

„Grenzen überwinden“ – ein Trend manifestiert sich auf der Jahrestagung 2009 der GDCh-Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie in Trier

Klaus Fischer · Gerhard Lammel · Wilhelm Püttmann

Eingegangen: 22. November 2009 / Akzeptiert: 23. Dezember 2009 / Online veröffentlicht: 27. Januar 2010
© Springer-Verlag 2010

Die Jahrestagung der GDCh-Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie fand vom 23.–25. September 2009 an der Universität Trier unter dem Motto „Stoffverhalten und -wirkungen in Umweltkompartimenten“ statt. Im Wechselspiel mit diesem Motto, das in vielen der ca. 70 Vorträge und über 60 Posterbeiträge aufgegriffen wurde, entwickelte sich im Laufe der Tagung ein Trend, der kurz gefasst als „Grenzen überwinden“ bezeichnet werden kann, und zwar in mehrfacher Hinsicht. Selten war die Jahrestagung so international ausgerichtet, bildete doch die „Umweltbelastung in Schwellenländern und Megacities“ einen Themenschwerpunkt des ersten Tags und des ersten Plenarvortrags, präsentiert von Prof. Dr. Zhipeng Bai (Abb. 1). Dieser Thematik und der Nähe des Tagungsortes zu Luxemburg war es mit zu verdanken, dass eine nicht unbeträchtliche Anzahl an Vortragenden und Posterautoren von außerhalb der Bundesgrenze anreiste, was auch als ein Zeichen für die Integration

der Fachgruppe in die internationale Forschergemeinschaft gewertet werden kann.¹

Grenzen wurden ebenfalls in institutioneller Hinsicht überwunden. Neben dem Fachbereich VI der Universität Trier und dem Institut für BioGeoAnalytik, Umweltproben- und Biobanken waren der Arbeitskreis Bodenchemie der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (DBG) sowie das Institut für Umwelt- und Technikrecht (IUTR) der Universität Trier Mitveranstalter. Dies wurde von vielen der ca. 175 registrierten Tagungsteilnehmer (die studentischen Teilnehmer der Universität Trier, die freien Zugang zu den Sessions hatten, nicht mitgerechnet) als echte Bereicherung empfunden, wobei nicht wenige von ihnen die Erfahrung machten, dass jenseits der jeweils eigenen Fachorganisation interessante Forschungsarbeiten im gleichen Fachgebiet und z. T. am gleichen Forschungsobjekt durchgeführt werden.

Die Tagung, die vom Fachgruppenvorsitzenden, Prof. Dr. Gerhard Lammel, eröffnet wurde, konzentrierte sich auf folgende inhaltliche Schwerpunkte:

- Arznei- und Körperpflegemittel (PPCP),
- Atmosphärenchemie, Troposphärisches Aerosol,
- Bodenbelastung,
- Grundfragen des Chemikalienrechts,
- Monitoring und Messnetze,
- Ökotoxikologie,
- Risikobewertung,
- Umweltanalytik,
- Umweltbelastungen in Schwellenländern und Megacities,
- Umweltprobenbanken und
- Wasserchemie.

K. Fischer (✉)
Analytische und Ökologische Chemie,
FB VI – Geographie/Geowissenschaften,
Universität Trier, Campus II,
Behringstr. 21, 54296 Trier, Deutschland
E-Mail: fischerk@uni-trier.de

G. Lammel
Max-Planck-Institut für Chemie,
J.-J.-Becher-Weg 27, 55128 Mainz, Deutschland
E-Mail: g.lammel@mpic.de
und
Research Centre for Environmental Chemistry and Ecotoxicology,
Masaryk University,
Kamenice 3, 62500 Brno, Czech Republic

W. Püttmann
AG Umweltanalytik, Institut für Atmosphäre und Umwelt,
Goethe-Universität Frankfurt am Main,
Altenhöferallee 1, 60438 Frankfurt a. M., Deutschland
E-Mail: puettmann@iau.uni-frankfurt.de

¹ Damit wurde in gewisser Weise an die Jahrestagung 2004, die in Aachen stattfand, angeknüpft. Diese stand unter dem Motto „Grenzen finden, Grenzen überwinden – molekulare Mechanismen und ökosystemare Prozesse“. Auch hier wurden nationale Grenzen überwunden – die niederländische Schwesterorganisation wurde als Mitveranstalterin tätig.



