

Themen dieser Ausgabe:

Vorsorge ist besser als Nachsorge	S. 02
REACH wird das zentrale rechtliche Instrument sein	S. 04
Mikrobielles Leben an Grenzflächen	S. 06
Bakterien sind wahre Überlebenskünstler	S. 07
Biokalorimetrie – Was Wärme erzählen kann	S. 08
CO <sub>2</sub> -basierte Kfz-Steuer – eine Klimaschutzsteuer?	S. 10

# UFZ-Newsletter

HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR UMWELTFORSCHUNG – UFZ

JUNI 2009



## NANOMATERIALIEN – CHANCEN UND RISIKEN

Die neue Kosmetik-Verordnung soll den Verbrauchern mehr Sicherheit bringen. Die Verwendung von Nanopartikeln muss künftig gekennzeichnet werden – so der Beschluss des Europäischen Parlamentes. Der Einsatz von Nanomaterialien betrifft jedoch nicht nur die menschliche Gesundheit. Auch die Auswirkungen auf die Umwelt werden zunehmend diskutiert.

► Lesen Sie weiter auf Seite 2



HELMHOLTZ  
ZENTRUM FÜR  
UMWELTFORSCHUNG  
UFZ

René Lührmann von der Schiffswerft Barth appliziert eine Jacht. Ein Konsortium aus Forschern und Industriepartnern entwickelt unter Leitung des Fraunhofer-Institutes für Werkstoffmechanik moderne Beschichtungen mit Nanopartikeln, die die Umwelt deutlich entlasten könnten.



## VORSORGE IST BESSER ALS NACHSORGE

Nanotechnologien werden immer häufiger eingesetzt – trotzdem ist das Wissen über die Wirkungen bisher gering

Das Problem ist wahrscheinlich so alt wie die Schifffahrt: Seit Schiffe über die Meere segeln, haben auch Meeresbewohner den Schiffsrumpf für sich entdeckt. Eine Symbiose, die von den Seeleuten nicht so gern gesehen wird. Denn Bakterien, Algen und Muscheln verringern nicht nur die Lebensdauer der Schiffe, sie machen auch die Oberfläche rauher und bremsen dadurch. Ein hauchdünner Biofilm von wenigen Mikrometern kann den Dieselverbrauch schnell um 10 Prozent erhöhen, starker Muschelbesatz sogar verdoppeln. Bisher wurde versucht, das durch so genannte Anti-Foulingfarben zu verhindern. Doch diese sind stark toxisch und daher ein großes Umweltproblem. Hier bietet die Nanotechnologie neue Möglichkeiten: „Wenn es gelingt, die Lacke mit Hilfe von Nanopartikeln leitfähig zu machen, dann könnten kleine Stromstöße den bisher üblichen Besatz am Schiffsrumpf verhindern“, erklärt Barbara Zippel, Biofillexpertin vom UFZ. Doch nicht nur die Umwelt würde davon profitieren. „Momentan müssen die Schiffe regelmäßig an Land genommen werden, um neu mit Farbe oder ähnlichem beschichtet zu werden. Ein solches Produkt wäre revolutionär und könnte die Intervalle der Auflagnahme verlängern und somit für unsere Kunden von Vorteil sein“, meint Sebastian Kunsch, Geschäftsführer der Barther Werft.

Doch Nanopartikel bieten nicht nur Chancen, sondern bergen auch Risiken. Von Feinstaub ist bekannt, dass dieser über die Lunge in den Körper eindringen und Erkrankungen auslösen kann. Nanopartikel sind jedoch noch viel kleiner als Fein- und Ultrafeinstaub. Aufgrund ihrer geringen Größe können sie sogar in einzelne Zellen eindringen. Entscheidend ist also, ob Nanopartikel gebunden bleiben oder von Organismen aufgenommen werden. Mit insgesamt 7,6 Millionen Euro hat daher das Bundesministerium für Bildung und Forschung drei Konsortien (NanoCare, INOS und TRACER) gefördert, die erstmals in Deutschland gesundheitsrelevante Aspekte von synthetischen Nanopartikeln in großem Umfang untersucht haben. NanoCare wird seine

Ergebnisse Mitte Juni in Berlin vorstellen. Im Fokus des Forschungsprojektes INOS, an dem auch das UFZ beteiligt war, stand die Entwicklung von Methoden zur Bewertung des Gefährdungspotenzials von technischen Nanopartikeln mithilfe von in vitro-Methoden. Diese Arbeiten konzentrierten sich auf keramische und metallische Partikel wie Diamant, Wolframcarbid, Titandioxid, Titanitrid, Cobalt, Platin, Keramik-Metallmischungen sowie Kohlenstoffnanoröhren und Ruß. Die Ergebnisse wurden auf dem Symposium „Nanotechnologie in Umwelt und Gesundheit“ mit etwa 70 Wissenschaftlern sowie Vertretern von Behörden und Industrie im März in Leipzig diskutiert. „Die Untersuchungen stimmen dahingehend überein, dass die Hauptmenge der derzeit verfügbaren technischen Nanopartikel in Form von sehr stabilen Aggregaten von mindestens 100 bis 200 Nanometern vorliegt. Die Größe der Aggregate eröffnet neue

### NANOPARTIKEL

Nano kommt aus dem Griechischen und bedeutet soviel wie Zwerg. Ein Nanometer ist ein Milliardstel eines Meters. Unter Nanopartikeln werden demnach Teilchen verstanden, die kleiner als 100 Nanometer, also kleiner als ein Fünfhundertstel des Durchmessers eines menschlichen Haars sind. Sie bestehen oft nur aus wenigen Atomen oder Molekülen und besitzen daher Eigenschaften, die ihren Einsatz für die Industrie interessant machen. Die Nanotechnologie gilt als eine der Zukunftstechnologien. Laut Umweltbundesamt gab es bereits 2006 allein in Deutschland 550 Unternehmen mit rund 50.000 Beschäftigten, die auf diesem Gebiet tätig waren.

Wege des Zugangs zu Zellen. Damit ist aber nicht zwingend eine akute toxische Wirkung verbunden“, fasst Projektkoordinator Dr. Volkmar Richter vom Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS) zusammen. Offenbar spielt die chemische Zusammensetzung der Partikel eine große Rolle. Möglicherweise transportieren die Nanopartikel toxische Ionen in die Zelle hinein und wirken damit als „trojanische Pferde“. „Wir konnten bei unseren Versuchen beobachten, dass Nanopartikel aus Wolframcarbid und Wolframcarbid-Cobalt in Zellkulturen eindringen können“, bestätigt Dr. Dana Kühnel vom UFZ. „Aber Nanopartikel aus reinem Wolframcarbid verursachten keine zellschädigenden Effekte. Diese traten erst durch das Mischen von Nanopartikeln mit toxischen Stoffen wie Cobalt auf.“ Das harte Wolframcarbid wird vor allem zur Werkzeugfertigung eingesetzt. Die Beimischung von Cobalt erhöht Zähigkeit und Festigkeit. Bei der Herstellung der Werkzeuge könnte es bei unsachgemäßem Umgang zu einer Belastung am Arbeitsplatz kommen. Jedoch lagen zu den Wirkungen des Stoffes in der Größe von Nanopartikeln bisher noch keine Erkenntnisse vor. Die im Arbeitsschutz verwendeten Sicherheitsdatenblätter verwenden oft nur Daten aus dem Mikrometermaßstab. Fraglich ist, ob sich der Stoff im Nano-Maßstab auch so verhält.

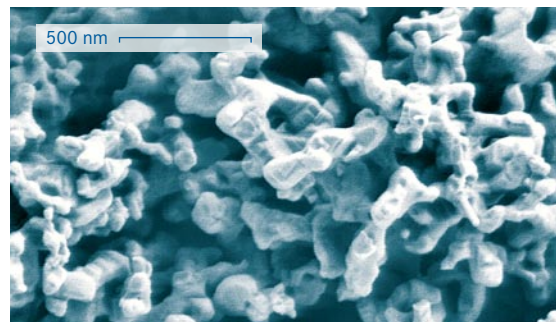
Wegen ihrer antibakteriellen Eigenschaften kommen Nanopartikel aus Silber inzwischen in vielen Produkten wie Farben, Lebensmittelverpackungen, Desinfektionssprays oder Textilien vor. Wenn zum Beispiel Socken so Fußgeruch verhindern, dann klingt das zunächst verlockend. Doch was passiert, wenn sich die Partikel beim Waschen lösen und über das Abwasser in die Umwelt gelangen? Der Ökotoxikologe Dr. Rolf Altenburger vom UFZ hat zusammen mit Kollegen der Universität Bremen die Wirkung auf Bakterien und Grünalgen untersucht. Ergebnis: Deren Wachstum wird gebremst. „Die Ergebnisse zeigen, dass sich sowohl Nanosilber als auch die als Positivkontrolle verwendeten gelösten Silberionen auf Ökosysteme auswirken können, denn Bakterien und Algen übernehmen wichtige Funktionen wie z. B. die Zersetzung toter Materie oder die Produktion von Biomasse.“

