

RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

RUB

RUBIN

WISSENSCHAFTSMAGAZIN

Schwerpunkt

BIOÖKONOMIE

FLUGREISEN TROTZ KLIMAWANDEL?
WENN MAIS NICHT NUR AUF DEM TELLER LANDET
MIT HOLZ BAUEN UND DAS KLIMA SCHÜTZEN

30
Jahrgang

Nr. 2 | 2020

Umwelttechnik

DÜNGER KONTROLLIERT FREISETZEN DANK BIOPOLYMER-CHIPS

Schätzungen zufolge treiben 150 Millionen Tonnen Plastikmüll durch die Meere. Es ist höchste Zeit für alternative Materialien. Biopolymere könnten Abhilfe schaffen. Und sie können sogar noch viel mehr.

Spätestens seit die EU ein Verkaufsverbot von Einweg-Kunststoffartikeln beschlossen hat, ist das Plastikproblem in aller Munde. Die Menschheit verbraucht viel zu viel Kunststoffprodukte, die am Ende meist in der Müllverbrennungsanlage enden – oder schlimmer: in der Umwelt. Dabei hält die Natur Alternativen bereit. Organische Verbindungen wie Zucker oder Stärke können zu Biopolymeren verarbeitet werden, aus denen sich allerhand nützliche Produkte zaubern lassen, die am Ende biologisch abbaubar sind.

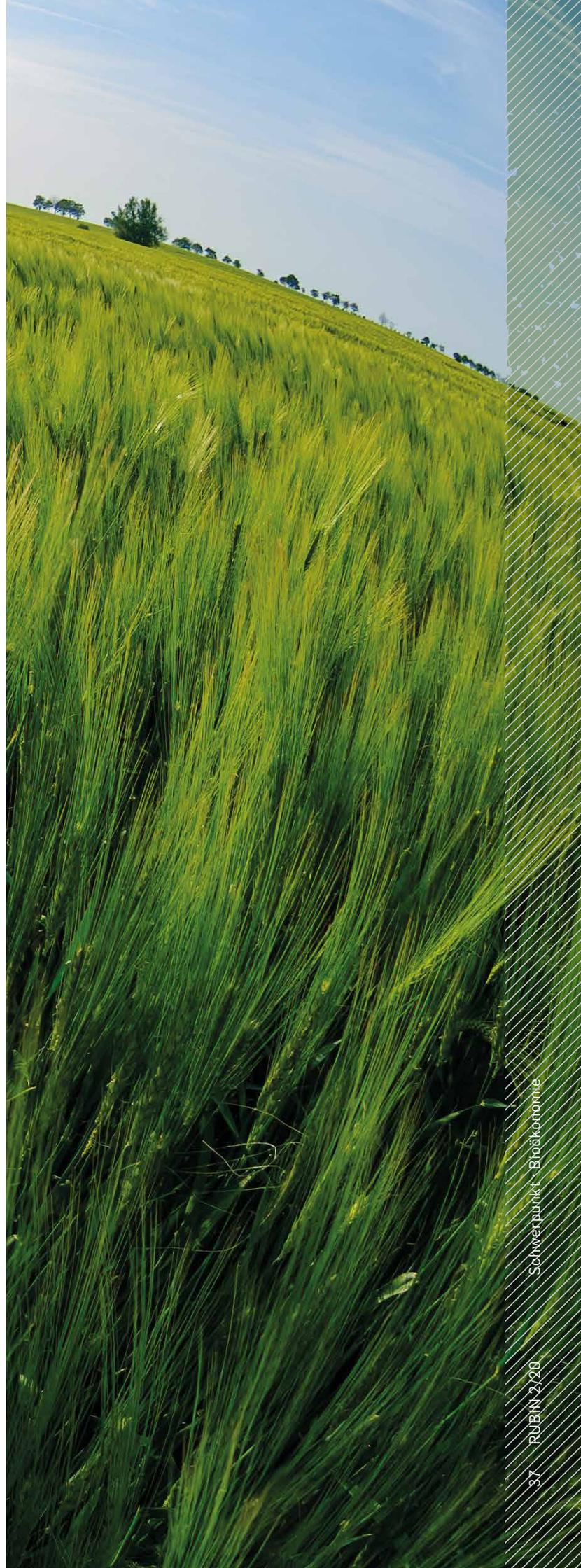
An solchen Materialien forschen Prof. Dr. Eckhard Weidner vom RUB-Lehrstuhl für Verfahrenstechnische Transportprozesse und Dr. Sulamith Frerich, die die Juniorprofessur für Virtualisierung verfahrenstechnischer Prozesse in Bochum innehat. Beide sind zugleich am Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik „Umsicht“ in Oberhausen tätig. So können sie Grundlagenforschung an der RUB optimal mit anwendungsbezogener Forschung am Fraunhofer-Institut Umsicht kombinieren. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sehen Biopolymere dabei nicht nur als Ersatz für Plastikartikel, sondern erkunden, wie man verantwortungsvoll mit Kunststoffen umgeht und eine Verschmutzung der Umwelt durch zirkuläres Wirtschaften vermeidet.

