depositionen dieser Stoffe in der Arktis jedoch dem Flächenanteil nahekommen ( $\approx 6\%$  für DDT, s. Tab. 1), kann auch für diese Stoffe nicht ausgeschlossen werden, dass sie sich allein durch Single-hopping in der Arktis anreichern: Dies könnte ein Modellexperiment mit artifizierlicher, nämlich meridional isotroper Erstemissionsverteilung klären.

In diesen Simulationen wurde mangels kinetischer Daten der Abbau der mit Partikeln assoziierten Moleküle vernachlässigt, obwohl er nicht Null sein mag. Daraus resultiert eine systematische Überschätzung des Ferntransportpotenzials. Ferner ist die Beschreibung des Stoffaustausches im System Luft/Eis/Schnee stark vereinfacht.

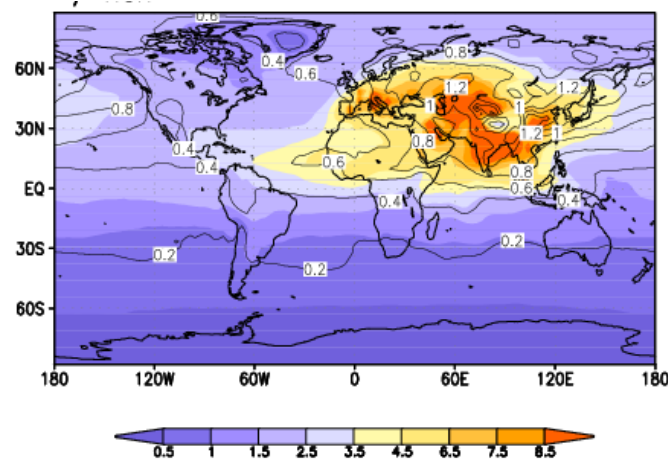
Stoff	DDT		$\gamma$ -HCH	
	Multi-hop	Single-hop	Multi-hop	Single-hop
Gesamtinventar	95	520	240	1000
Inventar in der Arktis / Antarktis <sup>a</sup>	7 / 2	22 / 9.9	32 / 4	53 / 14
Inventar in der Grenzschicht / Stratosphäre <sup>b</sup>	39 / 12	172 / 78	112 / 26	420 / 110
Gesamtdeposition	2112	6540	6170	16010
Deposition in den Ozean	43	37	39	33
Deposition in die Arktis / Antarktis <sup>a</sup>	353 / 46	347 / 7.2	2040 / 85	2720 / 11
Verhältnis der anteiligen Depositionen in Arktis und Antarktis zu deren Flächenanteil <sup>a,c</sup>	2.1	0.7	4.1	2.1

<sup>a</sup> Arktis: 66.5°N-90°N, Antarktis: 66.5°S-90°S

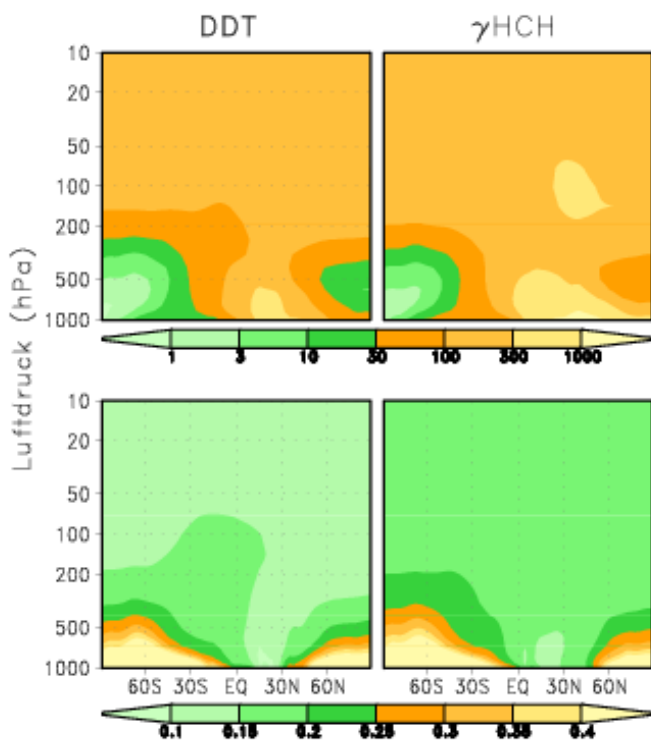
<sup>b</sup> Planetarische Grenzschicht: 750-1000 hPa, Stratosphäre: 10-100 hPa.

<sup>c</sup> 8% der Erdoberfläche befindet sich jenseits von 66.5°N oder 66.5°S

**Tabelle 1:** Atmosphärisches Inventar (t) und Depositionsflüsse ( $\text{t a}^{-1}$ ) von DDT und  $\gamma$ -HCH in der unter den Transportmodi Grashüpfer-Effekt (multi-hop) und einmaliger Transport (unterbundene Re-emission, single-hop): Gesamtinventar im Jahresmittel des zehnten Jahres nach Einbringung in die Umwelt. [12, 14]



**Abb. 3:** Atmosphärische Fracht (Gesamtsäulendichte in  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ ) von  $\gamma$ -HCH (Schattierung) und reemittierter Anteil davon (Isolinien). Jahresmittel im zehnten Jahr des Eintrags in die Umwelt. [12, 14]



**Abb. 4:** Zonal gemittelte globale Verteilungen der atmosphärischen Konzentrationen von DDT und  $\gamma$ -HCH gesamt (oben) und reemittierter Anteil (unten). Jahresmittel im zehnten Jahr des Eintrags in die Umwelt in pg/kg. [12, 14]

## Ausblick

Für die Untersuchung von großräumiger Verfrachtung und Verbleib von Spurenstoffen in die Polargebiete eignen sich komplexe Modelle, die die naturräumlichen Gegebenheiten und die Chemodynamik auflösen. Sie sollten auch eingesetzt werden, um Stoffbilanzen unter Szenarien zukünftiger Entwicklung (Chemiekalienpolitik, Klima, u.a.) zu ermöglichen.

Für Untersuchungen der Vorgänge in hohen Breiten muss jedoch die Beschreibung des Stoffaustausches im System Luft/Eis/Schnee noch verbessert werden. Hierfür sind Labor- und Felduntersuchungen notwendig (Auswaschungseffizienzen, Einfluß der Morphologie, u.a.). Sofern die Verteilung vieler Spurenstoffe im atmosphärischen Aerosol noch unsicher ist, weil die Bedeutung von adsorptiven und absorptiven Anteilen unklar ist, kann das atmosphärische Ferntransportpotenzial noch nicht zweifelsfrei quantifiziert werden. Dies betrifft insbesondere auch persistente organische Schadstoffe.

Die Exposition der Polargebiete folgt zum Teil mit erheblicher Verzögerung (Jahre) der Stoffnutzung in den mittleren Breiten und den Tropen. Für die Betrachtung von Zeitskalen jenseits eines Jahrzehnts ist für die meisten Stoffe der Beitrag von Meeresströmungen für die Verteilung einzubeziehen. Solche gekoppelten Modelle werden derzeit entwickelt [12]. Für manche regionale Stoffbetrachtung könnte sogar der Beitrag der Fauna (etwa Meeressäuger) für die Stoffverteilung nicht vernachlässigbar sein.

## Danksagung

Dr. Tami Bond, University of Illinois, Urbana, für wesentliche Hilfe bei der Erstellung von Emissionsinventaren und Michael Böttinger, Deutsches Klimarechenzentrum, Hamburg, für Visualisierung von Modellergebnissen. Diese Forschung wurde unterstützt von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Behörde für Wissenschaft und Forschung, Hamburg.

## Literatur

- [1] Herrmann M, Mitt. Umweltchem. Ökotox. **11**, 30-35, 2005.
- [2] Arctic Monitoring and Assessment Programme: AMAP Assessment 2002: Persistent organic pollutants in the Arctic, Oslo (AMAP), 2003.
- [3] Shaw GE, Khalil MAK, Handbook of Environ. Chem. **4B** (van Dop H, Hrsg.), 70-111, Berlin (Springer), 1989.
- [4] Goldberg E, Proc. R. Soc. London **189B**, 277-289, 1975.
- [5] Wania F, Mackay D, Ambio **22**, 10-18, 1993.
- [6] Calamari D, Bacci E, Focardi S, Gaggi C, Morosini M, Vighi M, Environ. Sci. Technol. **25**, 1489-1495, 1991.
- [7] Ockenden WA, Steinnes E, Parker C, Jones KC, Environ. Sci. Technol. **32**, 2721-2726, 1998.
- [8] Wania F, Mackay D, Environ. Poll. **100**, 223-240, 1999.
- [9] Lammel G., Umweltwiss. Schadstofforschung - Z. Umweltchem. Ökotoxikol. **13**, 245-253, 2002.
- [10] Lammel G, Feichter J, Leip A, Report Max-Planck-Institut für Meteorologie **324**, Hamburg, 2001.
- [11] Leip A, Lammel G, Environ. Poll. **128**, 205-221, 2004.
- [12] Lammel G, Semeena VS, Guglielmo F, Ilyina T, Leip A, Umweltwiss. Schadstofforschung - Z. Umweltchem. Ökotoxikol. **18**, 254-261, 2006.
- [13] Semeena VS, Feichter J, Lammel G, Atmos. Chem. Phys. **6**, 1231-1248, 2006.
- [14] Semeena VS, Lammel G, Geophys. Res. Lett. **32**, L07804, doi:10.1029/2004GL022229, 2005.
- [15] Lammel G, Klöpffer W, Semeena VS, Schmidt E, Leip A, Environ. Sci. Poll. Res. **14**, 153-165, 2007.
- [16] Sehili AM, Lammel G, Atmos. Environ. **41**, 2007, im Druck.
- [17] Roeckner E, Bäuml G, Bonaventura L, Brokopf R, Esch M, Giorgetta M, Hagemann S, Kirchner I, Kornblueh L, Manzini E, Rhodin A, Schlese U, Schulzweida U, Tompkins A, Report Max-Planck-Institut für Meteorologie **349**, Hamburg, 2003.
- [18] Feichter J, Kjellström E, Rodhe H, Dentener FJ, Lelieveld J, Roelofs GJ, Atmos. Environ. **30**, 1693-1707, 1996.
- [19] Stier P, Feichter J, Kinne S, Kloster S, Vignati E, Wilson J, Ganzeveld L, Tegen I, Werner M, Schulz M, Balkanski Y, Boucher O, Minikin A, Petzold A, Atmos. Chem. Phys. **5**, 1125-1156, 2005.
- [20] Six KD, Maier-Reimer E, Glob. Biogeochem. Cycles **10**, 559-583, 1996.
- [21] Holoubek I, Klánová J, Jarkovský J, Kohoutek J, J. Environ. Monitoring **9**, 557-563, 2007.
- [22] EMEP – Co-operative programme of the monitoring and evaluation of the long-range transmissions of air pollutants in Europe, Norwegian Institute for Air Research, Kjeller, Norwegen, Internet: <http://www.nilu.no/projects/ccc/emepdata.html> (Zugriff 6.5.2007).



## Auswahl und Nutzung von Referenzmatrices zur Bestimmung von Stoffeigenschaften und des Umweltverhaltens von Stoffen

Werner Kördel, [werner.koerdel@ime.fraunhofer.de](mailto:werner.koerdel@ime.fraunhofer.de);

Karlheinz Weinfurtnner, [karlheinz.weinfurtnner@ime.fraunhofer.de](mailto:karlheinz.weinfurtnner@ime.fraunhofer.de); beide Schmallenberg

### Abstract

Zur Abschätzung des Umweltverhaltens und der Wirkungen von Stoffen (z.B. Allgemeinchemikalien und Wirkstoffe wie Pflanzenschutzmittel, Arzneimittel und Biozide) auf Ökosysteme bedarf es eines Satzes valider Testergebnisse. Testdaten können gruppiert werden in intrinsische Stoffeigenschaften wie Wasserlöslichkeit und Dampfdruck und extrinsische Eigenschaften wie Adsorption /Desorption, Bioabbau oder Wirkungen auf Bodenorganismen. Diese Testergebnisse werden teilweise stark von den Eigenschaften des Testböden mit beeinflusst. Es gilt daher ein durchgängiges Konzept für die Auswahl, Aufarbeitung und Bereitstellung solcher Referenzmatrices wie z.B. Referenzböden zu entwickeln. Wesentliche Kriterien dabei sind die Rückführbarkeit der erarbeiteten Daten auf reale Umweltausschnitte sowie Eignung der Referenzmatrices für die Testung möglichst vieler Stoffeigenschaften und die Repräsentativität (Verallgemeinerungsmöglichkeit) der erarbeiteten Daten.

### Einleitung

Für eine Beurteilung des Umweltrisikos von Stoffen benötigt man verlässliche Daten zur Abschätzung bzw. Modellierung der Verteilung und des Verhaltens (fate) in und zwischen den Kompartimenten. Eine Grundlage dafür sind die physikalisch-chemischen Eigenschaften wie z.B. Dampfdruck, Schmelzpunkt, Wasserlöslichkeit oder Verteilung zwischen Fett- und Wasserphase (n-Octanol/Wasser). Diese sogenannten intrinsischen Stoffeigenschaften hängen allein vom betrachteten Stoff ab und können somit jederzeit von einem anderen Labor verifiziert werden. Die Bestimmungsverfahren sind in international anerkannten Richtlinien (z.B. OECD-Testrichtlinien) festgelegt.

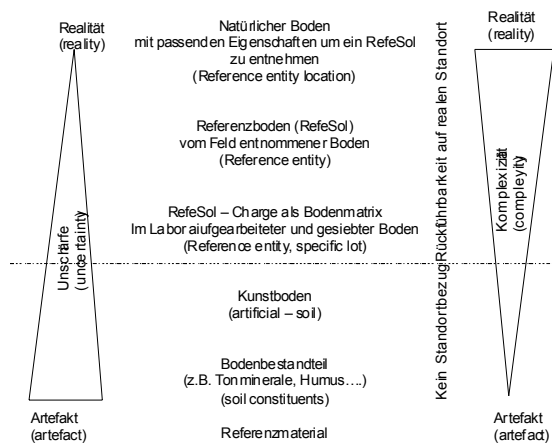
Anders verhält es sich mit Stoffeigenschaften, die nicht nur von dem untersuchten Stoff selbst, sondern auch von der Matrix, in der der Test durchgeführt wird, abhängen. Typische Beispiele hierfür sind z.B. die Bestimmung der Sorption eines Stoffes an Böden oder Sedimente oder der Abbau/Metabolismus eines Stoffes in diesen Kompartimenten. Es ist Lehrbuchwissen, dass die Sorption eines Stoffes stark von dem Boden- bzw. Sedimenteigenschaften abhängt. Analoges gilt für die Abbau/Metabolismusprozesse in Böden und Sedimenten. Auch die Wirkung eines Stoffes auf Organismen hängt von der verwendeten Matrix ab. So können z.B. für einen Stoff die NOEC-Werte im Regenwurmtest stark differieren, je nachdem in welchem Boden bzw. Bodensubstrat der Test durchgeführt wurde.

