

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR MOLEKULARBIOLOGIE
UND ANGEWANDTE OEKOLOGIE IME

Sehr geehrte Partner und Freunde des Fraunhofer IME,

Mögliche Problemstoffe in der Umwelt erfordern Aufklärung hinsichtlich ihrer Exposition und Wirkung mittels angepasster Test- und Analyseverfahren, wie etwa für Futterinhalts- und -zusatzstoffe in der Aquakultur, für Kunststoffe in Folien für Landwirtschaft und Gartenbau, oder für das Spektrum per- und polyfluorierter Tensidverbindungen in menschlichem Blut.

Im Portrait stellen wir Dr. Steve Ayobahan vor, dessen Doktorarbeit und anschließende Tätigkeit in unserer Nachwuchsforschergruppe »Eco'n'Omics« dazu dient, in Zukunft die Produktion umweltverträglicherer Stoffe schon bei der Entwicklung zu unterstützen.

Herzlich, Ihr


Prof. Dr. Christoph Schäfers

*Titelbild: Forschungsanlage für Aquakulturstudien.
© Kunststoffe Spranger GmbH / Ronny Schubert*

Lesen Sie in dieser Ausgabe:

- Aquakultur
- iMulch: Mulchfolien in Ackerböden
- Ewigkeitschemikalien im menschlichen Blut
- Im Porträt:
Dr. Steve Uwa Ayobahan



SICHERHEIT FÜR VERBRAUCHER UND UMWELT

Innovative Forschungsanlage für Aquakulturstudien

Die Bedeutung der Aquakultur an der weltweiten Versorgung mit Fisch und Meeresfrüchten nimmt weiter zu. Tatsächlich übertraf der menschliche Konsum von Produkten aus Aquakultur im Jahr 2014 erstmals den Konsum von Wildfisch.

In Kreislaufanlagen (engl. Recirculating Aquaculture Systems, RAS) findet die Aquakultur von Fischen, Algen oder Krebstieren in Becken statt. Das Haltungswasser wird in einer integrierten Wasseraufbereitung gereinigt und dann wieder in die Haltungsbecken zurückgeleitet. Der Einsatz von Kreislauftechnik ermöglicht im Vergleich zu konventionellen Durchlaufanlagen eine signifikante Reduktion des Wasserbedarfs. »Die niedrigen Austauschraten führen jedoch auch zu einer potentiellen Anreicherung von organischen Substanzen, Futterzusatzstoffen, Substanzen zur Wasserbehandlung, sowie Wirkstoffen, welche der Kreislaufanlage zugeführt werden«, sagt Prof. Dr. Christian Schlechtriem, Leiter der Abteilung Bioakkumulation und Tiermetabolismus. ▶

Ab Sommer 2021 wird im Fraunhofer IME eine weltweit einzigartige RAS-Forschungsanlage zur Verfügung stehen, welche die Untersuchung der physikochemischen und biologischen Prozesse in RAS-Anlagen ermöglicht. Die aus Edelstahl gefertigte Anlage besteht aus sieben Einzelkreisläufen und lässt den Einsatz ^{14}C -markierter Substanzen zu. Dadurch können wertvolle Informationen zum Verbleib futterbürtiger und biogener Stoffe in der Produktionskette gewonnen werden. Die Forschungsanlage kann somit helfen die Zusammensetzung von Fischfuttermitteln und die Eigenschaften von Futterzusatzstoffen zu optimieren, die Reinigungsleistung von Kreislaufanlagen zu verbessern und somit die Entwicklung von Produkten unterstützen, die einen hohen Grad an Sicherheit für Verbraucher und Umwelt bieten. Die Aquakulturkreislaufanlage kann im Süß- und Salzwasserbetrieb laufen. Unterschiedliche Fischarten wie z.B. die Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*), die Niltilapie (*Oreochromis niloticus*) oder der europäische Wolfsbarsch (*Dicentrarchus labrax*) können im Rahmen der Fütterungsversuche eingesetzt werden.