Zu nachdenklich stimmenden Ergebnissen ist die frühere UFZ-Wissenschaftlerin Dr. Ariette Schierz gekommen. Mit Kollegen des Forschungszentrums Dresden-Rossendorf (FZD) fand sie heraus, dass Kohlenstoff-Nanoröhrchen wässrige kolloidale Lösungen

bilden und sich folglich mit dem Wasser in der Umwelt ausbreiten könnten. Studien zufolge wächst der Markt für diese so genannten Carbon Nanotubes (CNT) jährlich um 25 Prozent und soll 2020 ein Volumen von rund 1,5 Milliarden Euro erreichen. „Wenn sich die Produkte, die diese Kohlenstoff-Nanoröhrchen enthalten, in Zukunft ausbreiten, dann steigt die Wahrscheinlichkeit, dass die Röhren bei Herstellung, Gebrauch oder Entsorgung in die Umwelt gelangen, sich dort weiter verteilen und auf ihrem Weg Schadstoffe wie z. B. das Schwermetall Uran binden“, sagt Dr. Harald Zänker vom FZD. Ein Beispiel dafür, dass Fluch und Segen der Nanotechnologie oft dicht beieinander liegen. Eine Anwendung im Sinne des Umweltschutzes ist der Einsatz von Nanokatalysatoren, um halogenorganische Verbindungen, so genannte AOX-Bildner (Adsorbierbare organisch gebundene Halogene), aus industriellen Abwässern zu entfernen. Wissenschaftler des UFZ-Departments Technische Umweltchemie haben dazu ein Verfahren entwickelt, bei dem diese Schadstoffe mit Hilfe von Palladium-Magnetit-Nanokatalysatoren sehr effizient zerstört werden können. (Der UFZ-Newsletter berichtete im Februar 2007.) „Der Magnetismus der Magnetit-Nanopartikel erlaubt eine nahezu vollständige Entfernung der Partikel aus dem behandelten Abwasser innerhalb weniger Minuten, was auch noch ein anschließendes Recycling des Nanokatalysators ermöglicht“, beschreibt Dr. Heike Hildebrandt die Vorteile des Verfahrens. Dank der Magnetabscheidung bleiben die Nanopartikel im Reaktorsystem. Die so behandelten Abwässer sind ausreichend gereinigt, um in kommunale Kläranlagen eingeleitet werden zu können.

Gerade kleine und mittelständische Firmen verfügen oft nicht über ausreichend Kapazität, um die Wirkung von Nanopartikeln untersuchen zu können. Im Rahmen des Forschungsprojektes INOS wurde daher ein „Virtuelles Labor“ entwickelt, das diese Leistung als Auftragsforschung anbietet. Daran sind neben dem UFZ auch das IKTS, die TU Dresden und das Universitätsklinikum Dresden beteiligt. „Durch diesen Verbund von Partnern mit komplementärer Expertise wird ein umfassendes Leistungsspektrum angeboten, das von der Partikelcharakterisierung bis zu toxikologischen Untersuchungen alles abgedeckt“, begründet der Zelltoxikologe Dr. Stefan Scholz vom UFZ die Kooperation.

Dass noch einiges an Forschung nötig ist, unterstreichen ebenfalls Berichte aus



Elektronenmikroskopie-Aufnahme von Wolframcarbid-Partikeln in Pulverform.

Foto: Dr. Volkmar Richter/Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS)

anderen Staaten. So hat beispielsweise die britische Royal Commission on Environmental Pollution vor kurzem gefordert, Nanomaterialien besser zu regulieren. „Die aktuellen Tests und die bestehenden Regelungen sind unzureichend. Die Kommission ist der Auffassung, dass neue gesetzliche Regelungen notwendig sind, um den Herausforderungen der gegenwärtigen und zukünftigen Innovationen in diesem Sektor begegnen zu können“, sagte ihr Vorsitzender, Sir John Lawton. „Registrierung und Stoffprüfung leisten in ihrer gegenwärtigen Ausgestaltung keinen besonderen Beitrag zur Wissensgenerierung für Nanomaterialien“, kritisiert auch der Umweltjurist Prof. Wolfgang Köck vom UFZ. So müsse das System der Chemikalienkontrolle (kurz REACH) mit Blick auf die Besonderheiten nanoskaliger Formate ertüchtigt werden. „Handlungsbedarf besteht im Bereich der Stoffprüfung, der Kriterienbildung für die Risikobewertung und im Bereich der Testmethoden“. Entsprechende Arbeitsprozesse auf EU- und OECD-Ebene laufen inzwischen an. Dazu zählt auch ein OECD-Programm, in dem sich mehrere Staaten verpflichtet haben, 14 Nanomaterialien zu testen und bis Ende 2010 Stoffdossiers zu erstellen. Deutschland ist dabei für Titandioxid und teilweise auch für Nano-Silber verantwortlich.

UFZ-Ansprechpartner:

■ **Dr. Stefan Scholz**  
Department Bioanalytische  
Ökotoxikologie

Telefon: 0341/235-1217  
e-mail: [stefan.scholz@ufz.de](mailto:stefan.scholz@ufz.de)

■ **Prof. Dr. Wolfgang Köck**  
Department Umwelt- und  
Planungsrecht

Telefon: 0341/235-1232  
e-mail: [wolfgang.koeck@ufz.de](mailto:wolfgang.koeck@ufz.de)

Prof. Dr. Klaus Günter Steinhäuser leitet den Fachbereich IV (Chemikaliensicherheit) am Umweltbundesamt, der sich mit dem Schutz von Umwelt und Gesundheit durch die Untersuchung und Bewertung umweltbelastender Stoffe und Zubereitungen befasst. Der Fachbereich spielt eine zentrale Rolle beim Vollzug von Umweltgesetzen wie zum Beispiel dem Chemikalien-, Pflanzenschutz-, Infektionsschutz-, Biozid- und Arzneimittelgesetz.



## NANOMATERIALIEN – REACH WIRD DAS ZENTRALE RECHTLICHE INSTRUMENT SEIN

Interview mit Prof. Dr. Klaus Günter Steinhäuser, Umweltbundesamt (UBA)

**Die EU hat eine Kennzeichnungspflicht für Kosmetika beschlossen, die die Kennzeichnung von Nanopartikeln in Kosmetika vorsieht. Sind Nanoprodukte also jetzt im Alltag der Verbraucher angekommen?**

Zum Teil ist es noch Zukunftsmusik, weil die Nanotechnologie eine stark wachsende Technologie ist, die immer neue Anwendungsbereiche erschließt. Aber es gibt auch eine ganze Reihe von technologischen Anwendungen, die bereits jetzt alltägliche Realität ist. Das ist in den letzten Jahren deutlich angestiegen. Egal, ob Energietechnik, ob Lacke und Beschichtungen oder Kosmetika, Sonnencreme und Katalysatoren – überall kommt Nanotechnologie zunehmend vor. Manchmal wissen wir genauer davon, insbesondere wenn mit Nanotechnologie geworben wird. Oft tappen wir allerdings im Dunkeln, weil kein Hersteller angeben muss, dass er Nanotechnologie eingesetzt hat.

**Wäre also eine Kennzeichnungspflicht sinnvoll?**

Teils teils. Ich denke, das wäre aus unserer Sicht in jedem Fall dort sinnvoll, wo Nanopartikel und -materialien in unmittelbarem Kontakt mit Verbrauchern treten und auch im Laufe der Anwendung freigesetzt werden können, wie z. B. bei Sonnencreme. Auf der

anderen Seite macht es aber wenig Sinn, beispielsweise ein Windrad, in dessen Flügeln Kohlenstoff-Nanotubes verwendet werden, zu kennzeichnen. Die Nanotechnologie hat zwar potenzielle Risiken, aber sie ist keine Risikotechnologie. In der Regel sind damit keine Gefahren verbunden. Deshalb sollten wir mit einer Kennzeichnung nicht automatisch Gefahr suggerieren. Noch ist die Rezeption von Nanotechnologien in der Bevölkerung mehrheitlich positiv, und das soll aus unserer Sicht auch so bleiben. Die potenziellen Risiken werden wir dabei im Auge behalten.

**Kritische Stimmen warnen davor, dass es der Nanotechnologie so ergehen könnte wie der grünen Gentechnik: Es wird befürchtet, dass die Bevölkerung Ängste entwickeln könnte, weil sie das Gefühl hat, nicht ausreichend informiert zu sein. Sehen Sie eine solche Gefahr?**

Ich glaube, im Bereich Nanotechnik hat man aus dem Kommunikationsdesaster der grünen Gentechnik einiges gelernt. Deshalb wurde der Nanodialog begonnen. Ausschließen würde ich es dennoch nicht komplett. Eine gewisse Gefahr besteht sicherlich, dass Risiken auftauchen, die man vorher nicht erwartet hat, dass die Kommunikation im Vorfeld unzureichend war oder ein Hersteller meint, um eine korrekte Information herum-

zukommen. Dann könnte ein ähnliches Kommunikationsproblem entstehen. Aber der Wille, einen gesellschaftlichen Diskurs zu führen und vergleichsweise frühzeitig zu überlegen, wie man den Umgang mit Nanoprodukten in Zukunft sicher gestalten kann, ist vorhanden – bei der Politik, bei der Industrie und auch bei den Umweltverbänden.

**Wie weit ist man im Bereich Risikoforschung?**

Der Forschungsbedarf ist noch sehr groß. Dieser drückt sich zum Beispiel im Bericht der Nanokommission aus, die mehrere Seiten mit Forschungsthemen genannt hat. Wir wissen noch viel zu wenig, dürfen aber auch nicht so tun, als stünden wir vor einer Blackbox. Die Forschungsvorhaben des BMBF und auch der Europäischen Gemeinschaft haben wesentlich dazu beigetragen, erste Vorstellungen zu bekommen, welche Risiken zu beachten sind und wo Lücken – also Forschungsbedarf – in erheblichem Maße bestehen.