Abb. 1 Prof. Dr. Zhipeng Bai während seines Plenarvortrags

In seiner Eröffnungsrede setzte sich der Fachgruppenvorsitzende kritisch mit den Rahmenbedingungen der Forschung an deutschen Universitäten im Bereich „Umweltchemie und Ökotoxikologie“ auseinander.² So wies er darauf hin, dass bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft interdisziplinäre Fachgebiete weiterhin Förder Nachteile gegenüber den klassischen Disziplinen in Kauf nehmen müssten und dass die Ressourcenausstattung der Universitäten insgesamt im Vergleich zu den außeruniversitären Großforschungseinrichtungen unzureichend sei.

Die Bedeutung der universitären Grundlagenforschung für den vor- und nachsorgenden Umweltschutz hob Frau Jacqueline Kraege, Staatssekretärin im rheinland-pfälzischen Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz, in ihrem anschließenden Grußwort hervor. In der universitären Umweltforschung seien für viele Gefahrstoffgruppen gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen worden, an denen sich die politisch verantwortlichen Institutionen orientierten.

Prof. Dr. Peter Schwenkmezger, Präsident der Universität Trier, verwies in seiner Begrüßung der Tagungsteilnehmer auf die notwendige Integration von natur- und geisteswissenschaftlicher Forschung, die an der Universität Trier u. a. in Form eines gemeinsamen DFG-Graduiertenkollegs von rechtswissenschaftlichen und geowissenschaftlichen Fächern praktiziert werde.

Der Tagungsleiter, Prof. Dr. Klaus Fischer, stellte die Einbettung der umweltchemischen und ökotoxikologischen

Forschung in einen übergreifenden, biogeowissenschaftlichen Kontext im gastgebenden Fachbereich VI der Universität Trier heraus, woraus sich besondere Akzente für die inhaltliche Tagungsausrichtung ergeben hätten.

Unmittelbar im Anschluss an die Eröffnungssitzung skizzierte Prof. Dr. Zhipeng Bai (Universität Nankai, Tianjin, China) im ersten Plenarvortrag der Tagung die Entwicklung der Umweltbelastung und Umweltgesetzgebung in der Volksrepublik China innerhalb der vergangenen 15–20 Jahre. Sein umfangreiches Datenmaterial beschrieb die Trends der Belastung von Wasser, Boden und Luft in mehreren Provinzen und Ballungsräumen, wobei der Schwerpunkt auf luftgetragenen Schadstoffen in der Region Tianjin lag. Zahlreiche Schadstoffe und Belastungsindikatoren wie Schwermetalle, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Säurebildner (NO_x , SO_x), flüchtige organische Verbindungen (VOC), Ozon und Feinstaubgehalte wurden bei den Luftmessungen erfasst. Ähnlich umfangreich wurden die Belastungen der Gewässer und Böden mit Kontaminanten wie DDT, polybromierte Diphenylether (PBDE) und perfluorierte Verbindungen (PFCs) ermittelt.

Auf Basis dieser Messreihen konnte Prof. Bai eine deutliche Abnahme der Schwermetallbelastungen, der Konzentrationen an Säurebildnern sowie, teilweise weniger ausgeprägt, der PAK-Umweltkonzentrationen im Untersuchungszeitraum konstatieren. Er machte hierfür u. a. Fortschritte in der Umweltgesetzgebung, verbunden mit der Absenkung von Schadstoffgrenzwerten und die zunehmende Nutzung moderner Umweltschutztechnologien verantwortlich. Dies habe sich aber noch nicht auf verschiedene Xenobiotica aus der Gruppe der „emerging pollutants“ ausgewirkt, deren Konzentrationen, veranschaulicht u. a. an PBDEs und PFCs, stagnierten oder zunähmen. Sehr problematisch sei weiterhin die z. T. extreme Luftstaubbelastung, insbesondere in den Ballungszentren, die als Ursache weitverbreiteter Atemwegserkrankungen angesehen würde. Verminderungsstrategien hätten hier mit dem Umstand zu kämpfen, dass wichtige Emissionsquellen wie der innerstädtische Kfz-Verkehr und die Energie- bzw. Wärmeerzeugung auf Kohlebasis im Wachstum begriffen seien. Die politisch Verantwortlichen versuchten dem entgegenzusteuern, indem sie z. B. der Entwicklung von öffentlichen Verkehrssystemen den Vorrang gegenüber dem Individualverkehr gäben. Angesprochen auf weitere gesundheitliche Auswirkungen der Umweltbelastung, verwies Prof. Dr. Bai auf die hohe Zahl an Neugeborenen, die Missbildungen aufwiesen, wobei epidemiologische Studien zum Belastungshintergrund der Eltern fehlten.