Fischmetabolismusstudien für sichere Lebensmittel

Fischfuttermittel, die in der kommerziellen Fischzucht verwendet werden, enthalten bereits einen erheblichen Anteil an pflanzlichen Rohstoffen. Es ist daher wichtig das Potenzial für die Übertragung von Pestizidrückständen in essbare Gewebe von Zuchtfischen zu verstehen. In der EU sind Studien zum Fischmetabolismus im Rahmen der behördlichen Zulassung von Pestiziden erforderlich, wenn behandelte Nutzpflanzen als Rohstoff in Fischfuttermitteln zum Einsatz kommen und ein Risiko zur Übertragung von Rückständen auf essbare Gewebe besteht. Fraunhofer IME hat zusammen mit Vertretern aus Behörden und Industrie ein Testkonzept zur Durchführung von Fischmetabolismusstudien entwickelt und führt diese Studien unter GLP-Bedingungen bereits seit einigen Jahren durch. Teil der neuen Forschungsanlage für Aquakulturstudien in Schmallenberg sind zwei moderne Edelstahl-Durchflussanlagen, die zukünftig eine noch flexiblere Gestaltung der Studien ermöglichen. ■

IMULCH-PROJEKT: UNTERSUCHUNG DES VERBLEIBS VON MULCHFOLIEN IN ACKERBÖDEN

Neuartiger Ansatz zur Untersuchung des Verhaltens von Mulchfolien, die in der gängigen landwirtschaftlichen Praxis nach Ihrer Verwendung untergepflügt werden.



Synthese des radioaktiven PE-Copolymers.
Bildquelle: © Fraunhofer IME / Dieter Hennecke

Das Vorkommen von Kunststoffen in der Umwelt steht zunehmend im Fokus gesellschaftlicher Diskussionen. In marinen und limnischen Gewässern ist das Vorkommen, die Verbreitung und die Wirkung von Kunststoffen und Mikroplastik (Kunststoffpartikel $< 5\text{ mm}$) bereits gut untersucht. Über Mikroplastik in Böden liegen dagegen bisher nur wenige Informationen vor. »Dies liegt in erster Linie an der schwierigen Bestimmung von Mikroplastik in Böden«, sagt Dr. Dieter Hennecke, Leiter der Abteilung Ökologische Chemie.

Am IME werden dazu Arbeiten mit ^{14}C -radioaktiv markierten Kunststoffen unter Freilandbedingungen durchgeführt. Die radioaktive Markierung ist eine Technik, die für Zulassungsstudien von z. B. Pflanzenschutzmitteln behördlich vorgeschrieben ist. »Sie ermöglichen Aussagen zum Verbleib des Materials, die ohne Markierung nicht möglich sind, insbesondere zu bislang unbekanntem Abbauprodukten«, so Dr. Hennecke weiter. So werden Erkenntnisse zu Transport (z. B. Verlagerung in den Unterboden, Austrag in das Sickerwasser, Aufnahme in Pflanzen) und

zum Abbau (z.B. Mineralisierung, Verringerung der mittleren Molekülgröße, Identität der Abbauprodukte) möglich. Ergänzt werden die Ergebnisse durch eine Massenbilanz, die sicherstellt, dass keine relevanten Stoffströme übersehen wurden. Für die Untersuchungen wird das Material direkt in Form von Mikroplastik in den Boden eingebracht, da dieses hinsichtlich eines möglichen Risikos bezüglich der genannten Untersuchungsparameter der »worst case« darstellt.