**Wo sehen Sie den größten Forschungsbedarf?**

Vielleicht drei willkürlich ausgewählte Felder: Wir wissen extrem wenig über das Verhalten von Nanopartikeln in der Umwelt. Das hängt damit zusammen, dass wir Nanopartikel nicht vernünftig messen können, wenn sie in die Umwelt geraten sind. Und

In den Dialog über Chancen und Risiken von Nanomaterialien sind Vertreter aus Wissenschaft, Fachbehörden des Bundes, Wirtschaft und aus Umwelt- und Verbraucherschutzverbänden einbezogen. Die Ergebnisse sollen eine Grundlage für die Information der Öffentlichkeit bieten und bei Bedarf Handlungsempfehlungen an die Behörden ermöglichen. Die Nanokommission hat Ende 2008 in Berlin ihre zentralen Ergebnisse der Öffentlichkeit vorgestellt und eigene Empfehlungen für den verantwortungsvollen Umgang mit der neuen Technologie gemacht. Die Kommission wurde vor zwei Jahren als dialogorientiertes Gremium für die Bundesregierung vom Bundesumweltministerium berufen. Das Gremium stand in Kontakt mit anderen nationalen und internationalen Aktivitäten.

[www.bundesumweltministerium.de/gesundheits\\_und\\_umwelt/nanotechnologie/nanodialog/doc/39886.php](http://www.bundesumweltministerium.de/gesundheits_und_umwelt/nanotechnologie/nanodialog/doc/39886.php)

wir wissen auch wenig darüber, ob sie sich reversibel oder nicht reversibel zusammenballen, an Bodenpartikel anlagern, ob sie über Umweltmedien transportiert werden, wie sie sich letztlich verteilen, ob sie abgebaut werden können. Beim Umweltverhalten ist die entscheidende Frage: Was bewirkt die Nanoeigenschaft? Wir wissen, wie sich Zinkoxid in groben Partikeln verhält. Aber wir wissen nicht, wie die Nanoeigenschaft von nanopartikulärem Zinkoxid in der Umwelt erhalten bleibt oder wieder entstehen könnte.

Ein zweites Beispiel ist das Messen der Exposition, insbesondere in der Umwelt. Wir können inzwischen Wirkungen erfassen. Aber über das Erfassen und Mindern von Umweltexpositionen wissen wir momentan weniger als auf der Wirkungsseite.

Ein dritter Bereich ist die Beurteilung über den Lebensweg. Wir haben wenige Möglichkeiten, Nutzen und Risiken von Nanoanwendungen wirklich über den ganzen Lebensweg zu beurteilen, also ein Lifecycle-Assessment durchzuführen, das über die Gebrauchsphase hinausgeht, also auch Umweltbelastungen in der Produktionsphase und Entsorgung berücksichtigt.

### Was passiert dazu auf OECD-Ebene?

Die OECD hat ein Gremium zur Nanosicherheit geschaffen, damit eine Koordination in Bezug auf Politik, Öffentlichkeitsinformation und Forschung im internationalen Rahmen der Industriestaaten stattfindet. Dieses existiert seit drei Jahren und koordiniert die Aktivitäten der Mitgliedstaaten. Industrie und Umweltverbände sind als Beobachter dabei. Das Ziel ist, Risikoforschung, regulatorische Maßnahmen, Informationsaustausch und gemeinsames Handeln abzustimmen, auch mit dem Hintergedanken, Nanosafety frühzeitig in die Politik einfließen zu lassen.

### Wäre die EU-Chemikalienverordnung (kurz REACH) ein gutes Mittel, um im Nanobereich Regularien zu schaffen?

Ja, unbedingt. Ich denke, REACH wird das zentrale rechtliche Instrument sein, um Nanomaterialien gesetzlichen Anforderungen zu unterziehen. Dazu gibt es bereits eine ganze Reihe von Initiativen. Der Unterausschuss des Europäischen Parlaments hat Ende März eine neue Entschließung herausgegeben. Auch dort ist REACH als zentrales Instrument benannt. Nun gilt zunächst einmal: Nanomaterialien sind Stoffe wie andere auch und werden als solche von REACH erfasst. Das ist also kein unregulierter Bereich. Allerdings taucht kein

einziges Mal das Wort „Nano“ in REACH auf, und es gibt keine speziellen Regelungen und Anwendungsbestimmungen zu Nanomaterialien in REACH. Diese sind aber in einigen Bereichen notwendig. REACH-Arbeitsgruppen arbeiten daran, diese Defizite aufzuholen und die bisherigen Regularien zu ergänzen, um spezielle Risiken von Nanomaterialien wirklich zu erfassen. Das reicht von einer Definition von Nanomaterialien, die auch rechtlichen Bestand hat, über spezielle Prüfanforderungen bis hin zu besonderen Bewertungsfragen.

### Brauchen wir ein Nanogesetz?

Nein – zumindest noch nicht. Im Moment stehen stoffliche Aspekte und stoffliche Risiken von Nanomaterialien im Vordergrund. Und man kann schon jetzt Nanomaterialien in allgemeinen Stoffgesetzen, insbesondere REACH, oder in speziellen Stoffgesetzen, wie beispielsweise dem Pflanzenschutzgesetz, angemessen regulieren. Dazu brauchen wir kein Nanotechnologieggesetz. Da bestünde eher die Gefahr, dass es dann Sonderregularien gibt, die im Widerspruch zu den üblichen stoffgesetzlichen Regularien stehen könnten.

„Noch nicht“ habe ich gesagt, weil die Nanotechnologie fortschreitet und erkennbar ist, dass es eine Reihe von wissenschaftlichen Entwicklungen gibt, bei denen weniger der stoffliche Aspekt im Vordergrund stehen wird, sondern neue Funktionalitäten von Nanoverbindungen. Wenn dann in Verbindung mit Bio- oder Informationstechnologie neue Felder erschlossen werden, die eventuell einer entsprechenden Regulation bedürfen, kann es durchaus möglich und sinnvoll sein, ein Nanotechnologieggesetz zu schaffen. Aber das ist wirklich Zukunftsmusik.

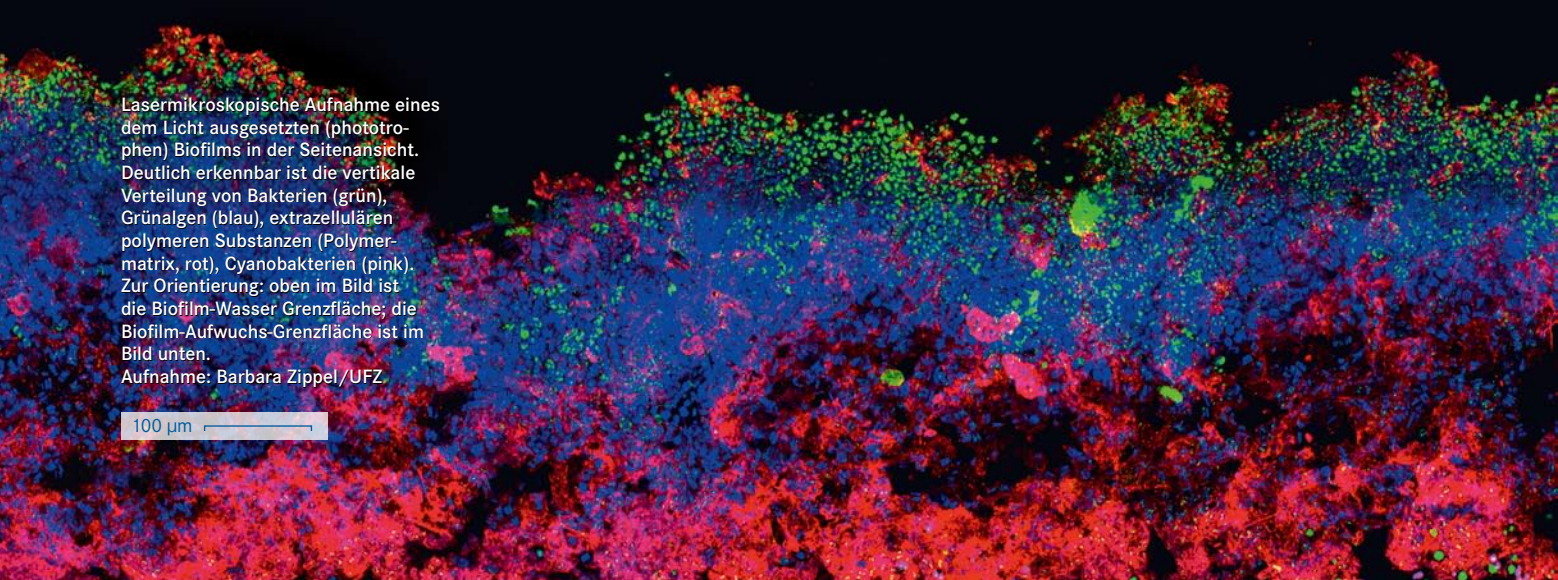
### Welche Wünsche hätten Sie an die Industrie?

Die Nanokommission hat fünf Prinzipien des sicheren, verantwortlichen Umgangs mit Nanotechnik geschaffen, die richtig beschreiben, wie die weitere industrielle Entwicklung mit Nanomaterialien aussehen soll. Wichtig wäre jetzt, diese sehr allgemeinen Prinzipien für bestimmte Branchen zu konkretisieren. Es sollte spezifisch festgelegt werden, wie beispielsweise in der Textil-, der Lebensmittel- oder der Lackindustrie verantwortungsbewusst und sicher mit Nanomaterialien umzugehen ist und welche Informationen an die Kunden weitergegeben werden sollten. Aus meiner Sicht müsste die Industrie stärker daran arbeiten, aus allgemeinen Prinzipien konkretes Handeln zu

machen. Denn das wird auch durch Gesetze nicht gelöst werden können.