Diese Eigenschaften wurden als extrinsische

Stoffeigenschaften bezeichnet. Es stellt sich somit das Problem: Wie können erarbeitete Daten miteinander verglichen werden, die an verschiedenen Orten mit sich voneinander unterscheidenden Matrices gewonnen wurden? Man kann die Frage auch anders stellen: Wie stark können bzw. müssen diese zur Testung genutzte Matrices standardisiert werden, und wie viel verschiedene Matrices müssen eingesetzt werden, um eine verlässliche Expositionsabschätzung durchführen zu können? Erschwerend kommt hinzu, dass Böden und Sedimente dynamische Systeme mit teilweise hoher zeitlicher und räumlicher Variabilität darstellen. Bei einer zweiten Boden- oder Sedimentprobenahme wird diese sich mehr oder weniger deutlich von der ersten unterscheiden. Dieses Problem stellt sich auch, wenn in Böden oder Sedimenten verfügbare oder mobile Stoffanteile bestimmt werden sollen. So wird z.B. in ISO 17402 (Soil quality – Guidance for the selection and application of methods for the assessment of bioavailability of contaminants in soil and soil materials) ausgeführt, dass das Wissen hinsichtlich geeigneter Bestimmungsverfahren zur Erfassung verfügbarer/bioverfügbarer Anteile von Kontaminanten noch sehr begrenzt ist und standardisierte und erprobte Methoden für die meisten Expositionspfade nicht verfügbar sind. Zu vergleichbaren Ergebnissen kommen auch Harmsen et al. (2005).

### Konzept zur Auswahl und Nutzung von Referenzmatrices

Ziel der Auswahl und Festlegung von Referenzmatrices ist es, die Komplexität und Variabilität eines zu betrachtenden Umweltkompartiments bzw. des Ausschnitts so zu reduzieren, dass sich aus Sicht der mit der Referenzmatrix durchzuführenden Laborversuche ein handhabbares und überschaubares Untersuchungsobjekt ergibt. Bei dieser Reduktion ist jedoch darauf zu achten, dass die Rückführbarkeit der Ergebnisse auf reale Umweltbedingungen nicht verloren geht. Abbildung 1 verdeutlicht das prinzipielle Vorgehen am Beispiel von Referenzböden. Für Böden bedeutet dies die Auswahl von wenigen Referenzböden mit hoher Repräsentativität aus der Vielzahl natürlicher Böden. Dieses Vorgehen entspricht dem in der Bodenbiologie, wo begründet ausgewählte „Stellvertreterorganismen“ getestet werden. Von diesen Ergebnissen wird auf die Auswirkung auf das Ökosystem Boden geschlossen. Die Vorgehensweise wird in Kapitel III weiter ausgeführt. Das Modell kann dann leicht auf andere Matrices wie z.B. Sedimente übertragen werden.



**Abb. 1:** (→ [Grafik vergrößern](#)) Grundsätzliche Strategie zur Auswahl von Referenzmaterialien

Da Referenzböden für Labortest vorgesehen sind und von daher aus dem Feld entnommen, zum Labor transferiert und dort gesiebt werden, werden sie zur Bodenmatrix mit definierten Eigenschaften. Wie bereits gesagt, darf durch die Bodenaufarbeitung nicht der direkte Bezug zum Standort, auf dem die Böden entnommen wurden, verloren gehen. Mahlen des Bodens und signifikante Veränderungen der Bodeneigenschaften sind somit untersagt. Im Rahmen des Bodenschutzes und der Stoffbewertung werden diese Bodenmatrices eingesetzt, um extrinsische Eigenschaften wie den Abbau/Metabolismus von Stoffen in Böden, Sorption und Mobilität bzw. ökotoxikologische Effekte zu bestimmen. Es geht also nicht darum, Referenzböden zu Referenzmaterialien zu machen, um sie dann für die Qualitätssicherung analytischer Messungen zu nutzen.

Um die Komplexität z.B. von Böden weiter zu verringern, wurden sogenannte „Artificial Soils“ eingeführt, oder man benutzt einzelne Bodenbestandteile wie isolierte Tonminerale oder Huminstoffe für die Untersuchungen. Der Kunstboden (artificial soil) erweckt den Eindruck eines hoch standardisierten Bodenmaterials. Betrachtet man jedoch die Rezeptur genauer, so wird deutlich, dass dieser Kunstboden weit von einer Standardisierung entfernt ist. Der verwendete Torf kann sich je nach Herkunft oder Bezugsquelle deutlich in seinen Eigenschaften unterscheiden. Torf kann zudem nicht Humus in landwirtschaftlich genutzten Böden gleichgesetzt werden. Des Weiteren bestehen natürliche Böden nicht nur aus Sand und Kaolin. Lehmenteile werden nicht berücksichtigt. Für die Extrapolation von Daten, die mit dem Kunstboden erhalten wurden, besteht die Frage, für welche natürlichen Böden er repräsentative Eigenschaften hat; welche Aussageschärfe hat eine Modellierung. Analoges gilt für die Testung mit Bodenbestandteilen. Dabei soll nicht übersehen werden, dass solche Untersuchungen, z.B. um Wirkmechanismen oder spezielle Prozesskinetiken zu erfassen, durchaus sinnvoll sein können.

## Beispiel: Referenzböden (RefeSols)

In der Vergangenheit wurden in Deutschland und Europa verschiedene Ansätze vorgeschlagen bzw. verfolgt, um Böden für die Testung von Substanzeigenschaften begründet auszuwählen und zur Verfügung zu stellen. Der bekannteste Ansatz dürfte der der EUROSOLS zur Bestimmung der Adsorption/Desorption sein (Gawlik und Muntau, 1999). Diese Ansätze sind in der Veröffentlichung von Bussian et al. (2005) zusammengestellt und kommentiert. Wesentlich ist, dass diese Konzepte verschiedene Philosophien verfolgen und oft – so wie die EUROSOLS – nur für die Testung einer oder weniger Stoffeigenschaften entwickelt wurden. Ziel sollte es jedoch sein, dass alle – zumindest möglichst viele – verschiedene Tests mit einem Referenzboden durchgeführt werden können, um so die erarbeiteten Daten miteinander vergleichen zu können und ohne Verlust von Aussageschärfe in einer Modellierung zusammengeführt werden können.

Für die Auswahl der Böden sollte zunächst festgelegt werden, welche Bereiche abgedeckt werden sollen. Die vom Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie ausgewählten RefeSols beziehen sich daher zunächst nur auf landwirtschaftlich genutzte Böden Deutschlands bzw. Mitteleuropas. Wichtige Auswahlkriterien waren:

- Bodenparameter, welche maßgeblich die Ergebnisse der mit dem Referenzböden durchzuführenden Untersuchungen beeinflussen wie z.B.  $C_{org}$ , pH, Tongehalt
- Repräsentativität des Bodens
- Eignung des Bodens, möglichst das gesamte Spektrum an Prüfungen mit ihm durchführen zu können
- Optimale Abbildung der Variation an Bodeneigenschaften durch ein Spektrum an Referenzböden

Am Ende des Auswahlprozesses können dann definierte Standorte der ausgewählten Referenzböden festgelegt sowie Gebiete angegeben werden, wo sie zu finden sind.

Es wurde bereits erwähnt, dass Böden zeitlich und räumlich dynamische Systeme darstellen. Eine zweite Probenahme wird daher nicht zu einem neuen Batch mit identischen Eigenschaften führen, wenngleich die neue Charge vergleichbare Ergebnisse erzielen soll. Bodeneigenschaften können nur als Bereiche angegeben werden (siehe z.B. OECD TG 106). Es gilt nun auszuloten, die Bereiche eng genug zu wählen, um die Vergleichbarkeit sicher zu stellen, sie jedoch breit genug zu halten, um eine zweite Probenahme zu ermöglichen. Solche Bereiche in Bodeneigenschaften sind für die RefeSols im Abschlussbericht zum UBA Forschungsvorhaben FKZ 203 74 277 (Kördel et al., 2006) bzw. in Bussian et al. (2005) angegeben.

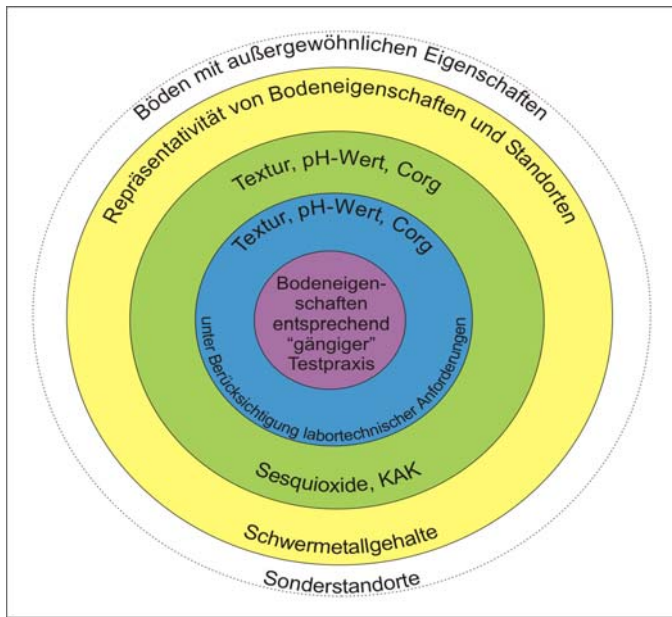


Abb. 2: (→ [Grafik vergrößern](#)) Kriterien zur Auswahl der deutschen Referenzböden (RefeSols)

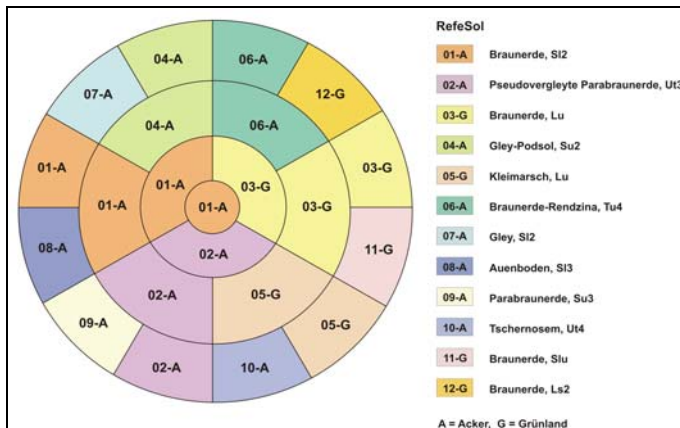


Abb. 3: (→ [Grafik vergrößern](#)) RefeSol-System für landwirtschaftlich genutzte Referenzböden Deutschlands

Abb. 2 zeigt das Schema für die Auswahl der in Abb. 3 zusammengestellten Referenzböden. Das RefeSol-System geht aus Praktikabilitätsgründen von einem lehmigen Sand (Ackerstandort) als zentralem Boden aus. Von innen nach außen erfolgt eine Differenzierung und Variierung der Bodeneigenschaften entlang der in Abbildung 2 aufgeführten Kriterien, was zu einem Kranz von 12 Böden führt, wovon in der Regel jedoch nur die inneren 3 bis 6 Böden zur Testung verwendet werden. Die weite Verbreitung und die Einsetzbarkeit für praktisch alle Tests begründen die Auswahl des zentralen Bodens. In dem zweiten Kranz werden die wichtigsten Bodeneigenschaften wie Textur, pH und Corg variiert. Bei dem experimentellen Einsatz dieser drei zentralen Böden (Abb. 3) erhält man somit erste Anhaltspunkte, wie die gemessenen Werte von den Bodeneigenschaften beeinflusst werden.

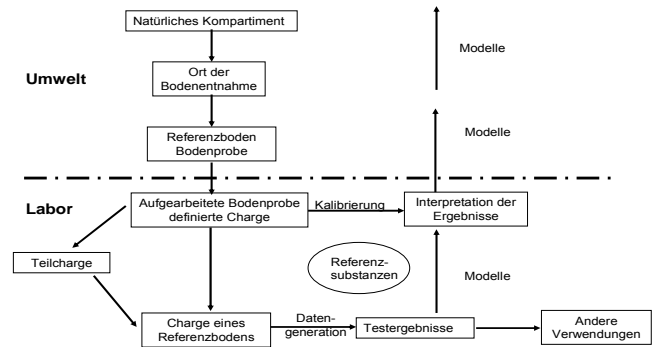


Abb. 4: (→ [Grafik vergrößern](#)) Herstellung definierter Chargen an Referenzböden

Abbildung 4 verdeutlicht die prinzipielle Vorgehensweise, um einen für die Labortestung vorbereiteten Referenzboden zu erhalten. Nach Festlegung des Entnahmeortes erfolgt die Beprobung. Man erhält das Ausgangsmaterial für eine spätere Charge eines Referenzbodens. Nach Überführung ins Labor, Siebung und Charakterisierung liegt eine definierte Charge vor. Diese kann nun weiter unterteilt werden, z.B. in eine luftgetrocknete und feldfrische Teilcharge.

Da biologische Test und insbesondere Tests zur Abbaubarkeit der untersuchten Stoffe feldfrische Böden verlangen, bedarf es nicht nur einer Lagerung im luftgetrockneten Zustand, sondern auch als feldfrische Böden. Dies bedeutet, dass Lagerstabilitäten strikt zu kontrollieren und Verfallsdaten anzugeben sind. Eckdaten zur Lagerung enthält z.B. ISO 18512. Die mittlerweile vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass bei sachgerechter Lagerung unter Freilandbedingungen auch „feldfrische“ Böden bis zu zwei Jahre ohne signifikante Änderungen in den Bodeneigenschaften gelagert werden können.

Diese Teilchargen stehen dann als gut charakterisierte Bodenmatrices für die Testung zur Verfügung. Wesentlich ist, dass bei Aufarbeitung der Proben und Lagerung nie der Bezug zu der ursprünglich am Standort entnommenen Bodenmenge verloren geht. Dies stellt sicher, dass die erarbeiteten Daten als Eingabedaten für Modelle geeignet sind, um das Umweltverhalten eines Stoffes bezogen auf reale Umweltkompartimente bzw. Umweltausschnitte zu prognostizieren.

Wieviele Böden in die Testung eingesetzt werden müssen, hängt von der benötigten Aussageschärfe in einer Risikobewertung ab.

Wie bereits ausgeführt, wird eine neue Charge nicht völlig identisch mit der alten sein. Wesentlich ist, dass die Werte für die Bodencharakterisierung in dem vorgegebenen Wertebereich liegen. Ein zweiter Gesichtspunkt ist wichtig: die

Nutzung von Referenzsubstanzen, was bereits routinemäßig bei einigen biologischen Tests erfolgt. Der Einsatz von Referenzsubstanzen belegt zum einen die Vergleichbarkeit verschiedener Chargen für spezifische Tests und kann des Weiteren als unverzichtbares Element der Qualitätssicherung genutzt werden; siehe z.B. Emons et al., 2004; Terytze et al., 2003 und Fajgeli, 2007.

In einer internationalen Projektgruppe wird derzeit eine ausführliche Publikation zum Thema „Auswahl und Nutzung von Referenzmatrices“ erarbeitet und in 2008 veröffentlicht werden.

