

lookKIT

DAS MAGAZIN FÜR FORSCHUNG, LEHRE, INNOVATION
THE MAGAZINE FOR RESEARCH, TEACHING, INNOVATION
AUSGABE/ISSUE #03/2020
ISSN 1869-2311



BIOÖKONOMIE

ANDERS DENKEN: ÜBER DIE PERSPEKTIVEN UND HERAUSFORDERUNGEN DER BIOÖKONOMIE
THINK DIFFERENTLY: ON THE PROSPECTS AND CHALLENGES OF THE BIOECONOMY

ANDERS PRODUZIEREN: BIOBASIERTE POLYMERE AUS NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN
PRODUCE DIFFERENTLY: BIOBASED POLYMERS FROM RENEWABLE RESOURCES

ANDERS BAUEN: INNOVATIVER UND NACHHALTIGER BETONBAU
BUILD DIFFERENTLY: INNOVATIVE AND RESOURCE-EFFICIENT CONCRETE CONSTRUCTION

Werden Sie Teil unseres Teams!

Bauingenieur (m/w/d)

Mit unserem Ingenieurbüro sind wir seit über 50 Jahren regional und überregional auf dem Gebiet der Tragwerksplanung sehr erfolgreich tätig. Auf Basis unseres fundierten und praxisorientierten Fachwissens planen wir innovative und gestalterisch anspruchsvolle Baukonstruktionen unter den Aspekten der Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit.

Ihre Aufgaben:

- Erstellen von statischen Berechnungen im konstruktiven Ingenieurbau
- Erstellen von bauphysikalischen Berechnungen
- Entwicklung wirtschaftlicher Tragstrukturen und Leitdetails
- Koordination der Planungsabläufe
- Kommunikation mit den Planungsbeteiligten und den ausführenden Firmen

Ihr Profil

- Sie haben einen Hochschulabschluss im Bauingenieurwesen
- Ihr Interesse gilt dem konstruktiven Ingenieurbau
- Eine selbstständige Arbeitsweise und Teamfähigkeit ist für Sie kein Widerspruch
- Sie bringen Kreativität und Neugier für Lösungen bei Spezialaufgaben mit

Sie erwartet:

- Ein kollegiales und engagiertes Team in einer angenehmen und modernen Arbeitsatmosphäre
- Gründliche Einarbeitung mit Mentorenprogramm
- Flache Hierarchien und kurze Entscheidungswege
- Flexible Arbeitszeiten und leistungsgerechte Bezahlung
- Abwechslungsreiche und anspruchsvolle Projekte
- Möglichkeit der gezielten Weiterbildung und Karriereentwicklung
- Wachstumsstandort mit hoher Lebensqualität im Dreiländereck



Müller + Klein Ingenieurbüro für Bauwesen GmbH •
Lindenmattenstr. 33a • 79117 Freiburg • 0761 61100 0 •
www.muk-fr.de • bewerbung@muk-fr.de



Referenzobjekt: Neubau Laborgebäude TESTO AG
Entwurf: Sacker Architekten



KIT
Karlsruher Institut für Technologie

Die Campus-Kollektion Auffallend gut

Verkaufsstellen:

Buchhandlung Kronenplatz, Karlsruhe
Cafeteria, KIT-Campus Nord

www.kit-shop.de

LIEBE LESERINNEN UND LESER,

der Klimawandel, zur Neige gehende fossile Ressourcen sowie wachsende Bevölkerungszahlen stellen unsere Gesellschaft vor große ökologische Herausforderungen. Nachhaltig leben und unseren Lebensstandard für kommende Generationen sichern – das ist der Grundgedanke der Bioökonomie, die im Fokus des Wissenschaftsjahres 2020 steht. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des KIT – „Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft“ arbeiten an neuen Technologien und Ansätzen, die nachwachsende Ressourcen als Alternative zu fossilen Rohstoffen etablieren und den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Wandel ermöglichen sollen. Mit welchen Chancen und Herausforderungen der Aufbruch zur Bioökonomie verknüpft ist, beschäftigt Dr. Christine Rösch und Dr. Dirk Scheer. Ein Gespräch darüber, wie eine auf erneuerbaren Ressourcen basierende Wirtschaft nachhaltig gestaltet werden kann, finden Sie ab Seite 10.

