

## Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME

Sehr geehrte Freundinnen und Freunde des Fraunhofer IME,

diesmal liegt der Schwerpunkt auf molekularanalytischen Methoden. Das Projekt *TrendDNA* untersucht die Entwicklung der Biodiversität anhand von Proben der Umweltprobenbank (UPB). Neu entwickelte toxikogenomische Methoden für die Überwachung von Kläranlagen sowie Testsysteme zum Verständnis des Bodenmikrobioms sind weitere Themen. Im Porträt wird Dr. Bernd Göckener vorgestellt, der neue Projektleiter der UPB.

Herzlichst, Ihr



Prof. Dr. Christoph Schäfers

## *TrendDNA*: eine Zeitreise in die Biodiversität

In der Umweltprobenbank des Bundes lagern derzeit mehr als 400 000 archivierte Proben. Die Proben stammen aus verschiedenen Ökosystemen und von verschiedenen Probenahmeflächen in ganz Deutschland. Sie werden bei tiefkalten Temperaturen über flüssigem Stickstoff gelagert, sodass die Proben chemisch und biologisch unverändert bleiben. Somit wird auch das genetische Material in den Proben konserviert und kann nach Jahrzehnten noch untersucht werden.

Bisher konzentrierten sich alle Untersuchungen der Proben auf die Identifizierung und das Monitoring von chemischen Belastungen in der Umwelt. Die chemische Belastung eines Ökosystems kann jedoch einen direkten Einfluss auf die Biodiversität des Ökosystems haben, der bisher noch nicht untersucht wurde.

Unter der Leitung der Universität Duisburg-Essen (UDE) arbeiten Forschende der UDE, der Universität Trier, der Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung und

des Fraunhofer-Instituts für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME zusammen im *TrendDNA*-Projekt, das mit 1,2 Millionen Euro durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) gefördert wird. Darin werden genetische Methoden entwickelt, die künftig wichtige Informationen über die Biodiversität verschiedenster Ökosysteme in Deutschland liefern. Innerhalb des Projekts wird mit Hilfe der konservierten DNA in den Archiv-

### Lesen Sie in dieser Ausgabe:

- *TrendDNA*
- Toxikogenomische Methoden
- Bodenmikrobiom
- Im Porträt: Dr. Bernd Göckener

proben der Umweltprobenbank umfassend untersucht, wie sich die Biodiversität im Lauf der Zeit entwickelt hat. Welche Organismen kamen hinzu, welche verschwanden? Erste Ergebnisse deuten auf einen deutlichen Rückgang der Artenzahl an Orten hin, die stark von Menschen beeinflusst werden. Die Expertinnen und Experten untersuchen nun beispielsweise Fisch-Gemeinschaften an Flusstandorten, indem sie Schwebstoffproben auf Fisch-DNA untersuchen. Mithilfe von Hochdurchsatz-Sequenzierung soll zudem das Aussterben von Insektenarten und die Einwanderung neuer Arten beobachtet werden. «Das Potential, Änderungen in der Biodiversität von Gemeinschaften und Einzelpopulationen mithilfe von PCR-basierten Methoden zu beobachten, ist enorm», sagt Dr. Cecilia Díaz, die das Projekt am Fraunhofer IME betreut.

Die größte Stärke der PCR-basierten Methoden ist ihre Empfindlichkeit. Aus einem einzigen DNA-Molekül können durch 32 Amplifikationszyklen Millionen oder Milliarden Kopien hergestellt werden. Diese Empfindlichkeit erlaubt es, im Umweltmonitoring auch kleinste Mengen von DNA noch detektieren zu können. Dabei können jedoch auch Kontaminationen mit Fremd-DNA vervielfältigt werden, wenn geeignete Qualitätssicherungsmaßnahmen nicht implementiert werden, um diese Kontamination zu unterbinden. Im *TrendDNA*-Projekt wird nun versucht, DNA-Untersuchungen in das Routinemonitoring der Umweltprobenbank zu implementieren. Wir entwickeln dazu Protokolle, um die DNA aus verschiedenen Probenarten zu extrahieren und um so die Qualität der Untersuchungen abzusichern.

## Toxikogenomische Methode zur Überwachung schädlicher Auswirkungen von Wasserproben aus Kläranlagen

**Die Exposition von Zebrafischembryonen mit behandeltem und unbehandeltem Kläranlagenabwasser induziert eine unterschiedliche Genexpression**



Luftaufnahme einer Kläranlage.  
Bildquelle: © shutterstock.com 279357398

Die Verfügbarkeit von Wasser (Qualität und Quantität) ist ein begrenzender Standortfaktor für den Industriestandort Deutschland wie auch weltweit. Integrierte und innovative Ansätze zum Prozesswasserrecycling mit Rohstoffrückgewinnung sind gefragt. Am Modellstandort Chemiapark Bitterfeld-Wolfen wurde unter Beteiligung mehrerer Fraunhofer-Institute (Innopush-Projekt PROWA) ein Modellprojekt zum Einsatz innovativer Technologien zur Rückgewinnung von Prozesschemikalien und Rohstoffen sowie Wasser aus komplexen Industrieabwässern durchgeführt. Durch die Analyse der im Rahmen des Projektes priorisierten Stoffe konnten die aus dem Kläranlagenprozess entnommenen Proben hinsichtlich ihrer chemischen Belastung charakterisiert werden.