## Literatur

- Bussian, B.; W. Kördel, G. Kuhnt, S. Ohnsorge, K. Weinfurtner (2005): Das RefeSol-Projekt, Grundlagen eines deutschen Referenzbodensystems. *Wasser und Abfall*, 11, 20-26
- Emons, H.; T.P.J. Linsinger, B.M. Gawlik (2004): Reference materials: terminology and use. Can't one see the forest for the trees? *Trends in Analytical Chemistry*, 23 (6), 442-449
- Fajgeli, A. (2007): Assuring Quality of Analytical Measurement Results: The IUPAC Role. *Chemistry International*, May-June 2007, 12-15
- Gawlik, B. M.; H. Muntau (Eds), 1999: EUROSOILS II, Laboratory Reference Materials for Soil – Related Studies. Joint Research Centre, ISPRA, Italien.
- Harmsen, J.; W. Rulkens, H. Eijsackers, (2005): Bio-availability: concept for understanding or tool for predicting? *Land Contamination & Reclamation* 13 (2), 161–171
- ISO 18512 Long and short term storage of soil samples.
- ISO 17402 Soil quality – Guidance for the selection and application of methods for the assessment of bioavailability of contaminants in soil and soil materials.
- Terytze, K.; W. Kördel, K. Hund-Rinke, D. Hennecke, V. Wachendörfer: Ansätze einer Handlungsanleitung zur Abschätzung tolerierbarer stofflicher Einträge auf Böden durch betriebsbedingte Emissionen. In: Rosenkranz, D.: Bodenschutz: Ergänzbare Handbuch der Maßnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser. Loseblattausgabe, Berlin: E. Schmidt, Kennzahl 5670 (38. Lieferung Juli 2003)
- Kördel, W., Weinfurtner, K., Hennecke, D., Hund-Rinke, K., Römbke, J. (2006): Überprüfung und Fortschreibung vorhandener Untersuchungsmethoden zum Anhang I der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) nach dem Stand der Wissenschaft und Technik und Evaluierung neuer Methoden zur Bestimmung weiterer Prüfwerte. UBA-Forschungsbericht FKZ 203 74 277

## Korrespondenzadresse:

Dr. Werner Kördel  
Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Ökologie (IME)  
Auf dem Aberg 1, D-57392 Schmallenberg  
Tel: 49-2972-302-217  
FAX: 49-2972-302328

## Rückblick auf die Jahrestagung der Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie 26. – 28. September 2007 in Osnabrück

Michael Matthies, Osnabrück; [matthies@uos.de](mailto:matthies@uos.de)

Gerhard Lammel, Hamburg und Brno; [lammel@recetox.muni.cz](mailto:lammel@recetox.muni.cz)

**Einen Bogen von Stoffumwandlungen in einzelnen Umweltkompartimenten bis hin zur Stoffbewertung und von lokalen bis hin zu globalen Problematiken spannte die Jahrestagung der Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) vom 26. bis 28. September 2007 in Osnabrück. In rund 60 Vorträgen und fast 70 Posterbeiträgen wurden von den 180 Teilnehmern Methoden, Konzepte und Bewertungen vorgestellt und diskutiert. Für das Programm zeichnete das wissenschaftliche Komitee unter Vorsitz von Professor Dr. Michael Matthies, Institut für Umweltsystemforschung der Universität Osnabrück, verantwortlich.**

Die Tagung wurde vom Vizepräsidenten der Universität Osnabrück, Herrn Prof. Dr. Thomas Vogtherr, am Mittwoch, 26.9.2007 eröffnet. Als Historiker spannte er den Bogen von der Varusschlacht, die in Kalkriese nahe Osnabrück stattgefunden hat, bis zur Gründung der Universität Osnabrück im Jahr 1974, die sich der interdisziplinären Forschung und Lehre in verschiedenen Fachbereichen verschrieben hat. Der Vorsitzende der Fachgruppe, Prof. Dr. Gerhard Lammel, überreichte den mit 1500 € dotierten Förderpreis für junge Wissenschaftler an Frau Dr. Völker, Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle. Sie hat im Rahmen ihrer Doktorarbeit „Chemical-sensitive genes in zebrafish (*Danio rerio*) early development - identification and characterisation of differential expression in embryos exposed to the model compound 3,4-dichloroaniline“ ein Verfahren entwickelt, das hilft, die bislang notwendigen Fischtests für die Umweltisikoprüfung in Zulassungsverfahren von Industriechemikalien, Pestiziden, Bioziden und Pharmaka deutlich zu verringern. Dies könnte für das europäische Verfahren zur Zulassung von Chemikalien, REACh, von Bedeutung werden. Prof. Lammel dankte den Firmen und Institutionen für ihre freundliche Unterstützung. PD Dr. Martin Scheringer (ETH Zürich) stellte die Initiative des „International Panel on Chemical Pollution (IPCP)“ vor und warb für eine aktive Unterstützung.

Danach begann das wissenschaftliche Vortragsprogramm, das in parallelen Sitzungen von jeweils fünf bis sechs Vorträgen, einer Postersession und zwei Plenarvorträgen abgehalten wurde. Die Sitzung Altlasten (Leiter Dr. Körner und Dr. von der Trenck) zeigte die nach wie vor große Bedeutung umweltchemischer Methoden zur Bewertung von Altlasten sehr unterschiedlicher Zusammensetzung und Vorgeschichte. Ein Schwerpunkt der Tagung lag auf der Chemodynamik in Luft, Wasser und Boden, die in drei Sitzungen behandelt wurde. Am Beginn der Vormittagssitzung

Chemodynamik in Wasser (Leiter PD Dr. Bester und Dr. Tolls) standen Vorträge zu kosmetischen Mitteln (personal care products), die mit dem häuslichen Abwasser in die Vorfluter eingetragen werden. Abwasserreinigung von organischen Stoffen und natürliche Eliminationsprozesse wie Ausgasung müssen bei der Bewertung berücksichtigt werden. Es zeigt sich deutlich eine Verschiebung von den neutralen lipophilen zu den polaren und geladenen Stoffen. Allerdings sind DDT und andere POPs nach wie vor im Fokus der umweltchemischen Forschung, um wesentliche Prozesse der Verteilung im regionalen und globalen Maßstab besser zu verstehen. Vor der Mittagspause tagten die Arbeitskreise, die dank der Initiative einiger Kollegen wieder aktiv sind. Jedoch nicht alle Arbeitskreise waren gut besucht, was mit dem Aufruf nach einer stärkeren Beteiligung der Kollegen und Kolleginnen verbunden ist.

Am Nachmittag wurden Ergebnisse von Untersuchungen chemodynamischer Prozesse in Böden vorgestellt. Die von Dr. Kreuzig und Dr. Kördel geleitete Sitzung hatte einen Schwerpunkt bei Veterinärpharmaka, die mit Gülle auf den Boden aufgebracht werden. Mehrere Vorträge behandelten das Antibiotikum Sulfadiazin, das im Rahmen einer DFG-Forschergruppe intensiv untersucht wird. Wie bei den Pflanzenschutzmitteln bereitet die bodenphysikalische und – chemische Interpretation der Bildung gebundener Rückstände Schwierigkeiten, die aber durch neue Extraktionsverfahren besser zugänglich sind. Dadurch verbessert sich auch die Datengrundlage für die mechanistische Modellierung des Verhaltens und der Verlagerung von polaren und geladenen Substanzen, die für die Persistenz- und Risikobewertung unerlässlich ist. Die Sitzung Terrestrische Ökosysteme (Leiter Prof. Fründ und Dr. Schulz) führte die bodenbezogenen Vorträge mit ökologischem und mikrobiologischem Schwerpunkt fort. Prof. Filser machte den Auftakt mit einer kritischen Sicht auf die bodenökologischen Testverfahren für die Zulassung und Bewertung von Stoffen. Von Prof. Smalla wurden Ergebnisse von molekularbiologischen Untersuchungen des Transfers von Antibiotikaresistenzen nach Einbringung von Gülle vorgestellt, die einen regen Austausch von Genen auf Plasmiden zwischen Mikroorganismen zeigen. Hieraus ergeben sich ganz neue Anforderungen an die Risikobewertung von Veterinärpharmaka, aber auch anderen Schadstoffexpositionen. Die Sitzung Umweltmonitoring und Bioindikation wurde von Dr. Rüdell und Prof. Schröder organisiert und geleitet. Sie erstreckte sich über zwei Nachmittagssitzungen und behandelte länderspezifische Monitoringprogramme bis hin zu einzelnen aktuellen Stoffgruppen wie die perfluorierten Substanzen.

Am Abend hatte die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), die auch die Tagung finanziell unterstützte, zum Abendvortrag mit Empfang eingeladen. Dr. J. P. Lay, stellvertretender Leiter des Bereichs Umweltforschung der DBU, stellte die Aufgaben und Aktivitäten der DBU vor. Es war sehr eindrucksvoll zu hören und zu sehen, welche interessanten und vielfältigen Themen und Projekte die DBU unterstützt. Leider musste Herr Schwanhold, Leiter des Kompetenzzentrums Umwelt, Sicherheit und Energie der BASF, Ludwigshafen, kurzfristig absagen. Er wurde von Herrn Dr. Seibring vertreten, der über Umweltchemie und Nachhaltigkeit im Spannungsfeld von Politik und weltweitem Wettbewerb sprach. Es schloss sich eine interessante Diskussion über die Zielsetzungen und Aktivitäten der chemischen Industrie bei der Umsetzung des gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Leitbilds der nachhaltigen Entwicklung an. Alle genossen anschließend das ausgezeichnete Buffet und nutzten die Gelegenheit zu ausgiebigen Gesprächen im Kollegenkreis.

Am Donnerstagmorgen wurde die Tagung mit den beiden Parallelsitzungen Metalle und Nanomaterialien (Leitung Dr. Battersby und Dr. Klasmeier) und Chemodynamik in Luft (Leitung Prof. Lammel und Prof. Hermann) fortgeführt. In drei aufeinanderfolgenden Referaten von belgischen Kollegen wurde der Stand des Wissens zur Bewertung von Metallen in Oberflächenwasser, Boden und Sediment vorgestellt. Während für einige Metalle wie Kupfer eine ausreichende wissenschaftliche Bewertungsgrundlage besteht, muss diese für andere Metalle wie Antimon und Nickel noch geschaffen bzw. gesichtet und beurteilt werden. Dabei spielt zunehmend auch die regionale und flussgebietstypische Belastung eine große Rolle, da sie die relativen Beiträge der verschiedenen Emissionspfade georeferenziert bestimmen und kartographisch darstellen kann, was eindrucksvoll am Beispiel von Zink im Rhein demonstriert wurde. Leider war nur ein Beitrag zu Nanomaterialien eingereicht worden, der deutlich die Problematik der Expositionsabschätzung darlegte. Die Parallelsitzung startete mit der spurenanalytischen Bestimmung von poly- und perfluorierten Verbindungen in der Luft, die vor allem in Nordamerika eine heftige Diskussion über die Emissionsquellen und den weitreichenden Transport dieser Substanzen ausgelöst hatten. Die folgenden Vorträge behandelten Labor- und Modelluntersuchungen zu atmosphärisch-chemisch relevanten Prozessen von Kohlenwasserstoffen und der Verteilung von DDT. Die Sitzung schloss mit Messungen zur Charakterisierung der Luftbelastung in Breslau.

Im ersten Plenarvortrag referierte Privatdozent Dr. Thomas Heberer vom Bundesinstitut für Risikobewertung, Fachgruppe „Rückstände von Arzneimitteln“, Berlin, über die neuesten Ergebnisse zum Vorkommen, Verbleib und Bewertung von Human- und Veterinärarzneimittelrückständen in der Umwelt. Durch verbesserte Analysemethoden sind in den vergangenen Jahren Arzneimittel in vielen Flüssen, Böden und im Grundwasser gefunden worden. Während für

Humanpharmaka eindeutig der allgemeine Verbrauch in Haushalten und damit die Einleitung über Kläranlagen die Hauptbelastungsquelle darstellt, werden Veterinärpharmaka mit der Gülle in den Boden gebracht. Viele der Wirksubstanzen sind sehr persistent gegen mikrobiellen Abbau und verbleiben daher lange in der Umwelt. Direkt im Anschluss an den Vortrag schloss sich eine Podiumsdiskussion (Moderator Prof. Matthies) über Arzneimittel in der Umwelt an, an der Frau Prof. Smalla (BBA), Frau Rechenberg (UBA) und Herr Heberer teilnahmen. In einer lebhaften Diskussion mit dem Plenum wurden Fragen wie die Übertragung von Antibiotikaresistenzgenen, die Rückhaltung von Medikamenten in Kläranlagen und die Bewertung durch das Umweltbundesamt angesprochen. Von allen Teilnehmern wurde die Podiumsdiskussion als ein neues, frisches Element der Tagung begrüßt.

Die Nachmittagsitzungen waren den Aquatischen Ökosystemen (Leitung Dr. Gerhardt und Prof. Schäffer) und der Nachhaltigen Chemie (Leitung Dr. Lay und JunProf. Fries) gewidmet. In einem EU-Projekt wird die Wirkung von Stressoren wie Schwermetalle, Pestizide und Sauerstoffmangel auf Fische untersucht. Es kam zum Teil zu erheblich sensitiveren Reaktionen der Zebraquariablinde in verschiedenen Entwicklungsstadien unter kombinierter Exposition. Auch in umweltverträglich hergestellten Schmierölen können die Additive zu ökotoxikologischen Effekten führen, was auf die vielfältigen Aspekte einer stärker nachhaltig ausgerichteten Synthesechemie weist, wie sie auch in der Parallelsitzung angesprochen wurde. Der Rest des Nachmittags war für die Postersession vorgesehen, die lebhaften Zuspruch fand. Die Poster hingen über die gesamte Zeit der Tagung, so dass sich die Teilnehmer auch schon vorher informieren konnten. In mehreren Postercorthern wurden Poster von den überwiegend jüngeren Autoren kurz vorgestellt und Fragen beantwortet.

Am Abend wurden die Teilnehmer vom Bürgermeister der Stadt Osnabrück, Herrn Jaspers, im Friedenssaal des Rathauses empfangen. In eindrucksvoller Weise schilderte er die Lebensbedingungen während des 30-jährigen Krieges, der durch die Friedensverhandlungen in Osnabrück und Münster beendet wurde. Anschließend war ein gemütliches Beisammensein in der Hausbrauerei Rampendahl angesagt. Einige nahmen auch die Gelegenheit wahr, sich durch einen Nachtwächter durch die nächtliche Altstadt führen zu lassen, wobei sogar Umweltprobleme des 17. Jahrhunderts zur Sprache kamen.

Am Freitagmorgen wurden die beiden letzten Sitzungen Risikobewertung und QSAR (Leitung Dr. Schulte und Prof. Schüürmann) sowie Stoffstrommanagement und Umweltgesetzgebung (Leitung Dr. Newig und G. Wernet) abgehalten. Nach wie vor krankt die Abschätzung des Biokonzentrationsfaktors (BCF) an unzureichenden, unsicheren oder falschen Daten, wie von Dr. Nendza gezeigt wurde. Die



# Aus der Fachgruppe

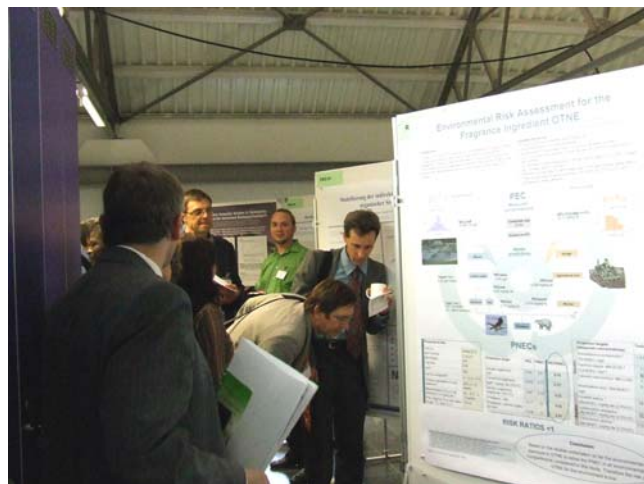
Aufnahme von Schadstoffen in pflanzlichen Nahrungsmitteln und Früchten (Säfte) und damit insbesondere der Verzehr durch Kinder stellte Prof. Trapp in seinem Vortrag in den Mittelpunkt. Bernd Scharenberg verglich verschiedene Abschätzverfahren für den Bioabbau, die bis auf wenige Ausnahmen mit erheblichen Unsicherheiten behaftet sind, so dass ein genereller Einsatz zur Persistenzbewertung zumindest fragwürdig erscheint.