So erforscht das Team um Frerich an der RUB derzeit beispielsweise den Nutzen von Biopolymeren für ein gezieltes Einbringen von Düngemitteln in landwirtschaftlich genutzte Böden. Der Bedarf für eine solche Technik ist hierzulande erheblich: Die EU-Kommission hat Deutschland offiziell gerügt, weil in der Bundesrepublik wiederholt die Grenzwerte für den Nitratreintrag unter anderem durch Düngemittel im Boden überschritten wurden. „Die Gülle aus der Intensivtiermast wird auf die Felder gekippt und dadurch mehr Nitrat als nötig in den Boden eingebracht, das dann ins Grundwasser ausgewaschen wird“, sagt Sulamith Frerich. „Dabei brauchen Pflanzen eigentlich nur in bestimmten Wachstumsphasen den Stickstoff aus dem Dünger.“

Dünger in Biopolymere verpacken

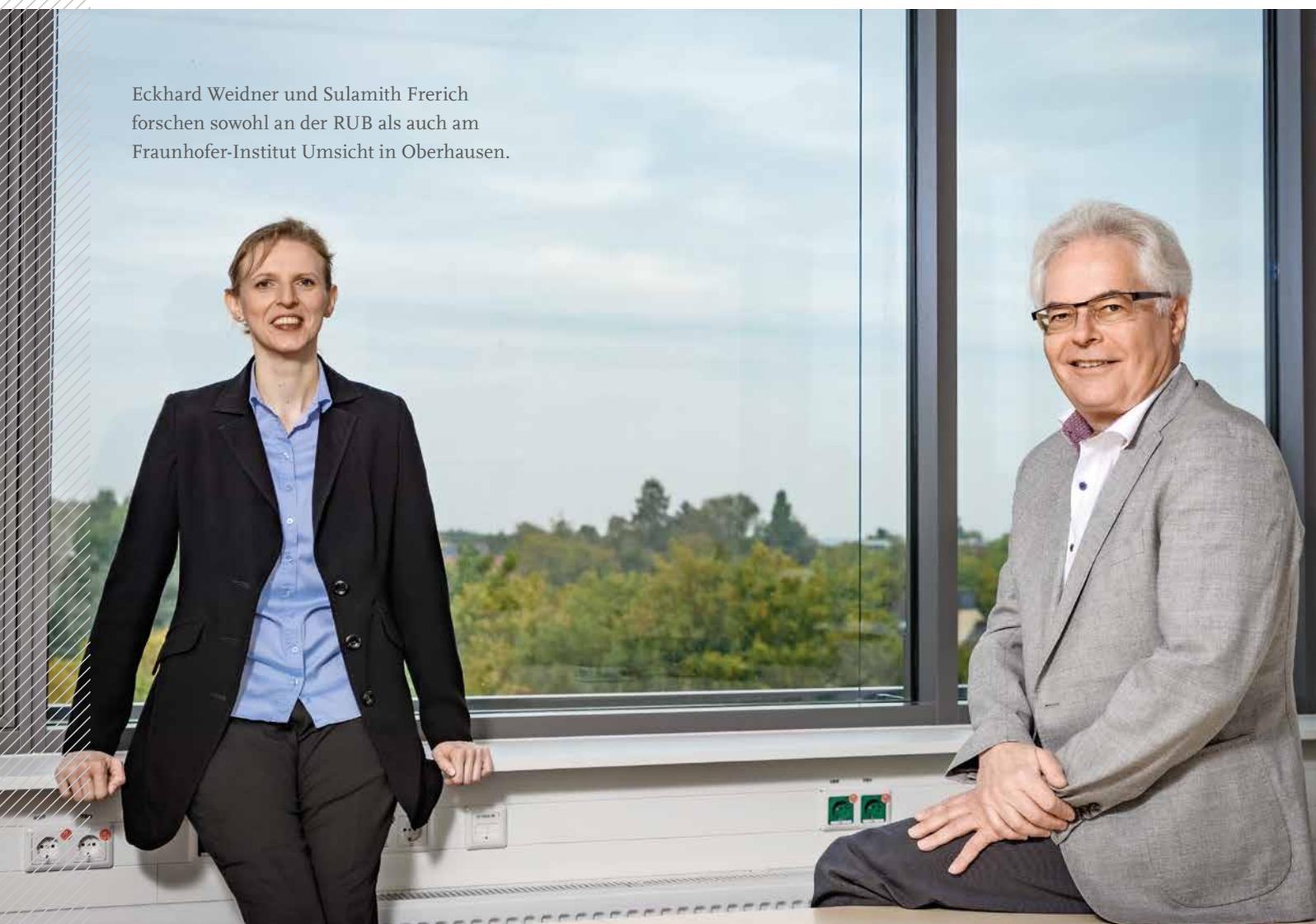
Mithilfe von Biopolymeren will das Forschungsteam eine Methode entwickeln, um Dünger zu verkapseln und kontinuierlich in den Boden einzubringen. Das Kapselmateriale bildet eine Barriere zur Umwelt und soll ein plötzliches Freisetzen der stickstoffhaltigen Substanz verhindern. Doktorandin Diana Keddi hat verschiedene Verpackungstechniken erprobt. „Um das Freisetzungverhalten steuern zu können, müssen wir gezielt eine Trägermatrix für den Dünger aufbauen“, erklärt die Forscherin. „Da der Boden nicht mit dem Kapselmateriale kontaminiert werden soll, ist es außerdem vorteilhaft, wenn das Material biologisch abbaubar ist.“