Luftbelastungen standen auch im Vordergrund der anschließenden Vortrageinheit zur Umweltbelastung in Schwellenländern und Megacities. Spezifika, welche die Umweltsituation in rasch wachsenden Volkswirtschaften von der in Europa unterscheiden, sind demnach nicht nur

² Die Eröffnungsrede ist in leicht redigierter Form in Heft 04/2009 der „Mitteilungen Umweltchemie Ökotoxikologie“ erschienen (Lammel 2009).

luftreinhaltetechnisch rückständige Schwerindustrieanlagen, sondern auch Biomasseverbrennungen.

Dr. Günter Engling (Academia Sinica, Taipei, Taiwan) führte in seinem Vortrag aus, wie mithilfe von staubgebundenen Markerverbindungen (Anhydrozucker) die Verbrennung von Reisstroh während der „burning season“ in der Hintergrundluft und damit regional detektiert werden kann.

Die Bildung von salpetriger Säure aus Stickoxiden geschieht allerorten, jedoch in höchst unterschiedlicher Effizienz. Die verantwortlichen, vorwiegend heterogenen Reaktionen sind noch nicht aufgeklärt. In Extremfällen bestimmt salpetrige Säure sogar die Oxidationskapazität der Atmosphäre, ist also wichtiger als Ozon und andere Oxidantien. Die Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Peter Wiesen (Physikalische Chemie, Universität Wuppertal) stellte mit der Stadtluft von Santiago de Chile einen in dieser Hinsicht außergewöhnlich effizienten „Reaktor“ vor, dessen mechanistische Prinzipien noch weitgehend unbekannt sind (Kurtenbach et al. 2008).

Das abendliche „Get-together“ führte die Tagungsteilnehmer in das Trierer Kurfürstliche Palais. Hier stellte Prof. Dr. Reinhard Hendler (Institut für Umwelt- und Technikrecht, Universität Trier) in seinem Vortrag kurzweilig und humorvoll Formen der rechts- und naturwissenschaftlichen Kooperation im Umweltschutzrecht am Beispiel des Chemikalien- und Naturschutzrechts vor, wobei er zugleich den Realitätsgehalt des angeblich bei Naturwissenschaftlern weit verbreiteten Bildes vom Juristen als technikfernem und naturwissenschaftlicher Ratio unzugänglichem Wesen ironisch hinterfragte.

Der damit verbundene Aufmerksamkeitsgewinn bescherte am Folgetag der Session „Grundfragen des Chemikalienrechts“ großen Zulauf.

Unmittelbar zuvor hatte bereits Dr. Harald Ginzky (Umweltbundesamt, Dessau) das Auditorium in seinem Plenarvortrag mit „stoffbezogenen Regelungen im Umweltrecht – „Lücken und Überschneidungen“ – vertraut gemacht. Er ging hierbei besonders auf rechtliche Schnittstellenprobleme (Regelungslücken oder Doppelregelungen) ein, die sich daraus ergäben, dass die Begrenzung der Schadstoffbelastungen für Mensch und Umwelt Gegenstand verschiedener Rechtsgebiete, d. h. des Wasser- und Bodenschutzrechts, des Anlagen-, Produkt- und Abfallrechts sowie des Stoffrechts sei. Dr. Ginzky betonte die Notwendigkeit einer Harmonisierung der unterschiedlichen Rechtsregime, wofür u. a. „Übersetzungshilfen“ zu entwickeln seien, und er verwies auf das Fehlen konkreter Vorgaben für Risikominderungsmaßnahmen.