Durch die Abschätzung der standortspezifischen Umweltexposition bei der Wiederverwendung von industriellem Prozesswasser wurde beispielhaft gezeigt, wie die zuvor gemessenen Frachten des gereinigten Abwassers in ein umfassendes Gewässerbewertungskonzept integriert werden können. «Es fehlen jedoch bislang Informationen über die ökotoxikologisch relevanten Wirkmechanismen der im Kläranlagenausfluss verbleibenden Stoffe», sagt Prof. Dr. Christian Schlechtriem, Abteilungsleiter Bioakkumulation und Tiermetabolismus.

In diesem Projekt wurde erstmals ein modifizierter Fischembryotest zur Bestimmung solcher Mechanismen in unterschiedlich behandelten Abwässern eingesetzt. Die Methode ist in der Lage, anhand von

toxikogenomischen Fingerabdrücken spezifische schädliche Wirkungen, wie z.B. endokrine Störungen bei Wirbeltieren, auch in Umweltproben mit komplexer Zusammensetzung wie Abwasser nachzuweisen. Die spezifischen Signaturen können in Screening-Ansätzen untersucht werden, um die Effizienz neuartiger zusätzlicher Reinigungsprozessschritte bei der Abwasserbehandlung zu

überwachen. Die vielversprechenden Ergebnisse der Transkriptom-Untersuchungen zeigen das Potenzial des Tests für einen zukünftigen Einsatz in Überwachungsprogrammen auf. Die toxikogenomische Methode wurde durch die Fraunhofer Attract-Gruppe Eco'n'OMICs unter Leitung von Dr. Sebastian Eilebrecht entwickelt.

## Verständnis des Bodenmikrobioms: Wo stehen wir? Identifizierung der fehlenden Testsysteme und Endpunkte

Bodenmikroorganismen spielen eine entscheidende Rolle bei wichtigen Prozessen, die Stoffkreisläufe und die Bioverfügbarkeit bestimmen, und sind daher für oberirdische Ökosysteme von wesentlicher Bedeutung. Die enorme Vielfalt der Bodenmikrobiome stellt eine große Herausforderung für das Verständnis ihrer komplexen Ökologie dar, weshalb es schwierig erscheint, Veränderungen der Funktionen des Bodenmikrobioms und der von ihnen erbrachten Ökosystemleistungen vorherzusagen.

Bei der Risikobewertung von Wirkstoffen, die in Pflanzenschutzmitteln, Bioziden oder Arzneimitteln verwendet werden, werden Auswirkungen auf die zusammengefassten Prozesse der Stickstoff- und Kohlenstoffumwandlung (OECD 216, OECD 217) berücksichtigt. Stoffeinflüsse, die aufgrund der funktionellen Redundanz der mikrobiellen Population unerkannt bleiben, werden im Rahmen dieser Prüfmethode jedoch nicht erfasst. Solche Veränderungen in der Gemeinschaftsstruktur können jedoch Beeinträchtigungen darstellen, die die Widerstandsfähigkeit gegenüber weiteren chemischen und nicht-chemischen Stressoren verringern können. Angesichts der Vielzahl spezieller Funktionen von Bodenmikroorganismen erscheint es daher unzureichend, die Risiken für Bodenmikroorganismen nur auf der Grundlage der Ergebnisse der beiden genannten Testsysteme zu bewerten. Diese Frage wird in einem Projekt des Umweltbundesamts unter der Leitung von Dr. Schlich behandelt, in dem alternative Systeme evaluiert werden, die dann in die Risikobewertung einbezogen werden könnten. Darüber hinaus versuchen Dr. Cecilia Díaz und Dr. Karsten Schlich unter der Leitung von Prof. Dr. Bodo Philipp Informationen von Standardtestsystemen mit Mikrobiom-Amplikon-Sequenzierungen unter Verwendung von rRNA-Transkripten zusammenzuführen. «Unsere Idee ist es, mathematische Modelle zu entwickeln, die vorhandene genomische, physiologische und physikochemische Informationen mit metagenomischen Daten integrieren, um den Informationsgehalt und die Vorhersagekraft in Richtung der Umweltschutzziele zu