### Was werden die nächsten Monate in Sachen Nano bringen?

Für uns steht ganz klar im Moment die OECD-Tätigkeit im Vordergrund. Ein Testprogramm soll über 14 prominente Nanomaterialien abgesicherte Daten über mögliche Gefahren liefern. Das ist ein Prozess, der in der ersten Phase bis 2010 abgeschlossen sein wird und hoffentlich in einem geschlossenen Bild zusammenfasst, was bisher als teilweise widersprüchliche Einzelaussagen kursiert. Auf regulatorischem Gebiet wird es in Deutschland wichtig, sich eine Art „Meldeverordnung“ zu überlegen. Das ist aber angesichts der vielfältigen Anwendungsfelder nicht trivial. Freiwillige Meldesysteme wie in Großbritannien waren bisher ein Flop. Da kam praktisch nichts. Ein erster sinnvoller Schritt wäre eine Übersicht für besonders wichtige Anwendungen. Und nicht zu vergessen, der Dialog muss weitergehen. Die Nanokommission hat Ende vergangenen Jahres einen Abschlussbericht vorgelegt. Sie hat aber das Mandat, mit etwas veränderter Schwerpunktsetzung, Arbeitsweise und Zusammensetzung bis Ende 2010 weiterzuarbeiten.



Lasermikroskopische Aufnahme eines dem Licht ausgesetzten (phototrophen) Biofilms in der Seitenansicht. Deutlich erkennbar ist die vertikale Verteilung von Bakterien (grün), Grünalgen (blau), extrazellulären polymeren Substanzen (Polymermatrix, rot), Cyanobakterien (pink). Zur Orientierung: oben im Bild ist die Biofilm-Wasser Grenzfläche; die Biofilm-Aufwuchs-Grenzfläche ist im Bild unten.

Aufnahme: Barbara Zippel/UFZ

100 µm

## MIKROBIELLES LEBEN AN GRENZFLÄCHEN

„Wer schon einmal an einem Bach auf einem Stein ausgerutscht ist, hat – ohne es zu wissen – Kontakt mit einem Biofilm gehabt.“ Auch für den Laien verständlich beschreibt Dr. Thomas R. Neu vom Department Fließgewässerökologie das Fachgebiet, mit dem er sich am UFZ beschäftigt. „Mikrobiologie von Grenzflächen“ lautet die Bezeichnung der Arbeitsgruppe, die er leitet. Und genau diese Grenzflächen sind es, an denen Biofilme entstehen. Egal, ob es die Grenze zwischen Wasser und Luft oder die Grenze zwischen Wasser und Steinen, zwischen Wasser und Öl ist, stets siedeln sich dort Mikroorganismen an. „Sie entwickeln Strategien, um an den Grenzflächen zu leben“, erläutert Neu.

In der dreidimensionalen Struktur der Biofilme entstehen Gradienten, wodurch es Nischen für alle möglichen Organismen wie aerobe und anaerobe Bakterien, Pilze oder Algen gibt. Scheiden nun die Mikroorganismen so genannte extrazelluläre polymere Substanzen aus, bilden sich in Verbindung mit dem Wasser Hydrogele. Es entsteht eine Polymer-Matrix, die als Schleim wahrgenommen wird und in der Nährstoffe und andere Partikel gebunden sind. In diesem Umfeld leben verschiedene Organismen, die voneinander profitieren, in Lebensgemeinschaften. „Was der eine Organismus ausscheidet, kann dabei dem anderen als Nahrung dienen“, verdeutlicht Neu die symbiotische Beziehung der Organismen untereinander. Mögen Biofilme vom Menschen in manchen Fällen als zumindest unangenehm empfunden werden, so gehören sie in die Natur und können dort außerordentlich nützlich sein. „Durch Biofilme bekommen

zum Beispiel Bäche ein erhebliches Selbstreinigungspotenzial, welches bei großen Flüssen von Bioaggregaten übernommen wird“, so der Wissenschaftler. Dies kann man sich zunutze machen, etwa in Pflanzkläranlagen: Dort bilden sich Biofilme, welche die verschiedenen Stoffe, die im Wasser gelöst sind, verarbeiten. Biofilme können aber auch negative Effekte haben. So können zum Beispiel Rohrleitungen oder Filteranlagen in Industriebetrieben in ihrer Wirksamkeit beeinträchtigt werden, wenn unerwünschte Biofilme entstehen. „Auch im medizinischen Bereich können Biofilme zu großen Problemen führen, wenn sich diese auf Geweben oder Geräten wie Kathetern oder Implantaten entwickeln“, umreißt es Neu.

„Die Hauptaufgabengebiete der Biofilm-Forschung am UFZ liegen zum einen im Bereich natürlicher Bioaggregate und Biofilme mit dem Schwerpunkt Wasser“, beschreibt der Wissenschaftler die Tätigkeit seiner Arbeitsgruppe. Ein zweiter Schwerpunkt umfasst die Nutzung von Biofilmsystemen zur Reinigung von kontaminiertem Wasser und die nachhaltige Nutzung des natürlichen Lebensmittels. Dazu müssen die Forscher die Biofilmsysteme genau kennen und setzen deshalb unter anderem Lasermikroskopie ein, um deren Strukturkomponenten zu untersuchen. „Die Technik wird in der Biologie verwendet, um wässrige, lebende Proben optisch in Scheiben zu schneiden und daraus hoch aufgelöste Bilderserien zu erhalten“, macht Neu deutlich. Ende vergangenen Jahres konnten die Magdeburger Wissenschaftler mit Unterstützung des Bun-

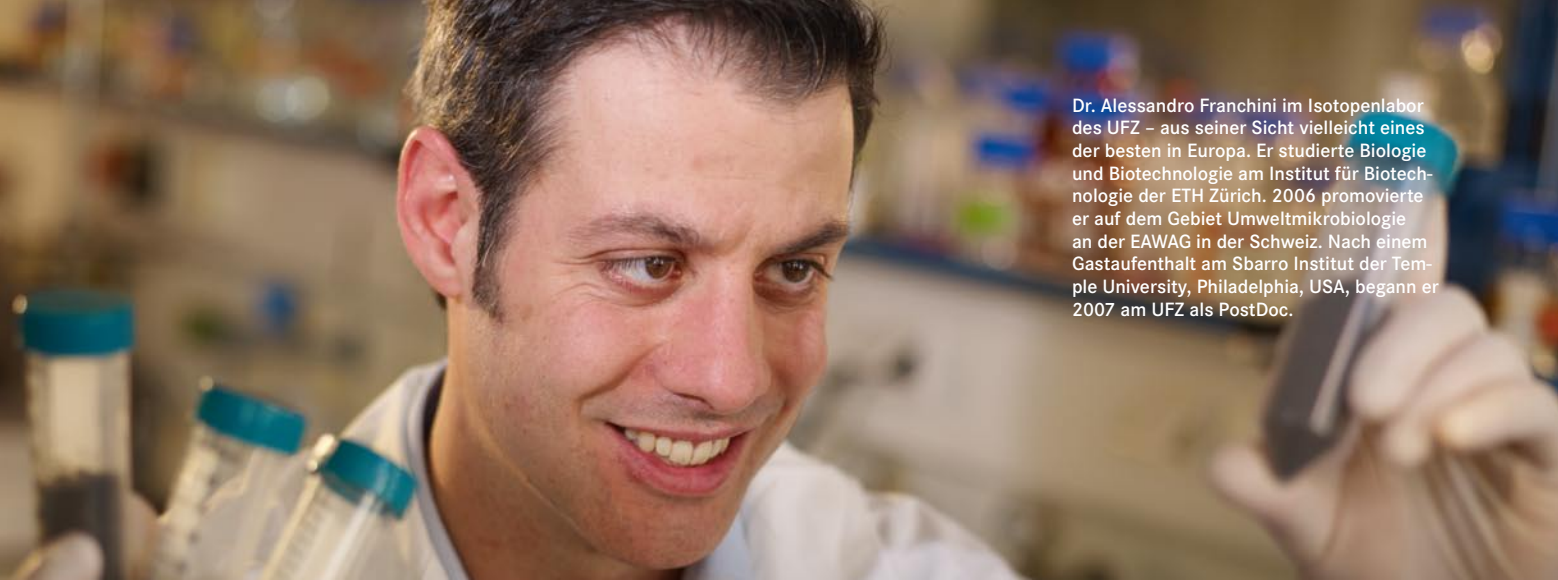
desministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) ein neues Lasermikroskop anschaffen, das höchsten Ansprüchen gerecht wird. „Das konfokale Laser Scanning Mikroskop kann sehr flexibel eingesetzt werden, da es mit einer so genannten ‚super continuum light source‘, einem Weißlichtlaser, ausgerüstet ist“, freut sich Neu. Die speziellen Eigenschaften des Gerätes erlauben nicht nur höchste Auflösungen, sondern machen es auch für die Messung von beweglichen Organismen und schnellen Prozessen einsetzbar. „Zusätzlich ermöglichen die drei gepulsten Laserquellen die Bestimmung der Fluoreszenz-Lebensdauer. So können wir bisher völlig unbekannte Eigenschaften der Biofilmproben im Mikro- und Nanometerbereich erfassen – eine Möglichkeit, die in der Zellbiologie bereits häufig genutzt wird.“, erläutert Neu. „Außerdem kann mit dem neuen Gerät über die Kopplung von Mikroskopie und Spektroskopie die Beweglichkeit von kleinsten Molekülen und Partikeln – also die Diffusion – in sehr kleinen Volumina bestimmt werden.“ Und er verspricht: „Dieses bislang einzigartige Gerät wird für die zukünftigen Herausforderungen in der mikrobiologischen Umweltforschung eingesetzt, wobei es im Rahmen von Kooperationen auch externen Forschungsgruppen als Helmholtz-Infrastruktur zur Verfügung steht.“

UFZ-Ansprechpartner:

■ **Dr. Thomas Neu**  
Department Fließgewässerökologie

Telefon: 0391/810-9800

e-mail: [thomas.neu@ufz.de](mailto:thomas.neu@ufz.de)



Dr. Alessandro Franchini im Isotopenlabor des UFZ – aus seiner Sicht vielleicht eines der besten in Europa. Er studierte Biologie und Biotechnologie am Institut für Biotechnologie der ETH Zürich. 2006 promovierte er auf dem Gebiet Umweltmikrobiologie an der EAWAG in der Schweiz. Nach einem Gastaufenthalt am Sbarro Institut der Temple University, Philadelphia, USA, begann er 2007 am UFZ als PostDoc.