Nachfolgend wurden die chemikalienrechtlichen Probleme aus der Sicht der chemischen Industrie und der Landesbehörden durchaus unterschiedlich bewertet. So hob Dr. Fluck (BASF AG, Ludwigshafen) den hohen finanziellen und personellen Aufwand hervor, den die chemische Industrie zur Erarbeitung der unter REACH geforderten

Stoffdaten zu erbringen habe, während Dr. Tobias Jacobi (rheinland-pfälzisches Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz, Mainz) Probleme beim praktischen Vollzug der Gesetzeswerke zum Chemikalienrecht in den Vordergrund rückte. Beide waren sich allerdings in der Feststellung einig, dass ein hohes Niveau auf dem Gebiet der Chemikaliensicherheit nur durch eine fachgebietsübergreifende Zusammenarbeit von Naturwissenschaftlern, Technikern und Juristen zu erreichen sei.

Wie Prof. Dr. Peter Reiff (Universität Trier) ausführte, vermag die zivilrechtliche Haftung, sofern der Kausalitätsnachweis zu erbringen ist, zwar einzelnen Geschädigten, nicht aber dem Schutzgut „Umwelt“, zu einem Schadensausgleich zu verhelfen, es sei denn, dass damit monetarisierbare Eigentumseinbußen von juristischen Personen, etwa im Falle der Schädigung des Inventars von botanischen oder zoologischen Gärten, einhergingen.

Die Erörterung von umweltrechtlichen Fragen war eingebettet in mehrere Vortragsblöcke zu kompartimentspezifischen Belastungen (Wasser, Boden) und ihrer Dokumentation mittels der Umweltprobenbank sowie zu dem Vorkommen von Arznei- und Körperpflegeprodukten in der Umwelt und zur Umweltanalytik von Xenobiotica.

Im Bereich Bodenbelastungen dominierten die Themen Kontamination durch pharmazeutische (antibiotische) Stoffe, Schadstoffbioverfügbarkeit und spezielle Aspekte des Chemismus der organischen Bodensubstanz. Dr. Werner Kördel (Fraunhofer Institut für Molekularbiologie und Angewandte Ökologie, Schmallenberg) gab einen Überblick über verschiedene Methoden und Konzepte zur Erfassung und Bewertung (bio-)verfügbarer Schadstoffanteile im Boden. Detailstudien beschäftigten sich mit der Frage der Rückstandsbildung und Mobilisierbarkeit von PAKs in Altlasten und Abfällen, der Erprobung der 3-Phasen-Extraktion zur Bewertung der (Bio-)Verfügbarkeit von altlastentypischen organischen Kontaminanten sowie mit der Abschätzung der Exposition gegenüber bodengebundenen Schadstoffen mithilfe der Bestimmung ihrer Resorptionsverfügbarkeit. Sowohl von Seiten der Fachgruppe „Umweltchemie und Ökotoxikologie“, als auch von Seiten der Kommission II – Bodenchemie – der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (DBG) wurden die beiden gemeinsamen Sessions durchweg positiv beurteilt und zum Anlass genommen, weitere gemeinsame Veranstaltungen vorzubereiten.

Einem hochaktuellen Thema widmete sich Dr. Martin Scheringer (ETH Zürich) in seinem Vortrag zur Humanexposition durch Nanopartikel, gehalten im Rahmen der Themeneinheit „Arznei- und Körperpflegemittel (PPCP)“. Er lenkte die Aufmerksamkeit des Auditoriums auf die besonderen Schwierigkeiten der Expositionsabschätzung. So sei der Gehalt an Nanopartikeln in etlichen „personal care“ Produkten nicht eindeutig sichergestellt (fehlende Deklaration bei Gehalt oder irreführende Kennzeichnung bei fehlendem

Gehalt), geschweige denn quantifiziert. Nanopartikel könnten ihre Eigenschaften, z. B. die Oberflächenbeschaffenheit und die Partikelgröße, während der Anwendung verändern, sodass sich die Expositionssituation nicht unmittelbar aus der Produktbeschaffenheit ableiten ließe. Zudem seien die Marktanteile nanopartikelhaltiger Produkte nicht hinreichend ermittelbar. Trotz der unbefriedigenden Datenlage ermöglichte die Nutzung einer umfangreichen Datenbank zum Konsumentenverhalten in Deutschland die Formulierung von unterschiedlichen Expositionsszenarien für verschiedene Konsumentengruppen.

Zum Thema „Umweltanalytik“ wurden zunächst von Dr. Thi Pham (TU Berlin) Analysenverfahren vorgestellt, die eine Identifizierung von Verbindungen ermöglichen, die bisher noch nicht als Umweltkontaminanten erkannt wurden (Non-target-Analytik). Dabei wurden insbesondere hochmolekulare polare Verbindungen, wie z. B. Mykotoxine, berücksichtigt.