Bodenprobe.  
Bildquelle: © shutterstock.com 575991601

maximieren», sagt Dr. Díaz. Zu diesem Zweck könnte die Verwendung von Modellverbindungen, die von bekannten spezialisierten Bakterien im Boden leicht verstoffwechselt werden, zur Bestimmung der Bodenfitness herangezogen werden. Verringert sich der Abbau dieser Modellverbindungen in Gegenwart bestimmter Stressoren (z.B. Herbizide), könnte dies ein Hinweis auf die Hemmung der beteiligten Bakterien sein. Als erster Ansatz ist geplant, Gallensäuren zu testen, bei denen es sich um Steroidmoleküle handelt, die über Ausscheidungen von Wirbeltieren in den Boden gelangen. Interessanterweise sind die meisten der Bakteriengattungen, die in der Lage sind, Gallensäuren abzubauen, auch als starke Schadstoffabbauer bekannt. «Im besten Fall können wir mit einem einfachen Test zum Gallensäureabbau gattungsspezifische Informationen über die Widerstandsfähigkeit einer mikrobiellen Population in einem gestressten Boden gewinnen», sagt Prof. Philipp.



»Mit den Proben der Umweltprobenbank und neuen, empfindlicheren Nachweismethoden können wir die Umweltbelastung von gestern und heute immer besser beschreiben.«

Bernd Gökener studierte Lebensmittelchemie an der Bergischen Universität Wuppertal und schrieb seine Masterarbeit am Fraunhofer IME. Dabei befasste er sich mit per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS) und optimierte eine chemische Analysenmethode, mit der sich die PFAS-Gesamtbelastung von Feststoffproben deutlich umfangreicher beschreiben lässt. In seiner anschließenden Doktorarbeit am Fraunhofer IME untersuchte er, wie sich unterschiedliche Verarbeitungsprozesse auf die Rückstandsgehalte und den Abbau verschiedener Pflanzenschutzmittel in Lebensmitteln auswirken. 2018 übernahm Bernd Gökener die Leitung des Labors für Umwelt- und Lebensmittelanalytik am Fraunhofer IME. Dort gehörten neben Projekten für die Umweltprobenbank des Bundes und verschiedene Landesbehörden auch die chemische Begleitanalytik für ökotoxikologische Industriestudien unter GLP zu seinem Aufgabenbereich.

## Dr. Bernd Gökener...

...ist seit Juni 2022 Projektleiter der Umweltprobenbank des Bundes. Er löst damit Heinz Rüdell ab, der sich in den wohlverdienten Ruhestand verabschiedete. Damit übernimmt Bernd Gökener mit Mark Bücking auch die gemeinsame Leitung der neu formierten Abteilung Spurenanalytik und Umweltmonitoring am Fraunhofer IME.

Ohne Chemikalien wäre unser heutiges Leben nicht vorstellbar. Da aber viele Chemikalien gefährlich für die Umwelt sein können, muss ihr Eintrag in die Umwelt soweit wie möglich minimiert werden.

Die Bundesregierung hat die Umweltprobenbank des Bundes in den 1980er Jahren ins Leben gerufen, um den Zustand der Umwelt langfristig zu beschreiben und Proben für weitere Untersuchungen zu konservieren. Sie lagern in einem einzigartigen Archiv, das das Fraunhofer IME im Auftrag des Umweltbundesamtes betreut. Fachleute sammeln die Proben in Flüssen, Meeren, Wäldern und anderen Ökosystemen, die über ganz Deutschland verteilt sind, und lagern sie bei tiefkalten Temperaturen so ein, dass chemische Veränderungen auch über Generationen ausgeschlossen sind. Mithilfe der Umweltprobenbank und aktuellen geeigneten analytischen Nachweismethoden kann untersucht werden, wie sich die Chemikalienbelastung der Umwelt entwickelt hat. Aufgrund der tiefkalten Lagerung ist dies auch retrospektiv möglich. Sinkt die Umweltbelastung nachhaltig, so waren behördliche Beschränkungen erfolgreich. Bei steigender Umweltbelastung, beispielsweise wenn neue Stoffe regulierte Verbindungen ersetzen, müssen regulatorische Maßnahmen entsprechend etabliert oder angepasst werden. Durch immer neue Chemikalien auf dem Markt wird die Bewertung der Umweltqualität zunehmend komplexer. Mit der Entwicklung von neuen und empfindlicheren Nachweismethoden kann die Umweltbelastung von alten und neuen Chemikalien gemeinsam beschrieben werden. Dadurch tragen wir am Fraunhofer IME zusammen mit unseren Kooperationspartnern aktiv zum Umweltschutz bei.

## IMPRESSUM

### Herausgeber

Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME

### Angewandte Oekologie

Auf dem Aberg 1  
57392 Schmallenberg  
Telefon +49 2972 302-0

### Leitung Angewandte Oekologie

Prof. Dr. Christoph Schäfers

### Redaktion, Layout & Satz

Julia Karbon, Dorothea Weist  
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

### Druck

Schäfers Druck GmbH, Schmallenberg  
100% Recyclingpapier

Lesen Sie mehr über unsere Forschungsaktivitäten auf unserer Website:

[www.ime.fraunhofer.de/ae](http://www.ime.fraunhofer.de/ae)