Im zweiten Plenarvortrag der Tagung sprach Prof. Dr. Roland Kallenborn vom Universitätszentrum auf Spitzbergen, Norwegen, über Ursachen und Konsequenzen der Verschmutzung der Arktis mit Chemikalien. Geringste Stoffmengen aus vielen Quellen können über weite Distanzen bis zu den Polarregionen transportiert werden und sich dort zu signifikanten Mengen addieren, die lange Zeit in der arktischen Umwelt verbleiben und sich in fettreichen Nahrungsketten anreichern können. Trotz erheblicher internationaler Anstrengungen, Emissionen von altbekannten POPs (persistenten organischen Schadstoffen) zu begrenzen, nehmen die Konzentrationen dieser Substanzen bis auf wenige, z.B. HCH, nicht ab. Im Gegenteil, neue Substanzen – die tatsächlich zumeist aber gar nicht neu, wohl aber neu entdeckt sind - wie die perfluorierten und polybromierten Chemikalien, nehmen in der Arktis zu.

In der Abschlussdiskussion unter der Moderation von PD Dr. Scheringer wurden Fragen der Risiko- und PBT-Bewertung aus Sicht von ECETOC (Dr. Tolls), der Behörde (Dr. Schulte) und der Wissenschaft (Prof. Kallenborn) angesprochen. Es ist zu hoffen, dass das internationale Polarjahr 2008 die Öffentlichkeit auf die Belastung der Arktis stärker aufmerksam machen wird und die international vereinbarten Emissionsreduktionsmaßnahmen greifen werden.

Die Tagung schloss mit der Prämierung der besten ausgestellten Poster. Die Preise und damit jeweils 150 € gingen an Balk (Royal Haskoning, Nimwegen, Niederlande), Huntscha et al. (EAWAG, Dübendorf, Schweiz), Heinrich et al. (Universität Halle-Wittenberg), Ranke et al. (Universität Bremen) und Voigt & Martin (Landesamt für Verbraucherschutz Sachsen-Anhalt, Stendal). Der Vorsitzende der Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie, Professor Dr. Gerhard Lammel, dankte den Organisatoren, dem Institut für Umweltsystemforschung und dem GDCh-Tagungsteam, für die gute Vorbereitung und Durchführung der Tagung und schloss dabei vor allem auch die studentischen Hilfskräfte ein, die zum Gelingen der Tagung in nicht unerheblichem Maße beigetragen haben. Mehrere Teilnehmer nutzten am Nachmittag die Gelegenheit zur Exkursion nach Kalkriese, um dort das Gelände der Varusschlacht zu besichtigen.

Bis zum nächsten Jahr in Frankfurt/Main!



Angeregte Diskussionen während einer Postersession



Das Podium beim Diskussionsforum „Arzneimittel in der Umwelt“. Von links: Dr. Thomas Heberer, Prof. Dr. Kornelia Smalla, Dr. Bettina Rechenberg und Prof. Dr. Michael Matthies (Moderation)



Verleihung der Posterpreise durch den Fachgruppenvorsitzenden Prof. Dr. Gerhard Lammel

## Bericht über die Mitgliederversammlung im Rahmen der Fachgruppentagung in Osnabrück

Auf Einladung des Fachgruppenvorstands fand am 27.09.2007 in Osnabrück die Mitgliederversammlung der Fachgruppe statt, zu der sich 36 Teilnehmerinnen und Teilnehmer einfanden.

Im Anschluss an seine Begrüßungsworte informierte der Fachgruppenvorsitzende, Prof. Lammel, über die Entwicklung der Fachgruppe. So sank die Mitgliederzahl im Jahr 2006 um 29 auf 829, wobei 36 von 60 Austritten auf die Bildung einer eigenständigen GDCh-Arbeitsgemeinschaft durch die Mitglieder des ehemaligen AK's Ressourcen- und umweltschonende Prozesse zurückzuführen seien. Innerhalb der ersten 8 Monate dieses Jahres hat sich die Mitgliederzahl durch Neueintritte auf 855 erhöht, so dass die Fachgruppe z. Zt. die siebtgrößte der 24 GDCh-Gliederungen ist.

Weitere Feststellungen betrafen die finanzielle Situation der Fachgruppe, die für das Jahr 2006 eine ausgeglichene Bilanz vorweisen kann. Hierzu trugen neben den Mitgliedsbeiträgen außergewöhnliche Einnahmen (Überschuss der letztjährigen Jahrestagung in Halle, Spende der BASF AG) und Ausgabenreduzierungen, insbesondere durch die Umwandlung des Mitteilungsblattes in ein „electronic paper“ (Minderausgaben von ca. 7000 Euro pro Jahr), bei.

Danach berichtete Prof. Lammel über die **Vorstandsarbeit**, wobei die Vorstandsmitglieder Frau Dr. Schwarz-Schulz und Herr PD Dr. Scheringer zusätzliche Erläuterungen anfügten. Bei der Vorstellung von Veranstaltungen, an denen die ganze Fachgruppe beteiligt war, fand die Mitwirkung an der Jahrestagung der Dt. Gesellschaft für Pharmakologie und Toxikologie (DGPT) vom 3. bis 6. April 2006 in Mainz besondere Erwähnung. Hervorgehoben wurde auch der gemeinsam mit der SETAC-GLB organisierte, sehr erfolgreiche Postgradualstudiengang Ökotoxikologie (modular aufgebaut, 9 Standorte), der inzwischen im 3. Jahr angeboten wird.

Ausführlich eingegangen wurde auf die strategischen Aspekte der Vorstandsarbeit, die sich aus dem übergeordneten Ziel der Pflege und gedeihlichen Entwicklung der beiden Teildisziplinen Umweltchemie und Ökotoxikologie ergeben.

Als **Arbeitsschwerpunkte** und **–zielsetzungen** wurden genannt:

1. Fachgruppen-interne Arbeit: Die Arbeitskreise stellen das inhaltliche Rückgrat der FG dar.
2. Beförderung von Umweltchemie und Ökotoxikologie als Teilfächer der Umweltwissenschaften mit dem Ziel ihrer Etablierung in den Strukturen der nationalen Hochschul- und Forschungslandschaft,

3. Kooperation mit anderen wissenschaftlichen Gesellschaften und Vernetzung mit anderen Teilfächern der Umweltwissenschaften und der Grundlagenfächer,
4. Innerhalb der GDCh: Erhöhung der Aufmerksamkeit für das Anliegen der Fachgruppe und Sicherstellung einer adäquaten Vertretung der Fächer durch die GDCh nach außen.

Zu den einzelnen Punkten wurde näher ausgeführt:

**ad 1:** Im Positionspapier vom November 1989 wird als Begründung für die Gründung der AG Umweltchemie und Ökotoxikologie (Vorläufer der Fachgruppe) gegeben, die „...Fachgebiete (hätten sich) mittlerweile zur Eigenständigkeit entwickelt ... (und die Wissenschaftler müssten sich) ... ein Diskussionsforum schaffen.“ Der Vorstand sieht auch 18 Jahre danach die wichtigste Aufgabe in der Beförderung der Fächer Umweltchemie und Ökotoxikologie mit dem Ziel der Eigenständigkeit und soliden Verankerung in den Strukturen der nationalen Hochschul- und Forschungslandschaft, sowie in den relevanten gesellschaftlichen, also transdisziplinären Diskursen. Das wichtigste Merkmal der Fächer in diesem Kontext ist die sehr starke Interdisziplinarität. Im Zuge der Umstellung auf BSc/MSc-Studiengängen an dt. Universitäten wurden jedoch vielfach die (aus Sicht der Kernfächer) ‚Randfächer‘ verdrängt. Der Vorstand beobachtet die Positionierung bzw. Verankerung der Fächer in der Hochschullandschaft derzeit nicht ohne Sorge, weil die Ausbildungskapazität auf Gebieten stoffbezogener Umweltforschung in den letzten Jahren rückläufig war. Parallel ist seit einigen Jahren ein nur geringes Engagement im AK Forschung & Lehre der Fachgruppe zu verzeichnen, das auch Ausdruck der starken Diversität (curriculare und fachliche Einbindung) bzw. schwach ausgeprägten Identität mit den Fächern Umweltchemie und Ökotoxikologie der stoffbezogen umweltforschenden Hochschullehrer sein mag. Der Vorstand sieht hier ein die Fachgruppe als Ganzes betreffendes Defizit, denn die Beförderung des wesentlichen Fachgruppenziels ist an eine erfolgreiche Positionierung und Verankerung in der Hochschul- und Forschungslandschaft gebunden. Der Vorstand wird zu diesem Thema die Diskussion intensivieren: es wird eine Klausursitzung stattfinden, an der Ziele und Instrumente der Arbeit des AK Forschung & Lehre thematisiert werden sollen. Alle Mitglieder sind aufgefordert, ihre Positionen und Ideen in diesen Prozess einzubringen.

Die Kooperation mit dem Umweltbundesamt wird vertieft: Trotz eher knapper werdender Mittel ist das UBA, angeregt durch ein externes Gutachten des Wissenschaftsrates, derzeit im Begriff, seine Einbindung in die Wissenschaft zu stärken und Forschung etwas größer zu schreiben. Der Vorstand (Prof. Lammel, Dr. Schwarz-Schulz, Prof. Schäffer) haben am

# Aus der Fachgruppe

12.7.07 dem Amt (Präsident, Fachgebietsleitungen II und IV) einen Besuch abgestattet.

**ad 2:** Die Kooperation mit anderen Fachgesellschaften - insofern es sich um Fächer handelt, die zur Kernkompetenz auf den Gebieten Umweltchemie und Ökotoxikologie gehören - soll ausgeweitet werden. Deswegen sind regelmäßige, gemeinsame Jahrestagungen mit der SETAC-GLB geplant, so auch für das kommende Jahr in Frankfurt/M.

**ad 4:** Den Vertretungsanspruch der Fachgruppe für Fragen auf den Gebieten der Umweltchemie und Ökotoxikologie nach außen innerhalb der GDCh durchzusetzen, bedarf gelegentlich offenbar noch der Überwindung überkommener Denk- und Reaktionsmuster innerhalb der GDCh.

An diesen Bericht schloss sich eine lebhafte Aussprache an. Die Verbesserung der Kooperation mit der SETAC-GLB wurde einhellig begrüßt. Es wurde Verständigung darüber erzielt, für die gemeinsame Durchführung der Jahrestagung 2008 ein erstes Koordinationsgespräch mit der SETAC-GLB zu vereinbaren (Nachtrag: Dieses Treffen wird am 10.1.08, 14:00-18:00 h, in der GDCh-Geschäftsstelle, Frankfurt/M., stattfinden).

## **Entwicklung des Mitteilungsblattes:**

In Vertretung von Prof. Fischer, der krankheitsbedingt absagen mußte, berichtete Prof. Schäffer zu Angelegenheiten des Mitteilungsblattes, der Fachgruppenseite („Corner“) in der Zeitschrift UWSF - Umweltwissenschaften Schadstoffforschung und der Fachgruppen-Webpage. Das Mitteilungsblatt erscheint nunmehr im 13. Jahrgang, wobei Anfang 2006 die Umstellung auf eine reine on-line Ausgabe (ePaper) erfolgte. Erfreulich ist die positive Entwicklung der Zahl der Originalbeiträge und die überwiegend große Bereitschaft von FG-Mitgliedern, auf Anfrage hin Beiträge einzureichen. Auch das neu aufgelegte Diskussionsforum wird die Attraktivität des Mitteilungsblattes sicher stärken. Gewünscht ist, dass sich die Mitglieder mehr in Form von Leserbriefen, Kommentaren zu Beiträgen, Portraits ihrer Forschungseinrichtungen, Extrakten aus abgeschlossenen Diplom- und Doktorarbeiten und Drittmittelprojekten beteiligen. Den Mitgliedern wird weiterhin nahe gelegt, Forschungsinitiativen, Umwelt-Leitlinien und Richtlinien durch entsprechende Beiträge zu kommunizieren und zu kommentieren. Auch wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass Informationen und Dokumente auf der FG-Homepage eingestellt werden können.

Es schloss sich eine Aussprache an diesen Bericht an, die in den Beschluss (Befürwortung ohne Gegenstimme bei 3 Enthaltungen) mündete, umgehend wie früher den ungehinderten Zugang auf die Fachgruppenzeitschrift im Internet vom Tag des Erscheinens an zu ermöglichen (bis dato 12-monatige Sperrfrist für Nichtmitglieder). Hauptargument dafür war, dass

eine zeitliche Beschränkung der Verbreitung auf unsere Mitgliedschaft die Attraktivität der Zeitschrift für Autoren zu sehr mindern würde.

Als letzter Tagesordnungspunkt wurde die Tätigkeit der Arbeitskreise im Jahr 2006 angesprochen. Hierzu gaben die Leiter der AKs Atmosphärenchemie (Prof. Herrmann), Bodenchemie und Bodenökologie (Prof. Kreuzig), Umweltmonitoring (Dr. Rüdell), Chemikalienbewertung (PD Dr. Scheringer) sowie Lehre und Forschung (Prof. Lorenz) kurze Tätigkeitsberichte ab.

Gerhard Lammel, Hamburg und Brno

## Arbeitsgruppe Erdfernerkundung des Instituts für Umweltphysik der Universität Bremen

Justus Notholt, [jnotholt@iup.physik.uni-bremen.de](mailto:jnotholt@iup.physik.uni-bremen.de)

### Klimaforschung mit Hilfe der Fernerkundung

Spektroskopische Fernerkundungsmethoden werden seit langem mit großem Erfolg in der Umweltforschung eingesetzt. Satelliteninstrumente sowie viele der am Boden, im Flugzeug oder an Ballons eingesetzten Messinstrumente beruhen auf spektroskopischen Methoden. Ziel unserer Arbeiten ist die Entwicklung neuer spektroskopischer Mess- und Auswertemethoden und ihre Anwendung in der Klimaforschung. Die Methoden werden zur Untersuchung der verschiedensten Prozesse am Standort Bremen und in Zusammenarbeit mit anderen Instituten in der Arktis, den Tropen und im Rahmen von Schiffsexpeditionen eingesetzt. Drei unserer Forschungsschwerpunkte sollen hier kurz beschrieben werden.