## BAKTERIEN SIND WAHRE ÜBERLEBENSKÜNSTLER

Die Welten, denen das Interesse von Dr. Alessandro Franchini gilt, sind winzig. Genauer gesagt sind es die Bewohner dieser Welten, die ihn faszinieren. „Bakterien finden wir überall, in heißer und in kalter Umgebung, sie sind an zahlreichen Prozessen beteiligt – sie sind wahre Überlebenskünstler“, kann sich der junge Wissenschaftler begeistern. Im Rahmen des EU-Projektes ISOTONIC, das er am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung bearbeitet, verbindet er zwei Interessengebiete: „Ich war schon immer an Umweltfragen interessiert und bin in meiner Ausbildung auch immer in Richtung Mikrobiologie gegangen, weil Bakterien sehr wichtig für Menschen und Tiere sind.“

Konkret geht es in seinem Forschungsvorhaben darum, neue Methoden für die Umweltforschung und -sanierung zu entwickeln. An vielen Standorten, an denen mit organischen Chemikalien gearbeitet wurde, sind diese auch in die Umwelt gelangt. Dabei wurden Gewässer, Böden, Sedimente und oft auch das Grundwasser kontaminiert. Viele dieser Umweltchemikalien können durch Mikroorganismen abgebaut werden. In der Regel herrschen jedoch an diesen Standorten Bedingungen, die den Abbau limitieren. Am Beispiel des früheren Chemiestandortes Leuna wird untersucht, welche Verunreinigungen in Wasser und Boden noch nachzuweisen sind und welche Möglichkeiten es gibt, diese zum Teil hochkomplexen und auch hochgiftigen Umweltkontaminationen zu bekämpfen. „Wir finden Raffinerierückstände wie Benzin und Diesel, aber auch chemische Verbindungen, die wir zunächst in ihrer Zusammensetzung nicht

eindeutig identifizieren können“, sagt Franchini. Und genauso wenig kann man bei den Mikroorganismen, die in den verschmutzten Flächen gefunden werden, sagen, was sie zum Überleben brauchen, ob und vor allem welche am Abbau von Verschmutzungen beteiligt sind.

Im Labor ist der Abbau organischer Schadstoffe über die entstehenden Mineralisationsprodukte leicht nachweisbar. Weil es sich um offene Systeme handelt, ist in Grundwasserleitern ein Schadstoffabbau anhand des Abbauproduktes CO<sub>2</sub> oft nicht eindeutig zu bilanzieren. Um den natürlichen Abbau und die Entwicklung von Sanierungsstrategien bewerten zu können, ist es deshalb notwendig, die tatsächliche Abbauaktivität, die genutzten Stoffwechselwege wie auch die nutzbaren Abbaupotenziale unter den gegebenen Standortbedingungen zu ermitteln. „Deshalb ist es für uns von Bedeutung, die Struktur der mikrobiellen Gemeinschaft besser zu verstehen, zu erkennen, welche Funktion individuelle Populationen haben, welche Nahrungsnetze den mikrobiellen Gemeinschaften zur Verfügung stehen“, fasst der Forscher zusammen. Da zirka 99 Prozent der Mikroorganismen aus Umweltsystemen nicht kultivierbar sind und im Labor die realen Abbaubedingungen nur unzureichend simuliert werden können, müssen neue Wege zur Ermittlung der mikrobiellen Aktivität beschritten werden.

Um diesen Geheimnissen auf die Spur zu kommen, nutzt Franchini molekularbiologische und proteinchemische Methoden sowie die Tatsache, dass von fast jedem

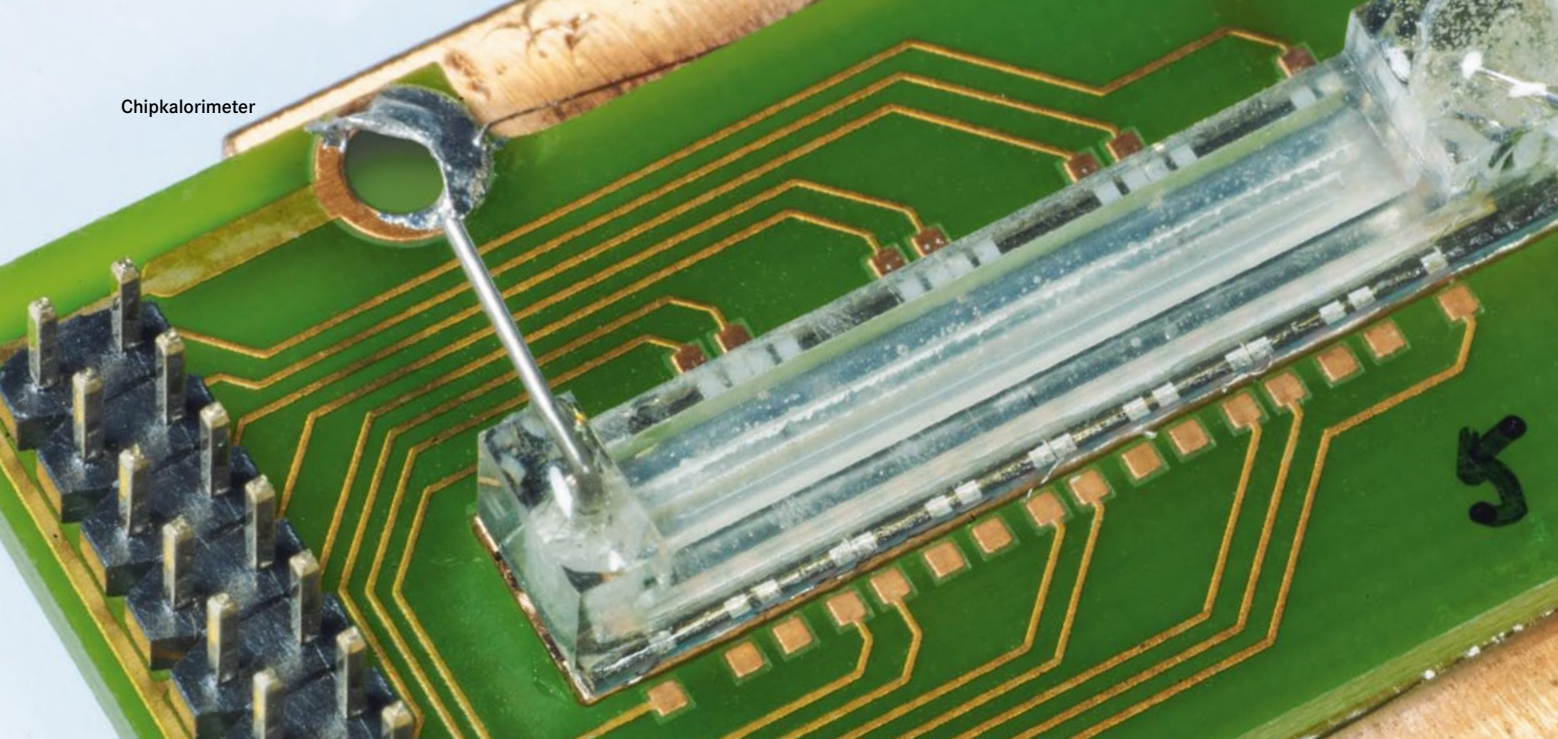
natürlich vorkommenden chemischen Element mehrere Varianten – so genannte Isotope – mit unterschiedlichem Gewicht, aber praktisch identischen chemischen Eigenschaften existieren. In seinem Projekt wird Franchini neue Ansätze erarbeiten, in denen die Molekularbiologie und die Proteinchemie mit Stabilisotopen-Techniken kombiniert werden. Stabile Isotope können unter anderem dazu genutzt werden, Stoffwechselwege aufzuklären oder Umsetzungsprozesse aufzuzeigen. Mit diesem Konzept können die funktionelle mikrobielle Biodiversität, die Schlüsselorganismen und die genutzten Stoffwechselwege ermittelt werden.

Einen großen Teil seiner Zeit verbringt Franchini im Isotopen-Labor des UFZ, „vielleicht eines der besten in Europa“, wie er sagt. In der Freizeit ist er viel mit dem Fahrrad unterwegs, übrigens die einzige Tätigkeit, bei der er die heiß geliebten Berge seiner Heimat nicht schmerzlich vermisst. Seiner Leidenschaft, der er im Tessin frönte, kann er leider nicht mehr nachgehen: Dem Eishockey. Bei den Leipziger Blue-Lions hätte er mitspielen können – im täglichen Ligabetrieb. Zu viel Stress neben seiner Berufung als Mikrobiologe und Isotopenforscher.