Die Herstellung der ^{14}C -markierten Polymeren ist Neuland und es wurden zusammen mit Partnern (Fraunhofer IAP, BASF) neue Synthesemethoden dafür

entwickelt. Nur so war es möglich, ein ^{14}C -markiertes PE-Copolymer zu synthetisieren, das die in der landwirtschaftlichen Praxis mengenmäßig relevanteste Kunststoffsorte repräsentiert. Als zweites Material wurde mit ^{14}C -PBAT ein als bioabbaubar eingestuftes Polymer hergestellt. Beide Materialien werden in Lysimeter eingebaut, auf denen für den Einsatz von Mulchfolien typische landwirtschaftliche Anbauverfahren unter Freilandbedingungen durchgeführt werden. Bisher gibt es in dem noch laufenden Projekt keine Hinweise auf eine Verlagerung der aufgebrachten Mikroplastikpartikel ins Grundwasser oder in Kulturpflanzen. ■

EWIGKEITSCHEMIKALIEN IM MENSCHLICHEN BLUT

Human-Biomonitoring zeigt Spuren von PFAS in allen untersuchten Blutproben.

Ihrer hohen Stabilität verdanken Per- und Polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) ihre Bezeichnung als Ewigkeitschemikalien. Aufgrund ihrer Eigenschaften werden die Substanzen jedoch in zahlreichen Industrieprozessen und Verbraucherprodukten eingesetzt.

PFAS haben außerordentliche Eigenschaften, denn sie sind nicht nur wasser-, fett- und schmutzabweisend, sondern zugleich hochstabil. Sie werden beispielsweise in der Galvanikindustrie, in Feuerlöschschäumen, aber auch in Outdoor-Bekleidung und Lebensmittelkontaktmaterialien eingesetzt. »Viele der Substanzen werden als persistent, bioakkumulierend und oft auch als toxisch eingestuft. Deshalb ist es von großer Bedeutung zu untersuchen, wie stark Menschen mit diesen Substanzen belastet sind«, so Dr. Bernd Göckener, Laborleiter in der Abteilung Umwelt- und Lebensmittelanalytik.

Für die Umweltprobenbank des Bundes werden seit Jahrzehnten jährlich Proben von Menschen gesammelt und stabil gelagert. Seit 2012 erfolgt dies im Auftrag des Umweltbundesamtes durch das Fraunhofer IBMT. In einer durch das Bundesumweltministerium und das Umweltbundesamt geförderten Human-Biomonitoring-Studie wurden nun Blutproben aus der Umweltprobenbank auf zahlreiche Vertreter der PFAS untersucht. Somit kann nun auf die Entwicklungen der menschlichen Belastung in Deutschland seit 1982 zurückgeblickt werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Belastung hauptsächlich durch Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) und Perfluorooctansäure (PFOA) geprägt ist.



Blutplasmaprobe aus der Umweltprobenbank.
Bildquelle: © Fraunhofer IBMT / Dominik Lermen

Diese wurden seit den 1950er Jahren eingesetzt und können bis heute in jeder einzelnen Probe nachgewiesen werden.

Die Trends zeigen, dass die Belastung in den 80er und 90er Jahren am höchsten war. Seitdem ist zu beobachten, dass die Belastung der Menschen mit den klassischen PFAS stetig sinkt. In aktuellen Proben liegt die Belastung der Mehrheit der Probanden mit PFOA im Bereich der toxikologisch abgeleiteten Beurteilungswerte (HBM-I Werte) und für PFOS sogar darunter. Die Unterschreitung bedeutet, dass nach aktuellem Wissensstand keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten sind.

»Die Ergebnisse zeigen, dass Herstellungs- und Verwendungsverbote sowie freiwillige Ausstiege der Industrie ihre Wirkung entfalten. Das Human-Biomonitoring dient dabei als wichtiges Instrument, um die Wirksamkeit bestehender Regulationen zu bewerten und die Notwendigkeit neuer Beschränkungen zu erkennen«, so Dr. Göckener. ■



Dr. Steve Uwa Ayobahan...

... arbeitet seit 2015 im Rahmen seines Dissertationsprojektes in der Abteilung Ökotoxikologie. Seit 2019 verstärkt er als Postdoktorand die Fraunhofer-Attract-Gruppe »Eco'n'OMICs« bei der Entwicklung OMICs-basierter Prüfstrategien zur Bewertung der Umweltauswirkungen neu entwickelter Wirkstoffe.