### Zusammensetzung der freien Troposphäre

Der globale Transport der Luftmassen geschieht hauptsächlich in der freien Troposphäre, das heißt in dem Höhenbereich zwischen 2 km und 15 km. Messungen der Zusammensetzung der freien Troposphäre liefern daher Informationen über die globale Ausbreitung von Spurengasen. Darüber hinaus stellt die obere Troposphäre das Reservoir für den Eintrag von Spurengasen in die nach oben hin angrenzende Stratosphäre dar; die Kenntnis ihrer Zusammensetzung ist somit auch zum Verständnis der stratosphärischen Ozonchemie notwendig. Die freie Troposphäre ist bisher jedoch nur unzureichend untersucht worden. Satelliten beobachten die Atmosphäre typischerweise oberhalb der Wolken, das heißt oberhalb von 10 km bis 15 km. In-situ-Messungen am Erdboden erfassen dagegen die Konzentrationen nur direkt am Messort. Die Infrarotspektroskopie in Absorption, bei der die Sonne bzw. der Mond als Lichtquelle dienen, oder in Emission, bei der die direkte Abstrahlung der Moleküle gemessen wird, eignet sich hervorragend zur Untersuchung der Zusammensetzung der freien Troposphäre. Als Beispiel zeigt Abbildung 1 das Mischungsverhältnis von CO<sub>2</sub>, einer Substanz, die bei Verbrennungsprozessen entsteht. Die Messungen wurden 1999/2000 an Bord des Forschungsschiffes Polarstern durchgeführt.

### Messung langlebiger Treibhausgase

Die Erfassung der Langzeitänderung der Zusammensetzung der Atmosphäre aufgrund von anthropogenen und natürlichen Einflüssen steht zur Zeit im Mittelpunkt der Klimaforschung. Die Schwierigkeit besteht darin, den menschlichen Einfluss von der natürlichen Variabilität des Klimasystems zu trennen. Die langlebigen Treibhausgase wie CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub> werden bisher nur mit in-situ Methoden am Erdboden erfasst. Am bekanntesten ist wohl die CO<sub>2</sub>-Messreihe von Mauna Loa auf Hawaii. Informationen über Quellen und Senken der Treibhausgase erhält man aus den Messungen mit Hilfe von

inversen Modellen. Limitierende Faktoren bei der Quantifizierung der Quellen und Senken mit in-situ Messungen sind die begrenzte räumliche Abdeckung und die fehlende Information über den vertikalen Gasaustausch mit der freien Troposphäre. Die Bodenfernerkundung erfasst die gesamte Atmosphäre. Zudem soll CO<sub>2</sub> in Zukunft global vom Weltraum aus erfasst werden, und die Fernerkundung vom Boden stellt dabei die Kopplung an die in-situ Bodenmessungen dar. Da die langlebigen Substanzen wie CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub> nur geringe jahreszeitliche Variationen besitzen, stellt die Messung dieser Substanzen mit Hilfe der Fernerkundung eine Herausforderung dar. Durch eine Weiterentwicklung der Mess- und Auswerteverfahren ist es mittlerweile möglich z.B. die atmosphärische CO<sub>2</sub>-Gesamtsäule mit einer Messunsicherheit von weniger als 0,25% zu bestimmen, welche für die Interpretation der Daten zulässig ist.

### Meereisbedeckung

Weiterhin befassen wir uns auch mit der Beobachtung der Erdoberfläche, z.B. der Meereisausdehnung. Die Kenntnis der Meereisbedeckung ist sowohl für die Klimaforschung als auch kommerziell von großem Interesse, z.B. für die Schifffahrt. Satellitenmessungen im Mikrowellenspektralbereich ermöglichen die Trennung von Meereis und offenem Wasser. Wir erstellen täglich Karten der Meereisausdehnung für beide Polargebiete, die im Internet abgerufen werden können. Als Beispiel zeigt Abbildung 2 die Meereisausdehnung im September 2007 im Vergleich zu gemittelten Daten aus früheren Jahren.

### Mesosphäre

Die Mesopause bei etwa 80-100 km ist eine sinnvolle Grenze der Atmosphäre zum Weltraum hin. Oberhalb von 100 km werden größere Moleküle durch die solare Strahlung in ihre Bestandteile gespalten. Die Mesosphäre stellt das Bindeglied zwischen Weltraum und unterer Atmosphäre da. Die in der Mesosphäre durch solare Aktivität gebildeten Substanzen können in die Stratosphäre gelangen und dort die Chemie und Dynamik beeinflussen, z.B. in den Ozonabbau eingreifen. Beobachtungen der Zusammensetzung der Mesosphäre geben damit Aufschluss über den Einfluss der Sonne auf das Klima. Wir untersuchen die Vorgänge in der Mesosphäre mit Hilfe der hochauflösenden bodengebundenen Mikrowellenradiometrie und FTIR-Spektroskopie.

### Weitere Informationen:

Prof. Dr. Justus Notholt  
Arbeitsgruppe Erdfernerkundung  
Institut für Umweltphysik  
Universität Bremen  
Otto-Hahn-Allee 1  
28359 Bremen  
Tel.: 0421-2188982

<http://www.iup.uni-bremen.de/deu/forschung/fernerkundung/index.html>

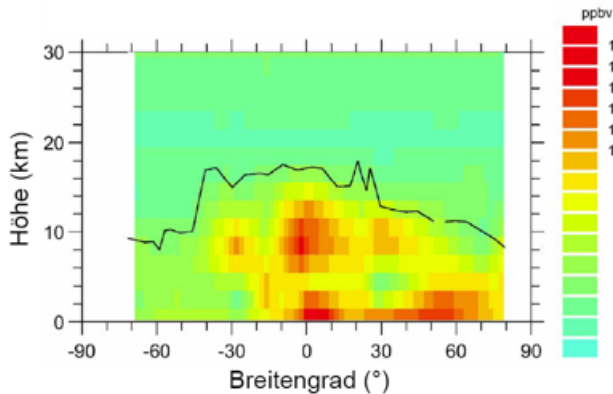


Abb. 1: Mischungsverhältnis von CO, gemessen zwischen November 1999 und Januar 2000 an Bord des Forschungseisbrechers auf dem Atlantik. Die schwarze Linie kennzeichnet die thermische Tropopause. Die hohen CO-Werte am Erdboden beruhen auf tropischer Biomassenverbrennung und Emissionen aus Europa. Von besonderer Bedeutung sind die hohen CO-Werte nahe der Tropopause, verursacht ebenfalls durch Biomassenverbrennung. Durch Konvektion gelangen die Luftmassen in große Höhen und in die Stratosphäre.

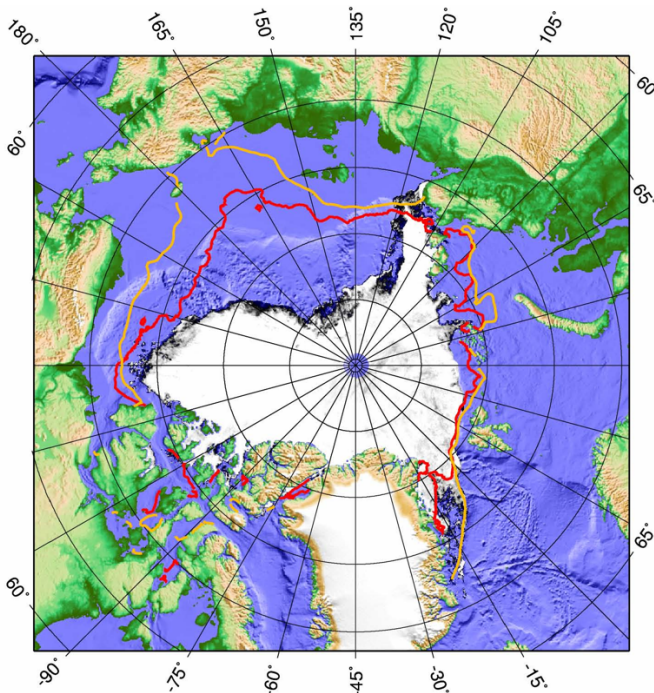


Abb. 2: Minimale Meereisausdehnung der Arktis im September 2007, gemessen vom Satelliten aus im Mikrowellenspektralbereich. Die grüne und rote Kurve geben die gemittelte minimale Meereisausdehnung der Jahre 1979-1983 und 2002-2006 wieder.

## Fachgebiet Umweltverfahrenstechnik, Institut für Technischen Umweltschutz, TU Berlin

Sven-Uwe Geissen, [sven.geissen@tu-berlin.de](mailto:sven.geissen@tu-berlin.de)

Das Fachgebiet (FG) Umweltverfahrenstechnik bildet mit den Fachgebieten Abfallwirtschaft, Systemumwelttechnik, Umweltchemie und Wasserreinigung das Institut für Technischen Umweltschutz der Technischen Universität Berlin. Das Institut wurde bereits 1978 gegründet und bietet mit seiner interdisziplinären Struktur einerseits die Basis für den Studiengang „Technischer Umweltschutz“. Andererseits werden die Expertisen der Fachgebiete für gemeinsame Forschungsaktivitäten genutzt, die von institutsübergreifenden Einrichtungen wie dem Innovationszentrum Wasser begleitet werden.

Das FG Umweltverfahrenstechnik besteht aus zwei **Arbeitsgruppen**.

### Atmosphäre und Umwelt

Luftschadstoffe wie Feinstaub und NO<sub>x</sub> besitzen eine nachweisbare Wirkung auf den Menschen. Sie entstehen lokal, werden aber auch über weite Entfernung transportiert. Ihre differenzierte Messung und Überwachung ist in Verbindung mit der Beschreibung des Transports die einzige Möglichkeit, die lufthygienische Bedeutung zu beschreiben sowie Quellen zu identifizieren und Auswirkungen bewerten zu können.

Um die Belastung zukünftig wirtschaftlich auf ein vertretbares Maß zu senken, werden folgende Forschungsschwerpunkte bearbeitet:

- Überwachung und Beurteilung der Luftgüte (Ozon, Stickoxide, Feinstaub)
- Chemische, biologische und physikalische Charakterisierung von Fein- und Feinststäuben zur hygienischen Bewertung und zur Ursachenanalyse
- Entwicklung neuer Ferndetektionssysteme (z.B. Lidar)
- Untersuchung der Luftbelastung in Ballungsräumen
- Modellierung des Schadstofftransports und der Exposition sowohl qualitativ wie auch quantitativ
- Bewertung von technischen und strukturellen Reduktionsmaßnahmen

### Abwasserreinigung

#### Kommunales Abwasser

Die Reinigung von Abwasser ist die essentielle Basis für eine zukunftsfähige Wasserwirtschaft. In den industrialisierten Staaten stellt die kommunale Abwasserreinigung mit weitgehender Nährstoffelimination den Stand der Technik dar. Allerdings werden auch mit dieser Technik biologisch schwer abbaubare und kaum sorbierende Stoffe nicht oder nur unvollständig eliminiert und gelangen daher anschließend in die Gewässer. Diese Stoffe, zu denen beispielsweise Pharmaka, Körperpflegeprodukte, Pflanzenschutzmittel und

einige Chemikalien sowie deren Transformationsprodukte gehören, werden in verschiedenen Wasserkompartimenten detektiert. Um den Eintrag zu reduzieren, können die Kläranlagen optimiert und durch eine weitere Behandlungsstufe ergänzt werden. Auf Grund des höheren Konzentrationsniveaus ist es aus verfahrenstechnischer Sicht aber effizienter, quellenorientiert zu behandeln, wie zum Beispiel in Industriebetrieben, Krankenhäusern oder auch in den Haushalten.

### *Industrieabwasser*

Begleitend zu der Diskussion über Spurenstoffe im Wasser müssen in der Industrie zunehmend Wasserkreisläufe geschaffen und soweit wie möglich geschlossen werden, um den Wasserbedarf sowie die Stoff- und Energieverluste zu senken. Gleichzeitig wird dies zu einer Verringerung des Eintrags von persistenten Stoffen in die kommunalen Kläranlagen und die Gewässer führen. Dazu werden Verfahren benötigt, die Platz sparend, effizient, betriebssicher und selektiv sind.

### *Abwasserbehandlung in Drittländern*

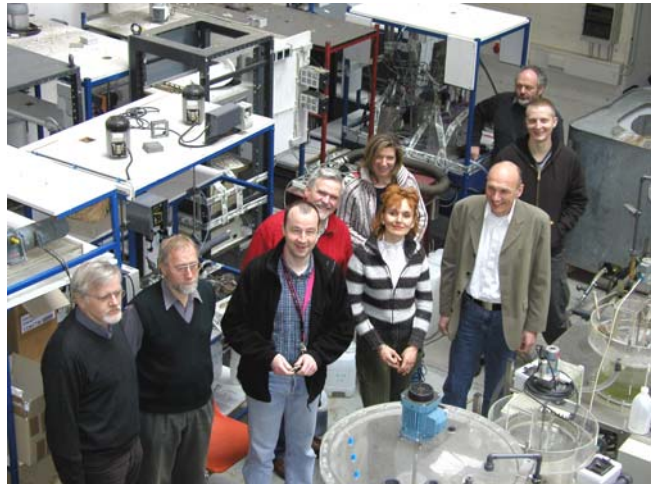
In Drittländern sind die Rahmenbedingungen anders; dort werden einfache und angepasste Technologien benötigt, die mit minimalem Aufwand große Schadstofffrachten entfernen und wenn möglich, Stoffe zurückgewinnen. Darüber hinaus muss in zunehmend mehr Regionen das behandelte kommunale und industrielle Abwasser auf Grund der Verknappung der Frischwasserressourcen zurück gewonnen werden. Unter den in diesen Ländern üblichen Randbedingungen ist dies nur mit adaptierten Prozessen möglich.

### *Forschungsschwerpunkte*

Zur Lösung der beschriebenen Aufgaben werden folgende Forschungsschwerpunkte mit Fokussierung auf Prozessentwicklung und Maßstabsvergrößerung bearbeitet:

- Entwicklung von mikrobiologischen Verfahren zur Elimination von Spurenstoffen
- Produktionsintegrierte Behandlung und Wiedernutzung von industriellen Abwässern mit Reduzierung von persistenten Inhaltsstoffen
- Quellennahe Behandlung von Krankenhausabwasser, häuslichen Abwässern etc.
- Selektive Trennung und Wertstoffrückgewinnung von Elementen oder Substanzen aus Brauch- und Abwasser mittels supramolekularer Materialien, chromatographischer und extraktiver Prozesse, etc.
- Weiterentwicklung von Hochleistungsbioreaktoren (Schlaufenreaktoren, Düsensysteme für den O<sub>2</sub>-Eintrag, etc.)
- Adaptierte Abwasserbehandlung für Drittländer (solare Abwasserbehandlung, anaerobe Membranbioreaktoren für das Wasser- und Nährstoffrecycling)
- Modellierung und Simulation von Prozessen sowie des Verhaltens von ausgewählten Spurenstoffen

Das Fachgebiet Umweltverfahrenstechnik bearbeitet diese Forschungsschwerpunkte sehr anwendungsnah in Zusammenarbeit mit der produzierenden Industrie, Firmen des Anlagebaus sowie öffentlichen Institutionen. Besonderer Wert wird auf die Anwendbarkeit der Forschungsarbeiten und deren Auswirkung auf Gesamtprozesse gelegt.