Nachwuchswissenschaftler:

■ **Dr. Alessandro Franchini**  
**Department Umweltbiotechnologie**

Telefon: 0341/235-1766 oder -1597  
e-mail: [alessandro.franchini@ufz.de](mailto:alessandro.franchini@ufz.de)  
mehr Informationen:  
[www.ufz.de/index.php?en=117128](http://www.ufz.de/index.php?en=117128)



## BIOKALORIMETRIE – WAS WÄRME ERZÄHLEN KANN

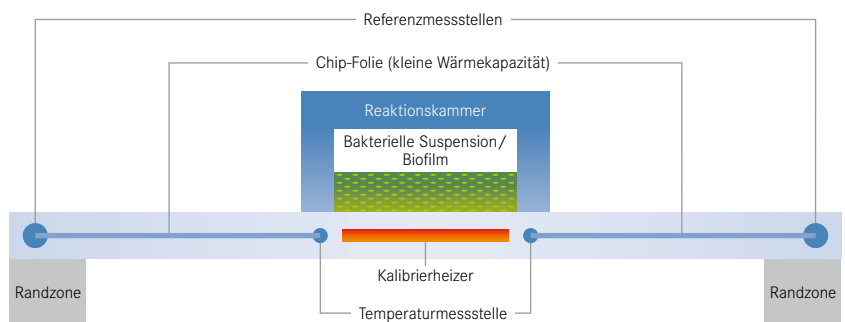
„Bioprozesse – also Prozesse des Lebens – sind immer irreversibel. Sie sind nicht im Gleichgewicht, sonst wären wir alle tot.“ Bei diesem Satz sprüht Dr. Thomas Maskow vor Begeisterung, denn die wissenschaftliche Spielwiese des Chemikers ist die Thermodynamik in der Biologie – genauer in der Mikrobiologie. Die Lebenswissenschaften haben die Möglichkeiten der Thermodynamik lange Zeit übersehen. Erst 1977 erhielt der russisch-belgische Physikochemiker und Philosoph Ilya Prigogine den Chemienobelpreis für seine Arbeiten zur irreversiblen Thermodynamik, mit denen er die Grundlage für ein Verständnis der Energetik von Lebensprozessen schuf. Die Entstehung des Lebens – Ordnung aus dem Chaos – wäre ohne Irreversibilität undenkbar. Organismen können Ungleichgewichte wie Konzentrations- und Temperaturunterschiede aufrecht erhalten, Strukturen schaffen und damit Ordnung aufbauen zu dem Preis, dass sie ständig Energie umsetzen müssen. Man kennt es aus dem täglichen Erleben: Wer Sport treibt, Kalorien verbrennt oder körperlich schwer arbeitet, kann leicht ins Schwitzen geraten. Nicht wenigen von uns stehen selbst beim Essen und Verdauen regelmäßig die Schweißperlen auf der Stirn. Ähnliches verursachen Pubertät und Wechseljahre. Stoffwechselprozesse sorgen meistens dafür, dass Wärme freigesetzt wird. Was ist deshalb naheliegender, als die Wärme als einen Indikator für Lebensprozesse – sei es

beim Menschen, bei Tieren, Pflanzen oder Mikroorganismen – zu betrachten?

Da die Wärme so eng mit dem Stoffwechsel verbunden ist, zeigt sie dessen Veränderungen im Augenblick ihres Entstehens an. Die Wärmeleistung enthält also wichtige Informationen über die Geschwindigkeit und Stoffflüsse biologischer Umsetzungen. Das sind ideale Voraussetzungen, schwierige Bioprozesse, wie beispielsweise die mikrobiologische Umwandlung toxischer

Schadstoffe in Wertstoffe, zu steuern. Leider sind die heutigen konventionellen Wärmemessgeräte – auch Kalorimeter bzw. Biokalorimeter genannt – noch zu unflexibel, sehr stör anfällig und vor allem zu teuer, um in technischen Prozessen eingesetzt zu werden. „Noch“, betont Thomas Maskow. Denn die Biotechnologiebranche wächst. Immer häufiger und schneller finden biotechnologische Verfahren Eingang in die Pharmaindustrie, Landwirtschaft und chemische Industrie. Lassen sich traditionelle

### MESSPRINZIP EINES CHIPKALORIMETERS (254 x 190 mm)



Auf der dünnen Folie eines Chipkalorimeters befindet sich die biologische Probe (eine Suspension von Bakterien oder ein Biofilm). Stoffwechselvorgänge führen zu einer Erwärmung der Temperaturmessstellen von Thermoelementen, die auf dem Chip integriert sind. Diese Temperatur wird mit einer Referenzmessstelle verglichen und erzeugt über den Seebeck-Effekt eine Spannung, die der Wärmeleistung proportional ist. Die Spannung wird gemessen und ausgewertet. Der Chip befindet sich in einer temperierten Kammer mit einer Temperaturkonstanz von  $< 10 \mu\text{K}$ .



Syntheseschritte bei der Herstellung von Medikamenten und chemischen Produkten durch biotechnologische Verfahren ersetzen, können Produktionskosten und Umweltbelastungen sinken. Doch der Weg dahin ist oft noch sehr weit und teuer. Die Kosten für die Entwicklung und Optimierung von Bioprozessen schlagen sich im Produktpreis nieder und entscheiden darüber, ob ein Verfahren überlebensfähig ist oder nicht. Deshalb ist das Interesse groß, bessere Werkzeuge zu finden, mit denen sich Bioprozesse präziser überwachen, steuern oder analysieren lassen.

### **Klein aber fein – Chipkalorimeter**

Thomas Maskow und seine Mitarbeiter arbeiten daran, neuartige kalorimetrische Messverfahren für die Bioprocessanalyse und -steuerung zu entwickeln. Ein Weg dahin sind Wärmebilanzen um einen kompletten Bioreaktor – also eine Art Megakalorimeter. Der andere Weg, in den die UFZ-Wissenschaftler große Hoffnung setzen, sind miniaturisierte Kalorimeter, so genannte Chipkalorimeter. „Sie erscheinen uns besonders geeignet, weil man sie leicht in bestehende Technologien integrieren kann, weil sie mit kleinen Probemengen auskommen, weil sie preiswert herstellbar sind und vor allem, weil sie Veränderungen der Wärmeproduktion sofort anzeigen“, erläutert Thomas Maskow. Da eine solche Aufgabe weit über das Verständnis von Bioprozessen hinausgeht, arbeiten die UFZ-Wissenschaftler mit Spezialisten für die Miniaturtechnologie der TU Bergakademie Freiberg und Experten für die Bioprosesstechnik der RWTH Aachen zusammen. Um nicht an den Bedürfnissen der Industrie vorbeizuentwickeln, sind außerdem sieben mittelständische Unternehmen aus den Sparten Biotechnologie, wissenschaftlicher Gerätebau und Elektronik beteiligt. Gefördert wird die Sensorentwicklung vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWi) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschung (AiF) im Rahmen der Initiative „Zukunftstechnologien für kleine und mittlere Unternehmen“ (ZUTECH).

### **Zellen und Prozesse besser verstehen**

Die Aufgabe der UFZ-Forscher besteht vor allem darin, die Messergebnisse biothermodynamisch zu modellieren, neuartige Strategien zur Bioprosessteuerung zu entwickeln und neue Anwendungsgebiete für diese Messtechnik zu erschließen. „Da ist noch sehr viel Grundlagenforschung zu leisten, denn um zu steuern oder zu analysieren, müssen wir Zellen quantitativ verstehen. Bis

heute können wir nicht quantitativ vorher-sagen, wie sich eine Zelle verhält, wenn sie Stress erfährt.“ erklärt Thomas Maskow die eigentliche Herausforderung. „Eine Zelle kann durch Temperaturänderung, toxische Substanzen oder Nährstoffmangel irreversibel beschädigt werden. Dann gibt es keinen Weg zurück! Deshalb möchte ich wissen, was mein *E.coli*-Bakterium macht, wenn es in irgendeiner Ecke meines Reaktors nicht genügend Sauerstoff bekommt. Stellt es auf einen anderen Stoffwechsel (Metabolismus) um? Wie macht es das? Wie schnell macht es das? Wie sieht der Metabolismus aus?“ Normalerweise wurden Mikroorganismen im Laufe der Evolution getrimmt, Energiequellen wie Glukose zu nutzen, um sich zu vermehren. Sollen sie daraus Wertstoffe herstellen, muss ihr Wachstum ausgelenkt werden, indem z. B. das Nahrungsangebot verändert wird. Stößt ein Organismus also an bestimmte Grenzen, kann er, statt sich zu vermehren und dabei CO<sub>2</sub> und Wasser zu erzeugen, Wertstoffe wie Zitronensäure, Polymere oder biologische Schutzstoffe produzieren. Jeder dieser Stoffwechselwege ist durch eine ganz bestimmte Wärmeproduktion charakterisiert, die kalorimetrisch erfasst werden kann. Tut ein Bakterium nicht das, was es soll, kann nachreguliert und gesteuert werden.

### **Vom Exoten zum echten Handwerkszeug?**

Ein weiteres mögliches Einsatzgebiet sehen die Wissenschaftler in einer Art zukünftigem Echtzeittoximeter. So könnten Mikroorganismen fixiert an einem Chipkalorimeter, wenn sie in die Flusslinie von Abwasser oder Trinkwasser gebracht werden, über veränderte Wärmeerzeugung sofort Gefährdungen durch toxische Substanzen anzeigen. Gekoppelt mit Regelventilen kann Trinkwasser rechtzeitig abgeschaltet, Abwasser nachbehandelt und chemisch analysiert werden. „Hier steckt noch viel Zukunftsmusik drin, aber welche Organismen fixiert man im Kalorimeter? Welche reagieren auf für den Menschen und die Umwelt giftige Stoffe? Auf diesem Gebiet ist sicher eine Zusammenarbeit mit Ökotoxikologen hilfreich“, meint Thomas Maskow. Mit Chipkalorimetrie lassen sich aber auch hervorragend Abbauprozesse von Schadstoffen studieren. Hydrophobe organische Verbindungen lösen sich nur schwer in Wasser. Dort findet aber der Abbauprozess statt. Und da nur ultrakleine Spuren in der wässrigen Phase umgesetzt werden, stößt die konventionelle chemische Analytik häufig an eine Grenze. Die Kalorimetrie ist sehr gut geeignet,

## **DAS ERSTE BIOKALORIMETER**

Der Franzose Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794), der auch als Vater der modernen Chemie bezeichnet wird, entwarf 1770 das erste „Biokalorimeter“, um die Wärmeproduktion eines Meerschweins zu messen. Er füllte die Außenschale einer Kammer, indem sich das Versuchstier befand, mit Eis. Die mit dem Stoffwechsel des Meerschweins verbundene Wärme brachte das Eis zum Schmelzen. Das Wasser, das aus dem Kalorimeter floss, sammelte und wog er. So fand Lavoisier heraus, dass ein Kilogramm geschmolzenen Eises etwa 80 Kilokalorien Wärmeproduktion durch das Meerschwein entsprach. Er schlussfolgerte, dass die Atmung eine Verbrennung ist – ähnlich wie eine brennende Kerze.

kleinste Wärmemengen zu messen, aus denen man auf den Abbauprozess zurückrechnen kann. Im Rahmen eines Projektes der deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) entwickeln die UFZ-Wissenschaftler ein Biokalorimeter in Chipgröße, um die Aktivität von Biofilmen zu messen (siehe auch Beitrag Seite 6). Gerade bei unerwünschten Biofilmen auf medizinischen Implantaten und Geräten wären Schnell- oder Echtzeittests sinnvoll. „Diese Sensorentwicklung hat viel Potenzial. Es gibt bereits Anfragen aus der Umweltmedizin und Infektionsforschung“, freut sich Thomas Maskow.