Praktische Ansätze für die Bioökonomie zeigen wir Ihnen ab Seite 16. Die Initiative „reFuels – Kraftstoffe neu denken“ forscht etwa an regenerativen Kraftstoffen (reFuels) für eine CO₂-neutrale Mobilität. Diese werden aus CO₂-haltigen Reststoffen der Landwirtschaft sowie Industrie- und Siedlungsabfällen hergestellt. Das Projekt umfasst die gesamte Wertschöpfungskette, vom Energieversorger über die Kraftstoffsynthese bis hin zu Motoren- und Fahrzeugherstellern.

Eine ressourcenschonende und kostengünstige Herstellung von Bioplastik verspricht ein von Professor Johannes Gescher und seiner Arbeitsgruppe entwickeltes Verfahren. Grundlage ist die mikrobielle Elektrosynthese, bei der Mikroorganismen elektrischen Strom nutzen, um CO₂ aus Rauchgas in wertvolle Basischemikalien umzuwandeln. Damit schaffen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nicht nur eine Alternative zu erdölbasiertem Kunststoff, sondern reduzieren gleichzeitig Treibhausgase (Seite 28).

Für die Bioökonomie ist auch eine nachhaltige und ertragreiche Landwirtschaft unabdingbar. Die hierfür angebauten Pflanzen müssen sich dabei an sich verändernde Klima- und Umweltbedingungen anpassen. Um dafür nützliche Eigenschaften von Pflanzen gezielt zu kombinieren, hat Professor Holger Puchta zusammen mit seiner Forschungsgruppe die Gen-Schere CRISPR/Cas optimiert und sie „scharf geschliffen“. Mehr dazu lesen Sie auf Seite 32.

Ich wünsche Ihnen viel Vergnügen bei der Lektüre.

Ihr



Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka
Präsident des KIT // President of KIT



Holger Hanselka, Foto/Photograph: Markus Breig

DEAR READER,

Climate change, dwindling fossil resources, and population growth pose major ecological challenges for our society. Living sustainably and securing our standard of living for the next generations – these are the basic ideas behind the bioeconomy, which is the focus of the 2020 Science Year. Scientists of KIT – The Research University in the Helmholtz Association work on new technologies and approaches for establishing renewable resources as an alternative to fossil raw materials and for enabling economic and social change.

The opportunities and challenges associated with the beginning of the bioeconomy are analyzed by Dr. Christine Rösch and Dr. Dirk Scheer. Read their conversation about how an economy based on renewable resources can be made sustainable on page 14.

Practical approaches to bioeconomy are presented beginning on page 18. The “reFuels – Rethinking Fuels” initiative covers research into regenerative fuels (refuels) for CO₂-neutral mobility. These refuels are produced from CO₂-containing agricultural residues and industrial and municipal waste. The project covers the entire value chain, from the utility to fuel synthesis to engine and vehicle manufacturers.

A process developed by Professor Johannes Gescher and his group promises resource-friendly and inexpensive production of biopolymers. Its basis is microbial electrosynthesis: Microorganisms use electric power to convert CO₂ from flue gas into valuable basic chemicals. With this, scientists do not only provide an alternative to petroleum-based plastics, but also reduce greenhouse gases (page 30).

Sustainable agriculture with high yields is indispensable for the bioeconomy. Crops cultivated for this purpose have to adapt to changing climate and environmental conditions. To combine specific, useful traits in crops, Professor Holger Puchta and his team have optimized and “sharpened” the CRISPR/Cas gene scissors. Read more on page 34.

Enjoy reading!
Yours,

INHALT / CONTENT

BLICKPUNKT / FOCUS

10 – 15
BIOÖKONOMIE: ÜBER DIE PERSPEKTIVEN UND HERAUSFORDERUNGEN EINER AUF ERNEUERBAREN RESSOURCEN BASIERENDEN WIRTSCHAFT

Bioeconomy: On The Prospects and Challenges of an Economy Based on Renewable Resources

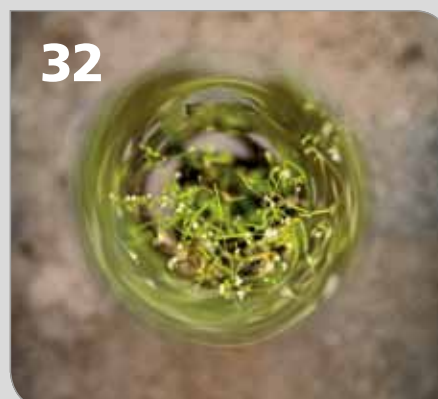
16 – 19
REGENERATIVE KRAFTSTOFFE: BAUSTEINE EINER CO₂-NEUTRALEN MOBILITÄT

Regenerative Fuels: One of the Building Blocks for CO₂-neutral Mobility

20 – 22
AUS HOLZ WIRD KUNSTSTOFF: AM INSTITUT FÜR ORGANISCHE CHEMIE ENTSTEHEN AUS NACHWACHSENDE ROHSTOFFEN BIOBASIERTE POLYMERE

Turning Wood Into Plastics: The Institute of Organic Chemistry Produces Biobased Polymers from Renewable Resources

23
AUF EINE FRAGE: REVOLUTIONIEREN INTELLIGENTE SYSTEME DEN ARBEITSALLTAG VON LANDWIRTEN?
Just a Question: Will Smart Systems Revolutionize the Work Routine of Farmers?