Prof. Geißen (3. von rechts) mit einigen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern seines Arbeitskreises

### **Weitere Informationen:**

Prof. Dr.-Ing. Sven-Uwe Geißen  
Technische Universität Berlin, Fakultät III  
FG Umweltverfahrenstechnik, Sekr. KF 2  
Strasse des 17. Juni 135  
10623 Berlin  
Telefon: +49 (0)30 314 25086  
Fax: ...+49 (0)30 314 25487  
Internet: [www.uvt-berlin.de](http://www.uvt-berlin.de)

## Kurznachrichten

UBA-Pressinformation Nr. 59/2007 vom 29.08.2007

### Ökosysteme besser vor Luftschadstoffen schützen: Aktualisiertes „Nationales Programm“ zur Luftreinhaltung veröffentlicht – Ammoniak und Stickoxide besondere Sorgenkinder

Luftschadstoffe belasten unsere Ökosysteme – etwa Wälder und Gewässer - noch immer stark. Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) und Ammoniak (NH<sub>3</sub>) führen zur Versauerung und zu einer unerwünschten Nährstoffzunahme – der so genannten Eutrophierung. Stickstoffoxide und flüchtige organische Verbindungen (NMVOC) verursachen zudem im Sommer das bodennahe Ozon. Diese Belastungen schaden der biologischen Vielfalt und gefährden die menschliche Gesundheit. Die Europäische Union (EU) legte daher in der so genannten NEC-Richtlinie 2001/81/EG nationale Emissionshöchst-mengen (National Emission Ceilings) fest. Für Deutschland sind die nationalen Emissionen von SO<sub>2</sub> auf 520 Kilotonnen (kt), von NO<sub>x</sub> auf 1.051 kt, von NH<sub>3</sub> auf 550 kt und von NMVOC auf 995 kt begrenzt. Die Minderungspflichten der Staaten richten sich nach dem jeweiligen Beitrag zur Belastung in der EU und den Minderungskosten. In Deutschland sind die Emissionen bis zum Jahr 2010 im Mittel um 75 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren. Bei NMVOC und SO<sub>2</sub> ist Deutschland auf einem guten Weg, die nationalen Höchst-mengen bis 2010 einzuhalten. Bei NH<sub>3</sub> und NO<sub>x</sub> jedoch sind weitere Emissionsminderungen - um zehn und sechs Prozent – notwendig. Vor allem die Emissionen der Landwirtschaft, des Verkehrs und der Kraftwerke müssen dazu weiter sinken.

Das Umweltbundesamt veröffentlicht nun eine Aktualisierung des „Nationalen Programms zur Verminderung der Ozonkonzentration und zur Einhaltung der Emissionshöchst-mengen“ für diese Stoffe. Das UBA erstellte dieses Programm federführend. Das Bundeskabinett verabschiedete es am 23. Mai 2007. Es legt auf der Basis von Emissionsprognosen fest, was zu tun ist, um die Emissionen bis zum Jahr 2010 zu senken. Ein das Nationale Programm begleitender Bericht enthält umfassende Prognosen über die Emissionsentwicklung bis zum Jahr 2020 sowie Informationen über in der Zukunft denkbare Maßnahmen zur Luftreinhaltung.

Wegen seiner empfindlichen Ökosysteme und seiner zentralen Lage in Europa wird gerade Deutschland von einer europaweiten Einhaltung der nationalen Emissionshöchst-mengen und den daraus folgenden ökologischen Verbesserungen stark profitieren. Die Versauerung dürfte bis 2010 noch 60 Prozent der Ökosystemflächen betreffen - 1990 waren es etwa 90 Prozent. Die Ozonbelastung der menschlichen Gesundheit wird um circa zwei Drittel und die der Pflanzen um etwa die Hälfte gegenüber 1990 zurückgehen. Allerdings führen Stickstoffeinträge weiterhin

bei einem Großteil der terrestrischen Ökosysteme zur Überdüngung und bewirken so den langfristigen Verlust der biologischen Vielfalt. Hauptverursacher sind vor allem Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung.

Die Einhaltung der nationalen Emissionshöchst-mengen bis 2010 ist ein wichtiger Zwischenschritt, um die Versauerung und Eutrophierung unserer Ökosysteme sowie eine erhöhte Ozonbelastung zu bekämpfen. Um die Belastungen weiter zu senken, wird die EU-Kommission voraussichtlich Anfang des Jahres 2008 eine Fortschreibung der NEC-Richtlinie bis zum Jahr 2020 vorschlagen. Neben schärferen nationalen Emissionshöchst-mengen für die bisher geregelten Stoffe sind – wegen der großen Gesundheitsgefährdungen - auch nationale Emissionsobergrenzen für Feinstaub vorgesehen.

Die Aktualisierung des „Nationalen Programms zur Verminderung der Ozonkonzentration und zur Einhaltung der Emissionshöchst-mengen“ steht im Internet unter <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3306.pdf> zum Download bereit, der begleitende Bericht „Maßnahmen zur Einhaltung der Emissionshöchst-mengen der NEC-Richtlinie“ unter <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3305.pdf> Weitere Informationen zur NEC-Richtlinie finden Sie unter [www.umweltbundesamt.de/luft/reinhaltestrategie/nec.htm](http://www.umweltbundesamt.de/luft/reinhaltestrategie/nec.htm)

## Tagungsberichte

**Conference Report: 11<sup>th</sup> EuCheMS-DCE International Conference on Chemistry and the Environment**

Toruń, Poland, September 9<sup>th</sup> to 12<sup>th</sup>, 2007

**Chemistry, Environment & Human Activity in Civilization Development**

Bogusław Buszewski, Conference Chairman, Monika Michel, Conference Secretary

The conference on 'Chemistry, Environment & Human Activity in Civilization Development' was held at Nicolaus Copernicus University in Toruń, Poland in conjunction with 50<sup>th</sup> Anniversary Polish Chemical Society Congress & Polish Association of Chemical Engineers on September 9<sup>th</sup> to 12<sup>th</sup>, 2007. The official language of 11<sup>th</sup> ICCE-DCE Conference was English.

**The 11<sup>th</sup> EuCheMS-DCE International Conference on Chemistry and the Environment was organized jointly by:**

- Polish Chemical Society
- Polish Association of Chemical Engineers
- European Association for Chemical and Molecular Sciences, Division of Chemistry and the Environment
- Nicolaus Copernicus University
- Mayoralty of Toruń City

## Conference statistics:

The conference was attended by more than 524 scientists representing 39 countries from Europe, North and South America, and Asia as well as by delegates representing various national authorities, mostly dealing with environmental monitoring and environmental legislation.

There were 25 plenary lectures, 30 section lectures, 20 oral communications in 2 parallel sessions, and some 353 posters, a total of 428 presentations. There was a high attendance by students, over 150. Substantial financial support and sponsorship had been obtained so as to keep registration costs to a minimum.

45 exhibitors were represented displaying a range of analytical instrumentation, chemical products and services and publications.

## The following events took place within the framework of the conference:

1. The Annual Meeting of the EuCheMS Division for Chemistry and the Environment 2007 was organized for Saturday 8<sup>th</sup> September 2007.
2. Short courses were held on Sunday 9<sup>th</sup> September 2007, and these attracted more than 90 people. Vendor seminars on instrumentation and applications to environmental analysis by Perlan Technologies, Applied Biosystem, S. Witko, Merck, and Polygen were held on Monday and Tuesday.
3. The Opening Ceremony of the conference was held in the Aula Magna of the Nicolaus Copernicus University on Sunday, September 9<sup>th</sup>. Prof. Dr. Richard Ernst, Nobel Prize Laureate, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, Switzerland, presented the Opening Address – *The role of science in civilization development and progress*.
4. Concert of the MultiCamerata, string quintet from Torun, in the St. John's Cathedral.
5. Kujawy-Pomaranian Barbecue Party near the Rubbens Hotel in Łysomice.
6. The International Scientific Committee, composed of the members of the EuCheMS Division of Chemistry and the Environment selected the best 5 poster communications from 63 presented by young scientists for special awards (see below).
7. The main theme, 'Chemistry, Environment & Human Activity in Civilization Development' was divided into two parallel sessions. Among plenary and section lecturers the EuCheMS members and other internationally reputed scientists who participated were:
  - Prof. Dr. Fritz Frimmel, University of Karlsruhe, Germany, *Water Chemistry – Mirror Of Modern Civilization*;
  - Prof. Dr. Uri Zoller, University of Haifa, Israel, *Science-Technology-Environment-Society Literacy For Sustainability: What Should It Take?;*

- Dr. Allan A. Jensen, FORCE Technology, Denmark, *Risk Assessment of Boron in Glass Wool Insulation*;
- Prof. Luciano Morselli, Bologna University, Italy, *Atmospheric Pollutants and Cultural Heritage Decay*;
- Prof. Ake Bergman, Stockholm University, Sweden, *The International Panel on Chemical Pollution (IPCP): An Introduction*;
- Prof. Toomas Tenno with A. Selberg, University of Tartu, Estonia, *Evaluation of Environmental Impact of Oil Shale Mining and Processing by Monitoring of River Water Quality in North-Eastern Estonia*;
- Prof. Panayotis A. Siskos, University of Athens, Greece, *Determination Of The Concentration Of Nitrous Oxide In The Atmosphere Of The Athens Basin*;
- Prof. Kiyokatsu Jinno, Toyohashi University of Technology, Japan, *Miniaturized sample preparation needle: a versatile design for rapid analysis in environmental analysis*;
- Prof. Mieczysław Jaroniec, Kent State University, USA, *Design and synthesis of polymer-templated mesoporous organosilicas for environmental applications: adsorption of heavy metal ions*;
- Prof. Jerzy Leszczynski, Jackson State University, USA, *Computational Chemistry: Clean Creative Calculations*;
- Prof. Hartmut Frank, University of Bayreuth, Germany, *Environmental and analytical chemistry for a sustainable future*;
- Prof. Dr. Antonius Kettrup, Technical University of Munich, Germany, *Environmental monitoring by instrumental analysis and bioassay*;
- Prof. Lucjan Pawłowski, Lublin University of Technology, Poland, *Sustainable development in nowadays civilization*;
- Prof. Andrius Marushka, Vytautas Magnus University, Kaunas, Lithuania, *Continuous bed (monolithic) stationary phases for capillary format separations: current status and applications*;
- Prof. Anton Amann, Innsbruck Medical University, Austria, *Detection of lung cancer by analysis of exhaled breath*;
- Prof. Adam Grochowalski, Krakow University of Technology, Poland, *Analytical aspects in the determination of toxic persistent organic pollutants in food and in the environment*.



## The conference offered nine poster sessions:

1. Bioaccumulation and monitoring of organic pollutants (77 presentations);
2. Modelling and chemometrics (18 presentations);
3. Environmental chemistry education (2 presentations);
4. Technologies in the environment in the context of green chemistry (19 presentations);
5. Water chemistry - pollutants and analysis (69 presentations);
6. Atmospheric chemistry, air pollutants and analysis (26 presentations);
7. Soil pollutants, solid waste management (53 presentations);
8. Chemistry in cultural heritage protection (6 presentations);
9. Ecotoxicology, toxicology and xenobiotics (84 presentations).

## Five posters attained the award:

1. Rasa Milasiene, *Evaluation of Antioxidant Activity of Medicinal Plants by Means of HPLC*; Dept. of Chemistry, Vytautas Magnus University, Kaunas, Lithuania; coauthors: Maruska A., Kornysova O., Ragazinskiene O., Prosevicus J.;
2. Andrzej Olejniczak, *Classification of Base Oils and Refinery Semi-Products Using Principle Component Analysis and Neural Networks*; Chair of Nuclear and Radiation Chemistry, Faculty of Chemistry, Nicolaus Copernicus University, Toruń, Poland; coauthors: Aleksander Chostenko, Jacek Fall, Stanisław Truszkowski;
3. Sylwia Studzińska, *Application of Solid Phase Extraction in Ionic Liquids Enrichment from Water Samples*; Department of Environmental Chemistry and Bioanalytics, Nicolaus Copernicus University, Faculty of Chemistry, Toruń, Poland; coauthors: Bogusław Buszewski;
4. Siiri Velling, *Activated Sludge Based Bod-Sensor for Wastewater Analysis*; Institute of Physical Chemistry, University of Tartu, Tartu, Estonia; coauthors: Orupõld K., Tenno, T.;
5. Aleksandra Dubiella-Jackowska, *Influence of Road Transport on the Content of the Platinum Group Elements in Atmospheric Waters*; Department of Analytical Chemistry, Chemical Faculty, Gdansk University of Technology, Gdańsk, Poland; coauthors: Polkowska Ż., Lech D., Paślawski P., Staszek W., Namieśnik J

## Bericht vom Deutschen Bioraffinerie-Kongress 2007 in Berlin: Biobasierte Produkte und Bioraffinerien

Birgit Kamm, Forschungsinstitut Bioaktive Polymersysteme (BIOPOS) e.V. und BTU Cottbus, Teltow-Seehof; [kamm@biopos.de](mailto:kamm@biopos.de),

Uwe Lahl, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn,

Susann Schwarze, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit lud gemeinsam mit dem Forschungsinstitut BIOPOS e.V. zum Deutschen Bioraffinerie-Kongress 2007 am 12. und 13. September 2007 in das Bundespresseamt und zur Abendveranstaltung des ersten Tagungstages in die Landesvertretung des Landes Brandenburg beim Bund, In den Ministergärten, Berlin ein.

Der Kongress stand unter dem Vorzeichen, dass die Nutzung nachwachsender Rohstoffe in den nächsten Jahren und Jahrzehnten an industrieller Bedeutung, insbesondere für die Stoff- und Chemiewirtschaft gewinnen wird und dafür die notwendigen strategischen Weichen in Forschung und Entwicklung in der Gesellschaft gestellt werden müssen. Dafür ist ein sektorübergreifender Dialog in Deutschland und darüber hinaus, in Europa notwendig.

150 Chemiker, Biotechnologen, Land- und Forstwirte aus Wissenschaft und Industrie, den Bundesministerien, verschiedenen Landesministerien und Fachbehörden des Bundes sowie des Bundestages nahmen an der 2-tägigen Veranstaltung teil.

In den Grußworten des Parlamentarischen Staatssekretärs im Bundesministerium, Michael Müller wurde die Schlüsselrolle von Bioraffinerien bei Klimaschutz und Ressourceneffizienz deutlich. Die Grußworte von Dr. Helmut Born, Generalsekretär des Deutschen Bauernverbandes (Berlin); Prof. Dr. Wolfram Koch, Geschäftsführer der Gesellschaft Deutscher Chemiker (Frankfurt/ Main), Dr. Jörg Rothermel, Geschäftsführer Fachvereinigung Energie, Klimaschutz und Rohstoffe des Verbandes der Chemischen Industrie e.V. (VCI), (Frankfurt/Main) und Dr. Jochen Michels der DECHEMA, (Frankfurt/Main) waren ein überaus engagiertes Plädoyer für die gemeinsame Entwicklung einer biobasierten Stoff- und Chemiewirtschaft neben der Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln und der Erzeugung von Energie. Die Gesellschaften haben dafür eine ganze Reihe unterschiedlicher Aktivitäten zur Einbindung möglichst vieler Wissenschaftler zum Stichwort Biomasse-Forschung und Bioraffinerien unter dem Dach einer Biomasse-Wirtschaft initiiert oder unterstützt, wie z.B. der GDCh-AK ‚Nachhaltige Chemie‘, die neue wissenschaftliche Zeitschrift ‚ChemSusChem‘ des Verlages Wiley-VCH sowie die nationale ‚SUSCHEM‘.