Als Kapselmateriale verwenden die Bochumer Forscherinnen daher einen Biopolymerschäum aus Polymilchsäure, kurz PLA vom englischen Begriff polylactic acid. Die Milchsäure kann zum Beispiel aus Mais oder Zuckerrüben gewonnen werden. Mit verschiedenen Techniken erprobte Diana Keddi, wie sie ein Stickstoffdüngerdepot in dem Biopolymer anlegen kann, wobei sie Harnstoff als stickstoffhaltige Modellsubstanz verwendete. Der verkapselte Dünger lag am Ende in ▶





So sehen die fertigen Biopolymer-Chips aus, die Diana Keddi hergestellt hat.



Eckhard Weidner und Sulamith Frerich forschen sowohl an der RUB als auch am Fraunhofer-Institut Umsicht in Oberhausen.

Form von Chips vor, ähnlich den Verpackungschips, die man heute statt Styropor in vielen Versandkartons findet.

„Die größte Herausforderung, wenn man einen porösen Verbund aus PLA und Harnstoff herstellen möchte, ist, das Biopolymer verarbeiten zu können, ohne den Harnstoff dabei thermisch zu zersetzen“, schildert Diana Keddi. Harnstoff schmilzt bei etwa 130 Grad Celsius. Die für die PLA-Verarbeitung erforderliche Temperatur muss also darunter liegen. Bei Normaldruck ist das nicht der Fall, dann schmilzt Polymilchsäure je nach Typ erst bei 140 bis 170 Grad Celsius. Erhöht sich jedoch der Gasdruck, verringert sich die Schmelztemperatur. Diana Keddis Versuche ergaben, dass je nach PLA-Typ ein Druck zwischen 200 und 350 bar in einer CO₂-Atmosphäre benötigt wird, um das Biopolymer zu verarbeiten. Dann schmilzt die Polymilchsäure schon unter 130 Grad Celsius und somit unterhalb der Schmelztemperatur des Harnstoffs. Die Wissenschaftlerin nutzte darüber hinaus eine zweite Methode, die sogar nur Temperaturen von 40 Grad Celsius und einen Druck von 100 bis 180 bar erforderte. Im sogenannten Gas-Antisolvent-Verfahren löste sie die Polymilchsäure in einem organischen Lösungsmittel. Da die Substanz in gelöster Form vorlag, musste sie nicht geschmolzen werden. Der Lösung fügte Diana Keddi den Harnstoff hinzu und setzte das Gemisch einer CO₂-Atmosphäre mit erhöhtem Druck aus. Um ein festes Produkt zu erhalten, musste sie nun wiederum das Lösungsmittel aus dem Gemisch entfernen. Das tat sie durch kontinuierliches Spülen mit CO₂, welches das Lösungsmittel mit heraus trägt. Anschließend ließ sie den Gasdruck ab und erhielt das feste Endprodukt aus PLA und Harnstoff.