Nicht nur dort sieht der Wissenschaftler eine Zukunft für seine Leidenschaft. Mit kalorimetrischen Methoden könnte auch die Nutzung von Lichtenergie zur Photosynthese in Echtzeit verfolgt werden. Damit könnte man Mikroalgen, die CO<sub>2</sub> in Biomasse binden, interessante Stoffe beinhalten und sogar Wasserstoff erzeugen, besser analysieren und technisch erschließen.

UFZ-Ansprechpartner:

■ **PD Dr. Thomas Maskow**  
**Department Umweltmikrobiologie**

Telefon: 0341/235-1328

e-mail: [thomas.maskow@ufz.de](mailto:thomas.maskow@ufz.de)

mehr Informationen:

[www.ufz.de/index.php?en=16780](http://www.ufz.de/index.php?en=16780)

# CO<sub>2</sub>-BASIERTE KFZ-STEUER – EINE KLIMASCHUTZSTEUER?



Prof. Dr. Erik Gawel ist stellvertretender Leiter des Departments Ökonomie und Direktor des Instituts für Infrastruktur und Ressourcenmanagement der Universität Leipzig. Seine Forschungsschwerpunkte sind die Finanzwissenschaft sowie die Umwelt- und Institutionenökonomik.

Telefon: 0341/2365-1940  
e-mail: erik.gawel@ufz.de

Nach jahrelangem Ringen wird die bundesdeutsche Kfz-Steuer zum 1. Juli 2009 für Neufahrzeuge auch am CO<sub>2</sub>-Ausstoß ausgerichtet. Zugleich erhält der Bund die Ertragshoheit für diese Steuer und kann damit künftig Mineralöl- und Kfz-Steuer gleichermaßen politisch gestalten, ohne dabei künftig Länderinteressen berücksichtigen zu müssen. Wird damit die Kfz-Steuer endlich zur Klimaschutzsteuer?

## Automobilindustrie zufrieden

„Mit der jetzt erzielten Einigung bei der Kfz-Steuerreform ist der Weg frei für mehr Klimaschutz und eine Entlastung umweltfreundlicher kleiner und mittlerer Fahrzeuge.“, jubelt der Verband der deutschen Automobilindustrie. Der Jubel ist verständlich, denn zunächst bleibt vieles beim Alten: Für den Altfahrzeugbestand ändert sich bis 2013 gar nichts, die CO<sub>2</sub>-Orientierung ist neben dem traditionellen Hubraum lediglich eine ergänzende Tarifkomponente, deren ausschließliche Geltung für Neuwagen durch umfangreiche Steuerbefreiungen gerade zum Laufzeitbeginn neutralisiert wird. Die neue Kfz-Steuer wird die Steuerlast für die Mehrzahl der zulassungsstärksten Modelle zunächst sogar senken. Und eine umweltpolitisch diskutierte CO<sub>2</sub>-Progression, die die deutschen Premium-Modelle getroffen hätte, wurde zugunsten eines linearen Tarifs nicht realisiert.

## Klimaschutz hat Nachsehen

Dass der Klimaschutz durch verbrauchseffiziente Fahrzeugtechnik politisch keine Priorität hat, wird im übrigen auch daran deutlich, dass die im Zuge der Konjunkturmaßnahmen stimulierte schlagartige Verjüngung des Fahrzeugbestandes durch Neuwagenkäufe (Abwrackprämie, Kfz-Steuerbefreiungen) gänzlich ohne Klimakomponente auskommt; die Erfüllung der Euro-Abgasnormen genügt. Umwelt- und Konjunkturpolitik standen hier im Widerstreit, denn niedrige spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionsanforderungen für die Förderungsmaßnahmen hätten die Nachfrage wohl noch stärker an den Premium-Produkten aus deutscher Fertigung vorbeigelenkt. Die potenziellen Klimaschutzeffekte einer auf Verbrauchseffizienz zielenden Kfz-Steuer werden so einstweilen zwischen konjunktur- und industriepolitischen Zielen zerrieben. Gerade beim aktuellen Erneuerungsschub im Fahrzeugbestand durch die Konjunkturprogramme wurden

klimapolitisch Chancen vertan. Fiskalische Interessen an der mit 8,9 Milliarden Euro (2007) immerhin aufkommensstärksten Länder-Steuer vereitelten eine reine CO<sub>2</sub>-Orientierung: Diese hätte bei weiterem Effizienzfortschritt in der Antriebstechnik unweigerlich zur Erosion der Steuerquelle geführt.

Das Ziel, den Kohlendioxidausstoß von Kraftfahrzeugen zu verringern, ist ein wichtiger Bestandteil des EU-Ziels, den Treibhausgasausstoß bis 2020 um 20 Prozent zu senken. Dazu wurden verbindliche CO<sub>2</sub>-Grenzwerte für neu zugelassene Fahrzeuge im Rahmen des „EU-Klimapakets“ geschaffen. Auf nationaler Ebene soll nun auch die CO<sub>2</sub>-Komponente der deutschen Kfz-Steuer dazu beitragen. Emissionen im Verkehr entstehen praktisch ausschließlich im Fahrzeugbetrieb; insoweit setzt eine Steuer auf das bloße Halten von Kfz keine angemessenen emissionsbezogenen Signale. Die vielfach geforderte Umlage auf die verbrauchs- und damit emissionsbezogene Mineralölsteuer erforderte indes sehr hohe Steuersätze. So geriet die bereits 1997 zur Schadstoffsteuer umgestaltete Kfz-Steuer im Zuge der Klimadebatte unter Druck, auch den spezifischen Verbrauch und damit die CO<sub>2</sub>-Emission zu berücksichtigen.

## Bescheidene Bilanz

Die bisherige Abgasorientierung der Steuer wurde zugunsten der CO<sub>2</sub>-Komponente aufgegeben. Auch wenn sich die zu erwartenden klimapolitischen Lenkungseffekte der Reform eher bescheiden ausnehmen, ist zumindest ein Einstieg in ein neues Besteuerungssystem gelungen, das künftig stärkere Lenkungsimpulse zu verbrauchsarmen Fahrzeugflotten geben könnte. Nennenswerte Anreize zur Verbreitung effizienter Fahrzeuge im Fahrzeugbestand können wegen der gleichzeitigen Steuerbefreiungen für Neuwagen und unveränderte Bedingungen für Altfahrzeuge derzeit jedoch gerade nicht gesetzt werden.

## WISSENSWERTES

### Der neue Kfz-Steuer-Tarif (Neuzulassungen ab 1.7.2009)

**Komponente 1:** CO<sub>2</sub>-abhängige Besteuerung im Rahmen eines linearen Tarifs (2 Euro je g CO<sub>2</sub>/km) oberhalb eines nicht besteuerten Sockels von 120 g/km (ab 1.7.2009). Der Sockelwert wird schrittweise verschärft: 110 g/km (ab 1.1.2012), 95 g/km (ab 1.1.2014);

**Komponente 2:** Hubraumabhängiger Betrag von 2 Euro je angefangene 100 ccm (Benziner) bzw. 9,50 Euro (Diesel).

**Ausnahmen:** Steuerbefreiung für Diesel mit Euro6. Befristete Steuerbefreiungen für Euro4-6 (max. 2 Jahre, Zulassung bis 30.6.2009). Diesel-Pkw ohne Partikelfilter erhalten (wie bisher) einen Steuerbonus von 1,20 Euro je 100 ccm Hubraum (bis 31.3.2011).

# KURZMELDUNGEN AUS DEM UFZ



## BIODIVERSE FORSCHUNG VERNETZEN

In den nächsten zwei Jahren wird vom UFZ das Projekt „Aufbau eines Netzwerkes und eines Forums zur Biodiversitätsforschung“ koordiniert und gemeinsam mit dem Museum für Naturkunde

Berlin und der Universität Potsdam betreut. Ziel des vom BMBF kofinanzierten Projektes ist einerseits die weitere Vernetzung der Biodiversitätsforschung, andererseits wissenschaftliche Erkenntnisse besser in die öffentliche Diskussion einzubringen. Hierzu wird am UFZ ein „Service-Zentrum Biodiversitätsforschung“ eingerichtet. Das Projekt wird maßgeblich unterstützt von DIVERSITAS-Deutschland.