## Globale Strategien, Rohstoffe und Raffination

Die Plenarvorträge des ersten Tagungstages eröffnete Dietrich Wittmeyer (ERRMA, Brussels, Belgium) mit einem umfassenden Überblick über die aktuellen Initiativen der Europäischen Kommission zur Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrien durch Förderung von neuen Technologiefeldern, wie der Entwicklung biobasierter Produkte und Bioraffinerien (LEAD Market). Im März 2007 wurde dazu eine Interservice Task Force der EU-Kommission ‚Biobased Products‘ gegründet, der die zuständigen Generaldirektionen Industrie, Umwelt, Landwirtschaft, Transport, Energie und Forschung angehören. Deren Koordinierung hat die ‚European Technology Platform SusChem‘ übernommen. Derzeit werden Vorschläge zur Förderung von biobasierten Produkten in Forschung, Entwicklung und Markteinführung erarbeitet, die im Jahr 2008 von der EU-Kommission den EU-Mitgliedsstaaten zugeleitet werden sollen. Ebenso werden Programme zur Zusammenarbeit von EU und USA in Forschung und Entwicklung von innovativen und eco-effizienten Produkten vorbereitet.

In den USA hat man bereits seit dem Jahre 2000 mit sehr ambitionierten nationalen Programmen die Entwicklung einer Biomasse-Volkswirtschaft mit den 3 Säulen Energie, Kraftstoffe und Biobasierte Produkte sowie deren Erzeugung in Bioraffinerien forciert. John B. Howe (Verenium Corp. Cambridge, MA, U.S.A.) präsentierte eine aktuelle Initiative *Biofuel Initiative 2006*, mit der die Rohstoffbereitstellung von Lignocellulose-Feedstock und deren thermochemische bzw. biochemische Konversionstechnologien u. a. mittels Anwendung von effizienten Katalysatoren und Enzym-Gemischen insbesondere zur Herstellung des Kraftstoffes und der Plattformchemikalie Ethanol gefördert wird. Mit einer Summe von über 1 Mrd US-\$ werden universitäre Forschungszentren sowie der Bau von Demonstrationsanlagen unterstützt. Ziel ist es, ab dem Jahre 2010 mit dem Bau von kommerziellen Anlagen zu beginnen. Seine Firma Verenium Corp. hat dazu eigene Enzym-Produkte im kommerziellen Maßstab entwickelt.

Mit einem exzellenten Übersichtsvortrag zum Thema ‚Energie als Schicksalsfrage -Nachhaltigkeit als wissenschaftliches Ziel einer zukünftigen Energiewirtschaft‘ streifte Walther Ch. Zimmerli (Präsident der Brandenburgisch Technischen Universität Cottbus) philosophische Aspekte des menschlichen Seins sowie physiko-chemische Fragestellungen der industriellen Entwicklungsgeschichte und leitete daraus die Notwendigkeit der Entwicklung von regenerativen Energien und auf Biomasse-basierenden Bioraffinerien ab. Birgit Kamm (FI Biopos e.V. und BTU Cottbus) präsentierte den Entwicklungsstand sowie die wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Umsetzungsziele von Bioraffinerie-Technologien und -Anlagen.

Die Schlüsselrolle von Bioraffinerien als effizienteste Lösung für eine verstärkte Biomassenutzung in der chemischen Industrie und die Eckpunkte für strategische Entscheidungen stellte Uwe Lahl (BMU, Bonn) in einem die Podiumsdiskussion einführenden Vortrag vor. In der Podiumsdiskussion, die von Stephan Freyer (BASF AG, Ludwigshafen) hervorragend moderiert wurde [weitere Mitwirkende: Birgit Kamm (FI biopos e.V. und BTU Cottbus), Dietrich Klein (Geschäftsführer Landwirtschaftliche Biokraftstoffe e.V., Berlin), Gerd Romanowski (Geschäftsführer Verband der Chemischen Industrie, Peter Saling (BASF AG), Christian Stollberg (BTU Cottbus), Michael Weltzin (Deutscher Bundestag, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Bündnis 90 - Die Grünen, Berlin)] fand ein sehr fundierter Austausch von Standpunkten zur Biomasse-Verfügbarkeit für alle Bereiche (Nahrungs- und Futtermittel, Bauen/ Wohnen, Kraftstoffe, Energie und Chemikalien/ Materialien) sowie der derzeitigen Preisentwicklung von landwirtschaftlich produzierten Rohstoffen statt. Ein weiterer Diskussionspunkt war der Stand der Konversionstechnologien und die Fokussierung weiterer Forschung und Entwicklung zur Umsetzung von Technologien aus universitärer und industrieller Sicht. Gerd Romanowski (VCI) verwies vor allem auf die enormen Forschungsanstrengungen an den Universitäten in den U.S.A. Es wurde Übereinstimmung erzielt, eine Strategiegruppe ‚Bioraffinerie‘ für Deutschland unter Federführung des BMU zu gründen. Die Einführung von sog. ‚NaWaRo-Quoten‘ für die chemische Industrie wurde als nicht sinnvoll angesehen; jedoch wurde für eine Selbstverpflichtung der Unternehmen beim Einsatz von Biomasse plädiert, damit Deutschland bei der Entwicklung von Technologien international seine Position hält und für den Rohstoffwechsel auch eine industrielle Planung notwendig ist.

Die nachfolgenden Konferenz-Beiträge zeigten die Verfügbarkeit von Biomassen aus der Forstwirtschaft (Jörg Schweinle, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Landwirtschaft, Hamburg) sowie aus der Neulandbewirtschaftung (Bergbaufolgelandschaften). Für die Entwicklung von Bioraffinerien werden biotechnologische Methoden, wie der Einsatz von Enzymen und Mikroorganismen für die Rohstoffkonversion eine wichtige Rolle spielen. Die Strategien der European Association for Bioindustries innerhalb des aktuellen politischen Vorschlags der Knowledge-Based Bio-Economy (KBBE) präsentierte Camille Burel (EuropaBio, Brussels, Belgium) und die sich in der Entwicklung oder bereits in industrieller Umsetzung befindlichen Methoden der Biotechnologie in Verknüpfung mit der Chemie Thomas Hirth (Fraunhofer ICT, Pfinztal).

Ein Höhepunkt der zweitägigen Veranstaltung war die Abendveranstaltung mit den Grußworten des parlamentarischen Staatssekretärs des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Michael Müller und des Bevollmächtigten des Landes Brandenburg beim Bund und für Europaangelegenheiten, Staatssekretär Gerd Harms.

Michael Müller plädierte für die Entwicklung von Bioraffinerien als wichtige Schlüsseltechnologien bei Klimaschutz und Ressourceneffizienz. Gerd Harms betonte, dass für die Entwicklung dieses vergleichsweise jungen Forschungsgebietes auch eine enge Zusammenarbeit der Akteure in Forschung, Wirtschaft und Politik notwendig ist.

## Technologien, Produkte, Märkte

In den Plenarvorträgen des zweiten Tagungstages wurden grundsätzliche industrielle Überlegungen zum Rohstoffwechsel, der Herstellung von biobasierten Plattformchemikalien und Kraftstoffen (Markus Rarbach, Süd-Chemie AG, München) sowie bereits etablierte technologische Umsetzungen, wie eine Demonstrationsanlage (10.000 t/Jahr) zur kombinierten Herstellung von Zucker, Ethanol und dem biologisch abbaubaren Polymer Poly(hydroxybuttersäure) aus der Ganzpflanze Zuckerrohr in Serrano - S. Paulo, Brazil, der Firma PHB Industrial S/A (Telma T. Franco, UNICAMP, Campinas, Brasil) präsentiert.

Die Nutzung von Biomasse als Energieträger in Kombination mit weiteren regenerativen Energieträgern (Windenergie) zur Erzeugung von Strom und Wärme zeigten aktuelle Aktivitäten eines Energiekonzerns (Oliver Weinmann, Vattenfall Renewable, Vattenfall Europe AG, Berlin). Wie der Haupt-Präkursor Kohlenhydrate aus Biomasse in eine Vielzahl von aromatischen und aliphatischen Plattformchemikalien unter Anwendung von katalytischen Methoden und modernen Reaktionsmedien, wie ionische Flüssigkeiten umgesetzt wird, zeigte ein exzellenter Übersichtsvortrag (Herbert Vogel, TU Darmstadt). Aktuelle Forschungsstrategien in der Industrie zur Umsetzung von Biomasse unter Nutzung biotechnologischer Methoden und zur Herstellung biobasierter Produkte wurden in einem Übersichtsvortrag ‚Science-to-Business Center Bio‘ (Artur Müller, Degussa GmbH, Berlin) und in einem Fachvortrag zur Synthese von Poly(hydroxybuttersäure) aus Rohglycerin, dem Coprodukt der Biodieselherstellung (Dietrich Scherzer, BASF AG, Ludwigshafen) aufgezeigt.

## Ergebnisse und Ausblick

Folgende **Gründe** für die Notwendigkeit der Entwicklung einer Biomasse-Volkswirtschaft und Bioraffinerien unter **Nachhaltigkeitsaspekten** in Deutschland wurden in den Vorträgen und Diskussionen des Kongresses deutlich:

- **Umweltschutz und ökologische Sicherheit:** Begrenzung der derzeitigen Klimaveränderungen, Bodenzerstörung, Süßwasserknappheit, Biodiversitätsverlust
- **Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit:** Betrachtung der Wirtschaftlichkeit in einem weiteren Sinne (Einbeziehung der Umweltkompartimente Boden, Wasser, Luft)
- **Versorgungssicherheit mit Rohstoffen:** Biomasse ist ein einheimischer Rohstoff, der ausreichend verfügbar ist

- **Sicherung der guten Positionierung der deutschen Chemischen Industrie:** Deutschland ist der wichtigste Chemiestandort in Europa
- **Entwicklung und Sicherung der Märkte** für biobasierte Produkte für die chemische und stoffwandelnde Industrie Chancen für klein- und mittelständige Unternehmen

Es wurden **notwendige Entwicklungsschritte** der Biomasseproduktion und -konversion sowie die Weiterentwicklung von Bioraffinerie-Konzepten angeregt:

## Biomasseproduktion

- Methoden der Land- und Forst-Bewirtschaftung sowie Neulandbewirtschaftung
- Pflanzenphysiologie und Züchtung
- Rohstofflogistik (incl. Stabilisierung, Lagerung und Transport) durch Kombination mit vorhandenen Strukturen im ländlichen Raum
- Haupt-Focus liegt auf Nicht-Nahrungsmittel, Lignocellulose-Rohstoffe, Grüne Biomassen, Potentiale auch für Nahrungsmittel-Reststoffe

## Biomasseaufbereitung, Konversion und Primär-Raffinerie

- Bioraffinerie-Konzepte unter Focus auf:
- Thermochemische Konversion
- Biotechnische Konversion
- Katalytische und chemische Technologie
- Kombination von mechanischen, biotechnologischen und chemischen Methoden
- Fraktionierung und Separationstechnologien
- Biomassehydrolyse und Fermentation
- Primärraffinerie-Entwicklungen und -Demonstrationen, technologische Machbarkeit

## Bioraffinerien, Biobasierte Produktlinien und Produkte

- Bioraffinerieentwicklungen und Demonstrationsprojekte
- Entwicklung von Plattformchemikalien und biobasierten Produktstammbäumen
- Kombination Zuckerplattform und Syngas-Plattform

## Produktanwendungen und Absatz

- Materielle und immaterielle Anreize
- Marktöffnungsprogramme

## Öffentliche Maßnahmen, Bildung und Gesellschaft

- Bildung und Ausbildung (Studiengänge, Lehrstühle)
- Umweltstandards
- Normen und Gesetze
- Wirtschaftliche Hilfe

## Zusammenarbeit von Legislative, Exekutive, Landwirtschaft, Industrie und Wissenschaft

- Bildung einer **Strategiegruppe** für Deutschland



Grußwort des parlamentarischen Staatssekretärs des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Michael Müller



Blick aufs Veranstaltungspodium

Die Beiträge zum Kongress finden Sie unter: [www.biorefinica.de](http://www.biorefinica.de), Rubrik: Deutscher Bioraffinerie-Kongress 2007

## Tagungsankündigungen



### SETAC Europe 18th Annual Meeting, 25-29 May 2008, Warsaw, Poland

The SETAC Europe 18th Annual Meeting will be held from 25-29 May 2008 at the Palace of Culture and Science congress centre in Warsaw, Poland. The programme will be composed of platform and poster presentations in parallel sessions in a range of disciplines. The topic of the meeting is **World under stress: scientific and applied issues in environmental toxicology and chemistry**. As usually, both purely scientific and applied problems will be discussed, and particular stress will be put on bringing scientists and practitioners together.

The following main themes will be addressed:

- Ecotoxicology
- Environmental chemistry
- Environmental risk assessment
- Interactions between natural and anthropogenic stressors
- Life Cycle Assessment
- Political and socio-economic aspects of environmental issues
- Proteomics and genomics
- Special sessions:
  - Biodiversity
  - Carbon Footprinting
  - Environmental contamination and human health
  - Environmental risk assessment in Central and Eastern Europe
  - Evolutionary processes in contaminated environment
  - Impacts of climate change
  - Nanomaterials

More and updated information is available at the conference' homepage: <http://www.setac.eu/warsaw/>



## European Aerosol Conference (EAC2008), 24 – 29 August 2008, Thessaloniki, Greece

The **2008 European Aerosol Conference (EAC2008)** will be held in Thessaloniki, Greece, from **24 – 29 August 2008** at the

**Helexpo** International Exhibition & Congress Center of Thessaloniki. During this important periodic scientific event, about 700 researchers from more than 40 countries, gather to present their work, discuss new discoveries and problems, exchange their views and develop plans for the future of **Aerosol Science and Technology**. This not only benefits the specialists but it also increases public awareness and knowledge, regarding this multi-disciplinary scientific field and its diverse applications to important societal issues involving the environment, health, energy, materials and other facets of our life.

The 2008 European Aerosol Conference is organized, under the auspices of the European Aerosol Assembly (EAA), by the Hellenic Association for Aerosol Research (HAAR). EAC2008 will have a similar structure, as past EACs and it will include plenary sessions, invited lectures, five parallel oral sessions and poster sessions. The language of the Conference will be English

### Topics

- Aerosol based nanotechnology, chemistry, filtration
- Aerosol instrumentation, modeling, standards
- Atmospheric aerosols
- Bioaerosols
- Combustion aerosols
- Electrical effects
- Fundamental aerosol physics
- Health aspects of aerosols
- High temperature aerosols I
- Indoor aerosols
- Industrial aerosols
- Medical aerosols and nanoparticles
- PM<sub>x</sub>
- Radioactive aerosols

### Special Sessions

- Aerosols and cultural heritage
- Atmospheric aerosols in the cryosphere
- Biomass/Biofuel Aerosols
- Engine particulate emission control

For more information visit the conference' homepage: <http://eac2008.org/>



## 3. Gemeinsame SETAC-GLB und GDCh-Tagung 23.09.-26.09.2008 in Frankfurt am Main

Vom 23.-26. September 2008 findet in Frankfurt am Main die dritte gemeinsame Jahrestagung der SETAC GLB (Society of Environmental Toxicology and Chemistry – German Language Branch) und der GDCh-Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie statt. Die interdisziplinär geprägte Tagung steht unter dem Motto:

### Neue Problemstoffe in der Umwelt – Erfassung, Wirkungen und Lösungsmöglichkeiten

Eine Konkretisierung von Schwerpunktthemen erfolgt in Kürze. Zur Tagung sind Wissenschaftler/-innen von Universitäten und Forschungseinrichtungen sowie Vertreter/-innen aus Industrie und Behörden herzlich eingeladen.