Freisetzungsdauer verlängert

Mit beiden Verfahren konnte Diana Keddi Verbünde aus PLA und Harnstoff herstellen und zeigte anschließend, dass die stickstoffhaltige Substanz aus dem PLA-Schaum bei kontinuierlicher Durchspülung innerhalb von zwei Stunden freigesetzt wird. „Ohne Verkapselung würde der gesamte Harnstoff in diesem Versuchsaufbau innerhalb von zwei Minuten freigesetzt werden“, vergleicht die Wissenschaftlerin. „Wir können die Freisetzungsdauer also mit der Verkapselung um ein Vielfaches verlängern.“ Die Biopolymer-Chips, die auf diese Weise mit Dünger beladen werden, könnten einfach neben den Pflanzen im Boden vergraben werden, und die stickstoffhaltigen Substanzen würden so Schritt für Schritt in die Erde gelangen. Mit der Studie haben die Ingenieurinnen den Beweis erbracht, dass die Technik prinzipiell funktioniert. Aktuell werden weitere Versuchsreihen durchgeführt, die die Freisetzungsvorgänge auf den realen Anwendungsfall in Erde übertragen. Ziel dabei ist, die gewonnenen Informationen für die industrielle Anwendung zu nutzen.

Text: jwe, Fotos: rs

ZIRKULÄRE KUNSTSTOFFWIRTSCHAFT



Das Team um Eckhard Weidner am Fraunhofer Umsicht entwickelt in noch vielen weiteren Projekten neue Anwendungen für Biopolymere und Methoden zum verantwortbaren Umgang mit Polymeren. Seit sieben Jahren forscht die Gruppe zudem auch daran, was die Haupt-Eintragsquellen von Mikroplastik in die Umwelt sind und wie sich der Mikroplastikeintrag verringern lässt. Diese Arbeiten sind eingebettet in den Fraunhofer Cluster of Excellence „Circular Plastics Economy CCPE“. Das lineare Wirtschaften mit Plastik, das zum Schluss als Abfall endet, soll in zirkuläres Wirtschaften überführt werden, bei dem aus Kunststoffprodukten neue Produkte entstehen und nicht vermeidbare Abfälle in der Umwelt schnell abgebaut werden.