Magdalena Abb (Universität Halle-Wittenberg) berichtete über ein neues Analysenverfahren zur Quantifizierung von bromierten Flammschutzmitteln in Hausstaub auf der Basis von LC-UV-MS/MS. Die bisher noch weitgehend unerforschte Problematik der Bildung von photochemischen Transformationsprodukten aus organischen Umweltchemikalien im Wasser wurde von Ahmad Mohamad (TU Braunschweig) am Beispiel des Diclofenacs dargestellt. In Laborversuchen konnten einige Photodegradationsprodukte von Diclofenac mit der Massenspektrometrie nachgewiesen werden, andere mussten erst isoliert werden, um dann mittels der Kernresonanzspektroskopie zunächst die Strukturklärung zu betreiben.

Stefanie Jäger (Universität Tübingen) widmete sich in ihrem Vortrag ersten Tests im Labormaßstab zur Klärung der Einsatzmöglichkeiten optischer Sensoren als nichtinvasive Methode zur Untersuchung der Ausbreitung von ausgewählten Chemikalien in porösen Medien.

Der spätere Nachmittag blieb, ebenso wie am Vortag, der Posterpräsentation vorbehalten. Um den Posterbeiträgen mehr Beachtung zukommen zu lassen, wurden themenspezifische Sessions durchgeführt, in denen die Sessionleiter mit interessierten Tagungsteilnehmern nacheinander die Poster einer Themeneinheit aufsuchten und jeweils die Autoren/innen um eine kurze Zusammenfassung baten. Obwohl aufgrund der großen Anzahl auf jedes Poster nur wenige Minuten eingegangen werden konnte, wurde diese Form der Begegnung von den meisten Teilnehmern als Bereicherung gelobt.

Der anschließende Gesellschaftsabend mit Bufett und Livemusik lockte viele Tagungsteilnehmer in den historischen Gewölbekeller der Weinstube Kesselstatt. Moselwein und Swingrhythmen sorgten schnell für entspannte Atmosphäre, in der mancher – nicht nur wissenschaftlicher – Themenstellung neue Seiten abgerungen und neue Kontakte geknüpft wurden.

Der dritte und abschließende Veranstaltungstag wurde eröffnet mit einem Plenarvortrag von Prof. Dr. Ralf Ebinghaus (GKSS Forschungszentrum Geesthacht) zum Umweltmonitoring von neuartigen Problemstoffen am Beispiel der PFCs. Da PFCs überwiegend eine hohe Persistenz aufweisen, einem weitreichenden Transport unterliegen und in beträchtlichem Maße bioakkumuliert werden können, sind auch empfindliche Organismen und Ökosysteme, z. B. von polaren Regionen, exponiert. Räumlich und molekülstrukturell differenziert wurden die Frachten bzw. Konzentrationen von PFCs in der Nordsee und einiger ihrer Zuflüsse, in der Ostsee und im Atlantischen Ozean vorgestellt. Hinsichtlich der Emissionsquellen konnten nicht nur diffuse Einträge aus der Luft sowie aus Kläranlagenabläufen, sondern auch industrielle Punktquellen – insbesondere für die Perfluorbuttersäure (PFBA) – nachgewiesen werden. Im aquatischen Bereich liegt nur ein sehr kleiner Teil (typisch < 1,5 %) partikelgebunden vor, wobei in dieser Fraktion die Sulfonsäuren dominieren. Kurzkettige Perfluorsulfon- und -carbonsäuren sind dagegen in der Wasserphase vorherrschend. Perfluorooctansulfonsäure (PFOS), die 2009 als „Persistent Organic Pollutant (POP)“ in den Annex der Stockholmer Konvention aufgenommen wurde, konnte in relativ hohen Konzentrationen im Blut und in der Leber von Robben detektiert werden.