Kontakt: Dr. Carsten Neßhöver und PD Dr. Klaus Henle, Department Naturschutzforschung, 0341/235-1649 bzw. -1270

## GREMIEN

**Prof. Dr. Bernd Hansjürgens**, Leiter des UFZ-Departments Ökonomie, ist Mitglied des Steering Committee des fünften World Urban Forum der Vereinten Nationen. Die Konferenz befasst sich mit dem Thema „Cities and Climate Change“ (Vermeidung von Klimawandel und Anpassung an den Klimawandel) und findet vom 27.06.09 – 01.07.2009 in Marseille (Frankreich) statt.

**Dr. Ulrike Werban** aus dem Department Monitoring- und Erkundungstechnologien ist seit März 2009 neues Vorstandsmitglied der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft (DGG). Die 69. Jahrestagung der DGG fand Ende März 2009 mit knapp 600 Teilnehmern aus dem In- und Ausland und unter Beteiligung von mehr als 40 Ausstellern und Firmen statt.



## WASSERMANAGEMENT IN BRASÍLIA

Im März 2009 fiel im Beisein von Bundesforschungsministerin Annette Schavan der Startschuss für das BMBF-Projekt IWAS Água DF, das vom UFZ gemeinsam mit dem Institut für Bodenkunde und Standortlehre der TU Dresden koordiniert wird. IWAS

steht für die Internationale WasserforschungsAllianz Sachsen. Água ist das portugiesische Wort für Wasser. DF heißt Distrito Federal und gemeint ist der Bundesdistrikt Brasília. IWAS Água DF hat das Ziel, in Zusammenarbeit mit Kollegen der Universität Brasília sowie dem regionalen Wasserver- und -entsorger CAESB bis Ende 2010 ein integriertes Managementkonzept für die knapper werdende Ressource Wasser in Brasília zu entwickeln.

Kontakt: Prof. Dr. Holger Weiß, Department Grundwassersanierung, 0341/235-1253, [www.iwas-sachsen.ufz.de](http://www.iwas-sachsen.ufz.de)

## MOST CITED AUTHOR 2005–2008 AWARD

Dr. Frank Wätzold aus dem UFZ-Department Ökonomie erhielt eine Auszeichnung als einer der meist zitierten Autoren 2005 bis 2008 für die Publikation „Why be wasteful when preserving a valuable resource? A review article on the cost-effectiveness of European biodiversity conservation biology“, die er mit Dr. Kathleen Schwerdtner, einer ehemaligen Mitarbeiterin aus dem Department Ökonomie, in *Biological Conservation*, Volume 123, Issue 3 (2005), Pages 327-338, veröffentlicht hat.

## AUSZEICHNUNG



Offizielles Projekt  
der Weltdekade  
2009 / 2010

Bundesforschungsministerin Annette Schavan informierte sich Mitte März im Rahmen ihrer Lateinamerikareise über den Stand des Projektes „Risikolebensraum Megacity“. Wissenschaftler aus fünf Helmholtz-Zentren unter Federführung des UFZ untersuchen

zusammen mit chilenischen Kollegen der Universidad de Chile, der Pontificia Universidad Católica und der UN-Kommission CEPAL die Dynamik und Komplexität des Wachstums der Hauptstadt Santiago de Chile. Das Besondere, das bestätigte auch die Ministerin, ist die große Praxisrelevanz der Forschung. Denn Ziel ist es, die Kommunal- und Regionalpolitik beim Lösen der zahlreichen Probleme zu unterstützen. Die Initiative „Risikolebensraum Megacity“ wurde von der Jury des Nationalkomitees der UN-Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ als offizielles Projekt der UN-Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ für den Auszeichnungszeitraum 2009/2010 ausgewählt.

## Impressum

### Herausgeber

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ  
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit  
Permoserstraße 15  
04318 Leipzig

Telefon: 0341/235-1269 e-mail: [info@ufz.de](mailto:info@ufz.de)  
Fax: 0341/235-1468 Internet: [www.ufz.de](http://www.ufz.de)

### Redaktion

Doris Böhme (verantw., S. 8/9, 11/12),  
Tilo Arnhold (S. 1–5), Jörg Aberger (S. 6/7)

### Fotos

André Künzelmann

### Bildredaktion

André Künzelmann (verantw.), Tilo Arnhold, Doris Böhme

### Satz und Layout

noonox media GmbH, Leipzig

### Druck

Messedruck Leipzig GmbH

Gedruckt auf 100% Recyclingpapier

## HOCHKARÄTIGER ERC-„ADVANCED GRANT“ EINGEWORBEN

Dr. Thorsten Wiegand und PD Dr. Andreas Huth aus dem UFZ-Department Ökologische Systemanalyse ist es gelungen, einen hochkarätigen „Advanced Grant“ des Europäischen Forschungsrates (ERC) in Höhe von 2,17 Millionen Euro und 5 Jahren Laufzeit einzuwerben. Mit diesen Mitteln wird im Juli 2009 eine neue Forschergruppe am UFZ ihre Arbeit zum Thema „Towards a Unified Spatial Theory of Biodiversity (SPATIODIVERSITY)“ aufnehmen. Damit ist das UFZ aktuell das einzige Helmholtz-Zentrum, das sowohl mit einem „Starting Grant“ (Arbeitsgruppe des Mikrobiologen Prof. Lorenz Adrian, siehe UFZ-Newsletter August 2008) als auch einem „Advanced Grant“ durch den ERC gefördert wird. Das Projekt SPATIODIVERSITY kombiniert hohe Computerrechenleistung mit neuesten Methoden räumlicher Musteranalyse und individuenbasierten Waldsimulationsmodellen, um herauszufinden, welche Schlüsselprozesse die Artenvielfalt in Ökosystemen beeinflussen.



Kontakt: PD Dr. Andreas Huth und Dr. Thorsten Wiegand,  
Department Ökologische Systemanalyse, 0341/235-1719 bzw. -1714

## WISSENSCHAFT POPULÄR

Der CAMPUS der Universität Leipzig findet am 6. und 7. Juni 2009 statt. Auf dem Augustusplatz werden unter dem Motto „Spaß am Denken“ Forschung und Experimente zum Anfassen, Mitmachen und Mitdenken angeboten. Thema im UFZ-Zelt: „Von Mikro bis Makro – Wie Forscher die Umwelt beobachten“.

[www.uni-leipzig.de/campus2009/](http://www.uni-leipzig.de/campus2009/)

Am 13. Juni öffnet das UFZ am Wissenschaftshafen in Magdeburg die Kajüten des Forschungsschiffs ALBIS und informiert über den ökologischen Zustand von Gewässern. Für die jüngeren Nachschwärmer bietet der KinderUmweltBus des UFZ Experimente mit dem nassen Element. Am Standort Halle öffnen sich die Türen des UFZ in der Nacht des 3. Juli 2009.



## NETZWERK IWRM

Anfang 2009 startete das Vernetzungsvorhaben „Integriertes Wasserressourcen-Management (IWRM) einschließlich des notwendigen Technologie- und Know-how-Transfers“. Das vom BMBF geförderte Projekt wird vom Magdeburger UFZ koordiniert. Aufgabe ist es, die Förderaktivitäten im Bereich des IWRM in Absprache mit dem BMBF und den

Projektträgern inhaltlich sowie organisatorisch zu begleiten, Synergieeffekte aus den nationalen und internationalen Forschungsaktivitäten herzustellen und das Programm und seine Ergebnisse in der Fachwelt und im politischen Raum zu kommunizieren. Damit soll erreicht werden, dass sich wissenschaftliche Akteure national und international besser vernetzen. Forschungs- und Entwicklungsergebnisse sollen für vielfältige Akteure aus Wirtschaft und Politik besser nutzbar gemacht werden.

Kontakt: Prof. Dr. Dietrich Borhardt, Department Aquatische Ökosystemanalyse,  
0391/8109-101

## SIAM-TAGUNG

Vom 15. - 18. Juni 2009 findet im KUBUS des UFZ die „Conference on Mathematical and Computational Issues in the Geosciences“ der Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM) statt. Im Mittelpunkt steht die Modellierung – z. B. zur Vorhersage von Wetter und Erdbeben, Erstellung von Klimaprojektionen, Quantifizierung von Wasserflüssen und -ressourcen, Ausbreitung und Abbau von Schadstoffen im Untergrund, Carbon Capture Storage (CCS), beim Upscaling von Versuchen oder bei Anwendungen in Thermodynamik, Geostatistik und Stochastik.

## ENERGIEFORSCHUNG

Das Helmholtz-Programm „Erneuerbare Energien“, bei dem das UFZ mit den Themen „Konversion von Biomasse in Biogas“ und „Geothermie“ eingestiegen ist, ist Ende Januar 2009 von einer internationalen Gutachterkommission in Berlin positiv evaluiert worden. Damit erhält das UFZ ab 2010 etwa drei Prozent seiner Zuwendungsgelder über dieses Programm. Weitere drei Prozent seiner Zuwendungsgelder wird das UFZ ab 2010 über das im März positiv begutachtete Helmholtz-Programm „Technologie, Innovation und Gesellschaft“ für seine systemanalytische Forschung zur energetischen Biomassennutzung erhalten.

## TASK-SYMPOSIUM

TASK, das Terra-, Aqua- und Sanierungskompetenzzentrum am UFZ Leipzig, lädt zum Symposium am 23./24. Juni 2009 auf das Alte Messegelände in Leipzig ein. TASK hat das Ziel, die effiziente Verwertung von Forschungsprodukten im Bereich Boden, Grundwasser und Flächenrevitalisierung zu fördern. Im Rahmen des Symposiums berichten Fachleute aus Forschung, Verwaltung, Ingenieurbüros, Technologiedienstleister und -anbieter u.a. über Hemmnisse der Marktimplementierung von verschiedenen Produkten aus Forschungs- und Entwicklungsvorhaben.

Im UFZ-Newsletter September 2009 lesen Sie unter anderem:

### ■ Ökonomische Auswirkungen invasiver Arten