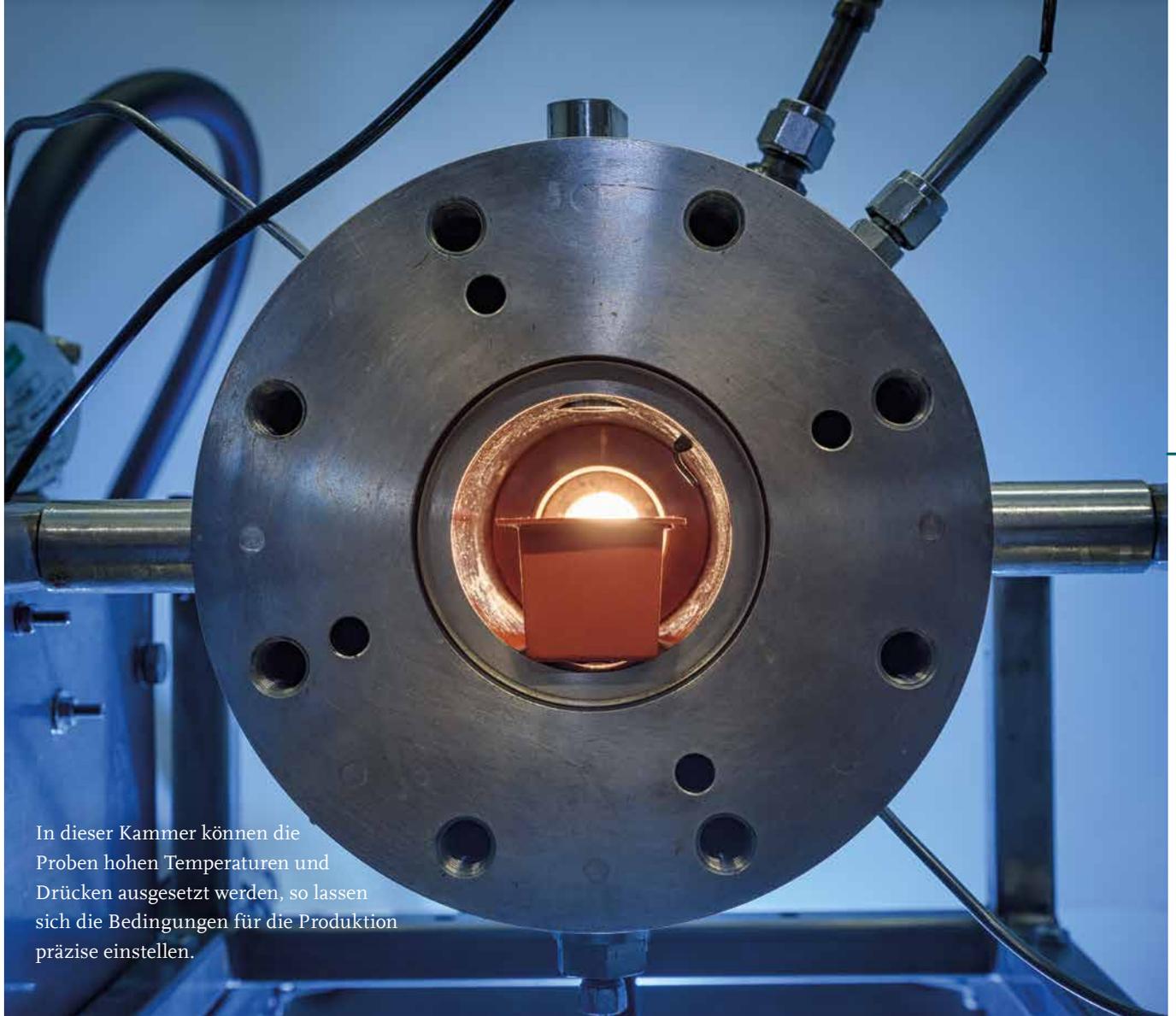
”

WIR KÖNNEN DIE
FREISETZUNGS-
DAUER MIT DER
VERKAPSLUNG
UM EIN VIELFA-
CHES VERLÄN-
GERN.

“

Diana Keddi





In dieser Kammer können die Proben hohen Temperaturen und Drücken ausgesetzt werden, so lassen sich die Bedingungen für die Produktion präzise einstellen.

SCHON **GEWUSST?**

Biobasiert bedeutet nicht gleichzeitig biologisch abbaubar. Forscherinnen und Forscher arbeiten daran, fossilbasierte Produkte, die aus Mineralöl hergestellt werden, durch Produkte zu ersetzen, deren Rohstoffe aus pflanzlichen Quellen stammen. So können Biokunststoffe etwa aus Zucker oder Stärke synthetisiert werden. Das heißt aber nicht, dass alles, was biobasiert ist, auch biologisch abbaubar

ist, also von Lebewesen zersetzt werden kann. Organische Ausgangsstoffe können so weiterverarbeitet werden, dass sie am Ende nicht auf natürlichem Wege zersetzt werden können, sondern verbrannt werden müssen: Polyethylen kann beispielsweise aus Zuckerrohr gewonnen werden. Andersherum können aus Mineralöl Produkte erzeugt werden, die am Ende trotzdem biologisch abbaubar sind.