Das Umweltverhalten von PFCs kam ebenfalls in mehreren Beiträgen der Sessions zu „Atmosphärenchemie, Troposphärisches Aerosol“ zur Sprache. Über neueste Erkenntnisse zum globalen Zirkulieren von Perfluorooctansäure (PFOA) berichteten Annetrin Dreyer (GKSS Forschungszentrum Geesthacht) und Irene Stemmler (Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg) auf der Basis von Schiffsmessungen bzw. gekoppelter Atmosphäre-Ozean-Modellierung. PFOA ist offensichtlich ubiquitär und reichert sich im Arktischen Ozean an. Weitere Vorträge konzentrierten sich auf die Rolle organischer Aerosolpartikel (secondary organic aerosol) in der Photochemie und deren Bildung aus biogenen Kohlenwasserstoffen. Darüber hinaus wurden Ergebnisse von Prozessstudien und des Monitorings von Aerosolen sowie von Schwermetalldepositionen mithilfe von Moos berichtet.

Höhepunkt der Abschlussitzung bildete die Verleihung des Förderpreises der Fachgruppe an Michael C. Dodd (Universität Washington, Seattle, USA) für seine Veröffentlichung „Oxidation of antibacterial compounds by ozone and hydroxyl radical: Elimination of biological activity during aqueous ozonation processes“, kürzlich erschienen in „Environmental Science and Technology“ (Dodd 2009). In seiner Laudatio hob Prof. Dr. Adolf Eisenträger (UBA Dessau) im Namen der Vergabejury die außerordentliche wissenschaftliche Qualität der ausgezeichneten Arbeit hervor, die unter der Vielzahl der eingereichten sehr guten Beiträge herausragte. Der hochofrezte Preisträger stellte in seinem



Abb. 2 Der Fachgruppenvorsitzende, Prof. Dr. Gerhard Lammell, übergibt dem Träger des Fachgruppen-Förderpreises, Dr. Michael C. Dodd, die Verleihungsurkunde

anschließenden Kurzvortrag sehr anschaulich und lebendig die Kernpunkte seiner Forschungsergebnisse dar, wobei er nicht vergaß, seinen Teamkollegen im Arbeitskreis von Prof. Dr. Urs von Gunten (EAWAG Dübendorf und ETH Zürich) und seinen externen Kooperationspartnern zu danken (Abb. 2).

Die Tagung endete mit einem Blick in die Zukunft, genauer gesagt, nach Dessau, wo vom 6. bis 9. September 2010

beim Umweltbundesamt die nächste Jahrestagung – dann wieder gemeinsam mit der SETAC-GLB – stattfinden wird.

Der Erfolg der Tagung hatte viele Mütter und Väter, wobei die Vortragenden und Posterpräsentierenden an erster Stelle zu nennen sind. Einen wesentlichen Beitrag leistete das wissenschaftliche Komitee, bestehend aus Brunhilde Blömeke (Universität Trier), Adolf Eisenträger (UBA Dessau), Klaus Fischer (Universität Trier), Otto Klemm (Universität Münster), Gerhard Lammell (MPI Mainz), Martin Paulus (Universität Trier), Wilhelm Püttmann (Goethe-Universität Frankfurt am Main) und Andreas Schäffer (RWTH Aachen) sowie das örtliche Organisationskomitee, in dem, neben den bereits genannten, weitere Trierer Wissenschaftler (Reinhard Bierl, Axel Meyer, Sören Thiele-Bruhn) mitwirkten. Nicht zu vergessen die zahlreichen nichtwissenschaftlichen Universitätsmitarbeiter(innen) und studentische Hilfskräfte, die vor und hinter den Kulissen tatkräftig agierten, um einen (fast) reibungslosen Tagungsablauf zu gewährleisten.

Danksagung Folgende Verbände und Firmen haben durch ihre finanzielle Unterstützung ganz wesentlich zum erfolgreichen Tagungsverlauf beigetragen: Verband der Chemischen Industrie (VCI), Frankfurt a. M.; Henkel AG & KGaA, Düsseldorf; Boehringer-Ingelheim; Dionex AG, Idstein; ECT Ökotoxikologie GmbH, Flörsheim a. M.; Procter & Gamble, Bad Schwalbach. Die Fa. LGC-Standards GmbH, Wesel, war als Aussteller an der Tagung beteiligt.

Literatur

- Dodd MC (2009) Oxidation of antibacterial compounds by ozone and hydroxyl radical: Elimination of biological activity during aqueous ozonation processes. *Environ Sci Technol* 43(7):2498–2504
- Kurtenbach et al. (2008) *Mitt Umweltchem Ökotoxikol* 14:69–73
- Lammell G (2009) *Mitt Umweltchem Ökotoxikol* 4