### Tagungsort:

Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, Campus Westend

### Organisation:

Institut für Ökologie, Evolution und Diversität, Abteilung Aquatische Ökotoxikologie  
Institut für Atmosphäre und Umwelt, Abteilung Umweltanalytik

Mehr Infos in Kürze auf den Webseiten des SETAC GLB und der GDCh Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie:

[www.setac-glb.org/](http://www.setac-glb.org/)

[www.oekochemie.tu-bs.de/ak-umweltchemie/](http://www.oekochemie.tu-bs.de/ak-umweltchemie/)

## In memoriam

### Ian Meerkamp van Embden (1929-2007)

Dr. Dipl.-Ing. Ian C. Meerkamp van Embden starb unerwartet und sanft am 19. August 2007 in seiner zweiten Heimat, der Steiermark. Geboren in Indonesien als niederländischer Staatsbürger, besuchte er in der Schweiz das Gymnasium und studierte mit einem Abschluss als Dipl.-Ing. chem. an der ETH Zürich. Es folgten Jahre in den Unilever-Zentrallaboratorien, Vlaardingen (1953-1959) und die Promotion zum Dr. rer. nat. am chemischen Institut der Universität Freiburg im Breisgau (1959). Anschließend war er bis 1972 technischer Geschäftsführer der Schuchardt GmbH und Co KG in München. 1972 bis 1979 war er Abteilungsleiter der Metallgesellschaft AG in Frankfurt am Main, in dessen Umgebung er mit seiner Familie auch den Hauptwohnsitz verlagerte, nach Bad Homburg.



Ian Meerkamp van Embden spricht auf der Veranstaltung in Bad Homburg am 20. April 2007

Dr. Meerkamp van Embden war immer schon vielfältig gesellschaftlich engagiert, wobei wirtschaftliche, soziale und ökologische Fragen eine Einheit bildeten, die wir heute als Nachhaltigkeit bezeichnen. Es war daher sicherlich kein Zufall, dass er 1980 die Berufung zum stellvertretenden Leiter des Referats Technik und Umwelt des Verbandes der Chemischen Industrie (VCI) mit Sitz in Frankfurt annahm. Die Diskussion um die negativen Auswirkungen von Chemikalien auf die Umwelt hatte, ausgehend von Rachel Carsons aufrüttelndem Buch „Silent Spring“ [1], um diese Zeit bereits zu einer europäisch harmonisierten Gesetzgebung geführt, die aber nur die neu in Verkehr gebrachten Stoffe regelte. Die überwältigende Mehrzahl der rund 100 000 sog. „Altstoffe“ war nur unzureichend untersucht und viele wurden selbst in entfernten Weltgegenden analytisch nachgewiesen. Zur Bewertung dieses Sachverhaltes und über die zu ergreifenden Maßnahmen tobte damals eine wahre Schlacht zwischen den ökologisch motivierten Chemikern und der chemischen Industrie. Ian Meerkamp van Embden stand nun vor der schier hoffnungslosen Aufgabe, von dieser Konfrontation weg zu

einem Dialog zu kommen. Das ist ihm innerhalb weniger Jahre meisterhaft gelungen. Seine Fähigkeit zuzuhören, den politischen Gegner ernst zu nehmen und sich auf die durchaus lösbaren Sachfragen zu konzentrieren, hat die Auseinandersetzung entemotionalisiert und hat zu einem Paradigmenwechsel in weiten Bereichen der chemischen Industrie geführt. Die Polemik verlor peu à peu an Schärfe und ist heute in Teilbereichen sogar einer Kooperation gewichen. Unterstützt wurde er im VCI von Prof. Eberhard Weise, damals Mitglied des Vorstands der Bayer AG. Aber auch nicht der chemischen Industrie angehörige, neutrale Institutionen, wie die Evangelische Akademie Tutzing in Person von Dr. Martin Held, trugen durch offene Diskussionsveranstaltungen zur Entkrampfung der chemiepolitischen Kontroverse bei.

Zum Jahresende 1994 schied Ian, wie ich ihn von hier ab nennen will, weil die langjährige Kooperation in diversen Gremien von gegenseitiger Hochachtung zu Freundschaft geworden war, aus dem VCI aus. Dem VCI blieb Ian noch für zwei Jahre als Senior Advisor für ein Projekt zur Früherkennung von Gefahren auf europäischer Ebene verbunden. Dieses Projekt wurde nach der Pilotphase nicht weitergeführt, gerade als sich die ersten Erfolge zeigten; es ist nachzempfinden, dass das schmerzhaft für ihn war. Doch auch was Gutes war dabei: es verblieb nun mehr Zeit für den Aufbau des Alpenforums<sup>1</sup>, das er nur zwei Wochen nach seiner Pensionierung in Murau (Steiermark), in der Nähe seines Zweitwohnsitzes gegründet hatte. Damit begann ein neuer Abschnitt in Ians Leben, der zu zahlreichen neuen Aktivitäten führte. Ohne auf die Einzelheiten einzugehen, möchte ich auf die grundsätzliche Positionierung des Alpenforums hinweisen. Es handelt sich keineswegs „nur“ um Umweltschutz, sondern auch um die wirtschaftlichen und sozialen Probleme des Alpenraums und damit um die Nachhaltigkeit des Lebens in den Alpen. In der heute allgemein akzeptierten Interpretation bedeutet Nachhaltigkeit, dass Ökologie oder Umweltschutz, Ökonomie und Soziales aufeinander abgestimmt werden müssen. Die schönste Natur nützt nichts, wenn die Menschen keine Arbeit haben oder unter unwürdigen politischen und sozialen Verhältnissen leben müssen. Die Aktivitäten des Alpenforums – vor allem Tagungen und kleinere Workshops, Befragungen, Besichtigungen und Diskussionen, und auch viele weniger sichtbare Maßnahmen im Hintergrund, z.B. Kontakte mit Politikern und Behörden – waren seit seiner Gründung an den „drei Säulen“ der Nachhaltigkeit orientiert. Die meisten Veranstaltungen fanden wohl zum Thema Holz statt, von der ungenügenden Nutzung bis zu modernen Verarbeitungstechniken. Ein besonderes Anliegen war für Ian der Klimaschutz, lange vor der jetzt wiederentdeckten politischen Bedeutung des Themas, und die Frage, was der einzelne Bürger dazu beitragen kann. Sehr früh hat er auf die großen Fortschritte bei den Passivhäusern hingewiesen. Diese waren auch ein wichtiges Thema bei der letzten Veranstaltung des Alpenforum Deutschland

<sup>1</sup> <http://www.alpenforum.org>

e.V. über erneuerbare Energien im April 2007 in Bad Homburg [2]. Tatkräftig unterstützt wurde Ian von seiner Frau Ingeborg, die neben ihrer Aufgabe als Mutter von drei Kindern eine eigene Karriere in der Naturheilkunde machte.

Von den Ehrungen möchte ich die Verleihung des Bundesverdienstkreuzes am Band für Verdienste zur Förderung des Umweltgedankens sowie des Dialogs zwischen den gesellschaftlichen Gruppen (1990) und die Ludwig Erhard Medaille des CDU Wirtschaftsrats, dem Ian viele Jahre angehörte, erwähnen.

Ian war ein Mann der Tat, eine große Persönlichkeit. Wir vermissen ihn sehr.

## Requiescat in pace!

Walter Klöpffer

[1] Carson, R.: Silent Spring. 1st edition by Houghton Mifflin, USA 1962

[2] Meerkamp van Embden, I.: Erneuerbare Energie – Heute und Morgen. UWSF-Z. Umweltchem. Ökotox. 19 (2007) 152-153

## Unsere neuen Mitglieder

Wir heißen unsere neuen Mitglieder in unserer Fachgruppe herzlich willkommen und freuen uns auf eine fruchtbare Zusammenarbeit.

**Bartkowiak, Jana**, 30.08.1984



**Eintrittsdatum FG 17.9.2007**

**Faubel, David**, 11.12.1980



**Eintrittsdatum FG 19.7.2007**

**Freimuth, Marc**, 17.06.1986



**Eintrittsdatum FG 18.7.2007**

**Gildemeister, Thomas, Dr.**, 22.03.1975



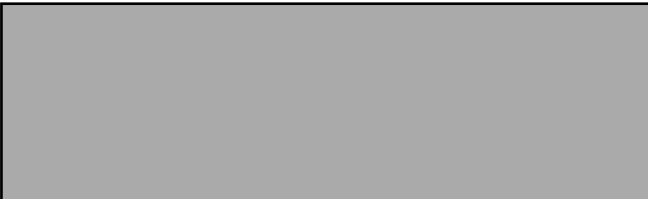
**Eintrittsdatum FG 2.11.2007**

**Gonsior, Marcin, Dr.**, 18.11.1976



**Eintrittsdatum FG 21.8.2007**

**Kim, Jongwoon**, 24.11.1977



**Eintrittsdatum FG 1.11.2007**

**Kühnel, Ruben**, 21.12.1983

P: Asbeckweg 1, D-48161 Münster, Tel.: +49 251 3841771,  
E-Mail: [rsk.mail@gmx.de](mailto:rsk.mail@gmx.de)

**Eintrittsdatum FG 12.7.2007**



**Eintrittsdatum FG 18.7.2007**

**Lauxmann-Melchinger, Petra, Dr.**, 07.01.1966



**Eintrittsdatum FG 7.11.2007**

**Stratmann, Christian, Dr.**, 28.08.1976



**Eintrittsdatum FG 30.5.2007**

## Geburtstage

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

### Geburtstagsliste Januar bis März 2008

#### 60 Jährige

**Prof. Dr. Imre Kiricsi**



Geburtstag: 06.01.1948

**Dr. Hartmut Herzberg**



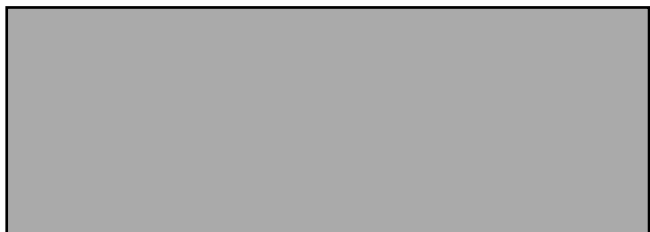
Geburtstag: 08.01.1948

**Prof. Dr. Gerhard Möschwitzer**



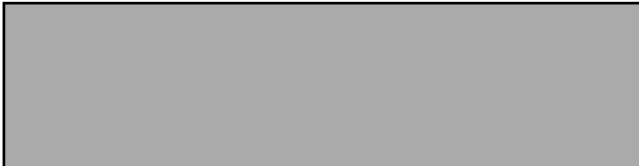
Geburtstag: 17.01.1948

**Prof. Dr. Ulrich Ziegler**



Geburtstag: 02.02.1948

**Dr. Hartwig Schaper**



Geburtstag: 05.07.1947

**Dr. Burkhardt Stock**



Geburtstag: 31.03.1948

- FG-Beisitzer von 01.01.1999 bis 31.12.2006

**Dr. Werner Kördel**



Geburtstag: 25.03.1948

- FG-Beisitzer von 01.01.1999 bis 31.12.2002
- FG-Beisitzer von 01.01.2004 bis 31.12.2006
- AK Bodenchemie und Bodenökologie Arbeitskreis-Vorsitzender von 01.01.1991 bis 30.06.2000
- Joseph-von-Fraunhofer-Preis des Jahres 1991

#### 65 Jährige

**Dr. Michael Ball**



Geburtstag: 06.03.1943

#### 65 Jährige

**Dr. Michael Ball**



Geburtstag: 06.03.1943

#### 70 Jährige

**Prof. Dr. Alfred Golloch**



Geburtstag: 29.01.1938

**Dr. Dr. Ralf Müller**



Geburtstag: 12.02.1938

- früher Gesellschaft für Ökologie und Umweltchemie mbH, Erfurt.

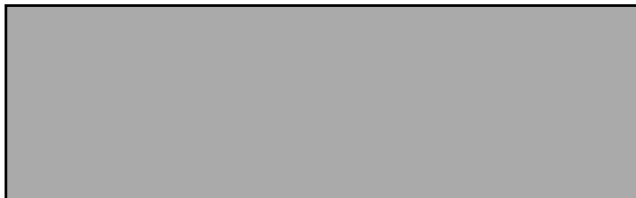


## Prof. Dr. Horst Bruchertseifer



Geburtstag: 17.02.1938

## Prof. Dr. Dr. h. c. Antonius Ketrup



Geburtstag: 26.03.1938

- Honorarprofessor der Chinesischen Akademie der Wissenschaften.
- 1991 zum Mitglied der kollegialen Leitung des Institut für Chemie in Weihenstephan bestellt.

## 75 Jährige

### Dipl.-Chem. Werner Krutz



Geburtstag: 08.01.1933

## Dr. Klaus Hunger



Geburtstag: 11.02.1933

## GDCh-Fortbildungskurse 2008

### Gebiet: Chemie und Umwelt

#### Ökologische Chemie (202/08)

27. Februar 2008, Leipzig,

Kursleiter: Prof. Dr. Gerrit Schüürmann

Informationen/Anmeldung:

<http://www.gdch.de/vas/fortbildung/kurse/fortbildung2008.htm#4202>

#### Ökotoxikologie (201/08)

16. April 2008, Leipzig,

Kursleiter: Prof. Dr. Gerrit Schüürmann

Informationen/Anmeldung:

<http://www.gdch.de/vas/fortbildung/kurse/fortbildung2008.htm#4201>

#### Abfallwirtschaft in der Chemischen Industrie (611/08)

Abfallrecht

Erkennen, Bewerten, Logistik, Entsorgen

17. - 18. Juni 2008, Riedstadt-Goddelau,

Kursleiter: Dr. Martin Engler

Informationen/Anmeldung:

<http://www.gdch.de/vas/fortbildung/kurse/fortbildung2008.htm#4611>

#### Toxikologische Wirkung chemischer Stoffe (200/08)

25. September 2008, Leipzig,

Kursleiter: Prof. Dr. Gerrit Schüürmann

Informationen/Anmeldung:

<http://www.gdch.de/vas/fortbildung/kurse/fortbildung2008.htm#4200>

#### Praxisgerechte Wasserbeurteilung (349/08)

6. - 8. Oktober 2008, Dresden,

Kursleiter: Prof. Dr. Eckhard Worch

Informationen/Anmeldung:

<http://www.gdch.de/vas/fortbildung/kurse/fortbildung2008.htm#4349>

#### REACH - Intelligente Teststrategien zur Prüfung der Chemikaliensicherheit (931/08)

13. - 14. November 2008, Leipzig,

Kursleiter: Prof. Dr. Gerrit Schüürmann

Informationen/Anmeldung:

<http://www.gdch.de/vas/fortbildung/kurse/fortbildung2008.htm#4931>