REDAKTIONSSCHLUSS



Diese Gras-Eule wurde dank der aus der RUB heraus gegründeten Naturschutzorganisation PhilinCon zurück in die Freiheit der philippinischen Tropen entlassen. Den PhilinCon-Rangern wurde das Tier übergeben, nachdem Wilderer es gefangen und an Vermögende verkauft hatten – die Eule war als Trophäe im Garten der unrechtmäßigen Besitzer nicht artgerecht gehalten worden. „Nach einiger Zeit Flugtraining bei uns konnten wir das Tier zurück in die Wildnis entlassen, eine von vielen erfolgreichen Auswilderungen“, erzählt RUB-Studentin Sofia Tschijewski Zeisig, die sich neben ihrem Master-Studium der Biodiversität bei PhilinCon engagiert. PhilinCon setzt sich für den Artenschutz und den Erhalt des Regenwaldes auf den Philippinen ein.

➔ Mehr über die Initiative und wie man sie unterstützen kann: philincon.org

IMPRESSUM

HERAUSGEBER: Rektorat der Ruhr-Universität Bochum in Verbindung mit dem Dezernat Hochschulkommunikation (Abteilung Wissenschaftskommunikation) der Ruhr-Universität Bochum

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT: Prof. Dr. Gabriele Bellenberg (Philosophie und Erziehungswissenschaften), Prof. Dr. Astrid Deuber-Mankowsky (Philologie), Prof. Dr. Constantin Goschler (Geschichtswissenschaften), Prof. Dr. Markus Kaltenborn (Jura), Prof. Dr. Achim von Keudell (Physik und Astronomie), Prof. Dr. Dorothea Kolossa (Elektrotechnik/Informationstechnik), Prof. Dr. Denise Manahan-Vaughan (Medizin), Prof. Dr. Martin Muhler (Chemie), Prof. Dr. Franz Narberhaus (Biologie), Prof. Dr. Andreas Ostendorf (Prorektor für Forschung, Transfer und wissenschaftlichen Nachwuch), Prof. Dr. Martin Tegenthoff (Medizin), Prof. Dr. Martin Werding (Sozialwissenschaft), Prof. Dr. Marc Wichern (Bau- und Umweltingenieurwissenschaft), Prof. Dr. Peter Wick (Evangelische Theologie), Prof. Dr. Stefan Winter (Wirtschaftswissenschaft)

REDAKTIONSANSCHRIFT: Dezernat Hochschulkommunikation, Abteilung Wissenschaftskommunikation, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum, Tel.: 0234/32-25228, Fax: 0234/32-14136, rubin@rub.de, news.rub.de/rubin

REDAKTION: Dr. Julia Weiler (jwe, Redaktionsleitung); Meike Drießen (md)

FOTOGRAFIE: Damian Gorczany (dg), Hofsteder Str. 66, 44809 Bochum, Tel.: 0176/29706008, damiangorczany@yahoo.de, www.damiangorczany.de; Roberto Schirdewahn (rs), Offerkämpe 5, 48163 Münster, Tel.: 0172/4206216, post@people-fotograf.de, www.wasaufdieaugen.de

COVER: Roberto Schirdewahn

BILDNACHWEISE INHALTSVERZEICHNIS: Teaserfotos für Seite 12: Getty, Bettmann; Teaserfotos für die Seiten 18, 29, 36: Roberto Schirdewahn; Teaserfoto für Seite 22: Damian Gorczany; Teaserfoto für Seite 60: Christian Schwarz

GRAFIK, ILLUSTRATION, LAYOUT UND SATZ: Agentur der RUB, www.rub.de/agentur

DRUCK: Ortmeier Medien GmbH, Boschstraße 38, 48369 Saerbeck, Tel.: 02574/9388-0, www.ortmeier.de, info@ortmeier.de

AUFLAGE: 4.500

BEZUG: RUBIN erscheint zweimal jährlich und ist erhältlich im Dezernat Hochschulkommunikation (Abteilung Wissenschaftskommunikation) der Ruhr-Universität Bochum. Das Heft kann kostenlos abonniert werden unter news.rub.de/rubin/abo. Das Abonnement kann per E-Mail an rubin@rub.de gekündigt werden.

ISSN: 0942-6639

Nachdruck bei Quellenangabe und Zusenden von Belegexemplaren