Für die Stoffbewertung ist die Wirksamkeit von größter Bedeutung bei der Identifizierung potenzieller endokrin aktiver Chemikalien. Die aktuellen Prüfrichtlinien zur Beurteilung der endokrinen Disruption (ED) beruhen auf Veränderungen der apikalen Endpunkte. Die Testverfahren Strategie berücksichtigt jedoch nicht hinreichend die Wirkungsweise der geprüften Substanz, welche zu den beobachteten Veränderungen führt. Insbesondere könnten Nicht-ED-Stoffe, die die ED-Endpunkte stören, wie z.B. hepatotoxische Chemikalien, fälschlicherweise als ED klassifiziert werden. Daher sind für diese Substanzen zusätzliche kosten-, tier- und zeitaufwändige Tests höherer Stufen erforderlich. Die Identifizierung von Protein-Biomarkerkandidaten zur Unterscheidung von endokrin schädigenden und hepatotoxischen Chemikalien in Zebrafischen war das Ziel seiner Dissertation. Durch die Integration eines High-Content-Proteomics-Ansatzes in die bestehende Testrichtlinie (OECD 229) verknüpfte er substanzinduzierte physiologische Effekte mit organspezifischen Proteinexpressionssignaturen. Er fand heraus, dass substanzinduzierte schädliche Wirkungen, die auf einer höheren biologischen Ebene gesehen werden, auf molekularer Ebene klar abgegrenzt und richtig klassifiziert werden können.

AUSSICHT AUF EINE NACHHALTIGE PRODUKTION VON CHEMIKALIEN UND UMWELTÜBERWACHUNG

»Die Kombination von ökotoxikologischer und OMICs-Methodik (Transkriptomik, Proteomik) zur Erstellung einer Datenbank stoffspezifischer molekularer Veränderungen, die schädlichen Wirkungen vorausgehen, wird ein Schritt in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung umweltverträglicher Wirkstoffe sein«, sagt Dr. Ayobahan. Nach einer Kreuzvalidierung können diese molekularen Signaturen für Screenings zur Vorhersage von Umweltrisiken und Nachweisverfahren für Umweltproben genutzt werden.

/// Nachhaltige Entwicklung von umweltverträglichen aktiven chemischen Substanzen, garantiert eine nachhaltige Zukunft...

Steve Uwa Ayobahan erwarb seinen Bachelor der Wissenschaft-Abschluss in Umweltwissenschaften an der Universität von Benin, Nigeria. Anschließend besuchte er die Universität Kiel, wo er einen Master-Abschluss in Umweltmanagement erwarb. Kürzlich schloss er sein naturwissenschaftliches Doktorat in Ökotoxikologie an der RWTH Aachen ab. Die Forschungsarbeiten für seine Dissertation mit dem Titel »Proteomik als alternativer Ansatz für die Gefahrencharakterisierung und die Identifizierung spezifischer molekularer Targets: Aufklärung potenzieller Biomarker zur Unterscheidung zwischen endokriner Disruption und Hepatotoxizität« wurde am Fraunhofer IME durchgeführt. Zu diesem Thema hat Dr. Ayobahan zwei peer-reviewed Artikel veröffentlicht. Er ist Mitglied der Society of Environmental Toxicology und Chemistry (SETAC).

Lesen Sie mehr über unsere Forschungsaktivitäten auf www.ime.fraunhofer.de

IMPRESSUM

Herausgeber

Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie
und Angewandte Oekologie IME

Angewandte Oekologie
Auf dem Aberg 1
57392 Schmallenberg

Telefon +49 2972 302-0
Fax +49 2972 302-319

Institutsleitung

Prof. Dr. Christoph Schäfers
christoph.schaefers@ime.fraunhofer.de

Redaktion, Layout & Satz

Dr. Kristina Bette-Gaußmann
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Druck

Schäfers Druck GmbH, Schmallenberg

100% Recyclingpapier