32



24

24 – 27
GESTRESSTER REIS GANZ ENTSPANNT: DIE SMARTE STEUERUNG EINES STRESSHORMONS VERHILFT REISPFLANZEN ZUM WACHSTUM AUF SALZIGEN BÖDEN

How to Relax Stressed Rice: Smart Control of a Stress Hormone Helps Rice Plants to Grow in Saline Soil

28 – 30
ELEKTRISIERENDE BAKTERIENFARM: IM LABOR VON JOHANNES GESCHER VERWANDELN MIKROORGANISMEN RAUCHGAS ZU BIOPLASTIK

Bacteria Producing Energy: At Johannes Gescher's Laboratory, Microorganisms Convert Flue Gas Into Bioplastics

31
AUSGRÜNDUNG: „NEOBON“ ENTWICKELT DIGITALE KASSENBNLÖSUNG
Start-up: „Neobon“ Develops Digital Receipt Solution

32 – 35
SHARP MOLECULAR SCISSORS: RESEARCHERS OPTIMIZE PLANT PROPERTIES BY RECOMBINING ENTIRE CHROMOSOMES WITH CRISPR/CAS TECHNOLOGY

Scharfe molekulare Scheren: Forscher optimieren Pflanzeigenschaften durch die Rekombination ganzer Chromosomen mit der CRISPR/Cas-Technologie



10

36 – 39

**MASSIV GEBAUT: DIE EXPERTISE
DES KIT BRINGT IM NETZWERK SOLID
UNIT NACHHALTIGE INNOVATIONEN
FÜR DEN MASSIVBAU SCHNELLER IN
DIE PRAXIS**

Solidly Built: Within the solid UNIT Network, KIT's Expertise Accelerates Transfer of Sustainable Innovations to Practice

40 – 41

NACHRICHTEN

News

GESICHTER / FACES

42 – 45

**VERLUSTE: ALMUT ARNETH SUCHT
NACH ANTWORTEN AUF ARTEN-
STERBEN, KLIMAWANDEL UND
DEN UMGANG MIT DER BEGRENZTEN
RESSOURCE LAND**

Losses: Almut Arneth is Looking for Answers to Species Extinction, Climate Change and the Challenge of Dealing with Limited Land Resource

46

**AUGENBLICKKIT: MESSEHALLEN,
EIN ZELT UND VIELE RAUCHENDE
KÖPFE**

AUGENBLICKKIT: Exhibition Halls, a Tent, and Many Spinning Heads



ORTE / PLACES

48 – 52

**AM FLUSSUFER: DAS AUEN-INSTITUT
ERFORSCHT EIN BEDROHTES ÖKO-
SYSTEM MIT GROSSER BEDEUTUNG
FÜR MENSCH UND UMWELT**

On the River Banks: KIT's Department of Wetland Ecology Researches a Threatened Ecosystem of Great Importance to Humans and the Environment

53

INTERNATIONAL NEWS

Internationale Nachrichten

HORIZONTE / HORIZONS

54 – 58

**DIE VERMESSUNG DER BÄUME:
DAS PROJEKT GRÜNELUNGE**

Measuring the Trees:
The GrüneLunge Project

59

**UND SONST: GRÜNLANDBÖDEN
UNTER DER GLOCKE**

What else: Grassland under the Bell



Beiträge aus diesem Heft sowie Videos und Podcasts zum Thema Bioökonomie finden Sie online unter diesem Link: <https://www.kit.edu/kit/biooekonomie.php>

Blick aus der Nähe

Mit dieser Begegnung hatte die Biologin Lizzie Daly nicht gerechnet. Bei einem Tauchgang vor der Küste Cornwalls im Süden Englands schwamm plötzlich ein etwa anderthalb Meter langes Exemplar einer Lungenqualle an ihr vorbei. Mit einem Schirmdurchmesser von bis zu 90 Zentimetern handelt es sich um eine der größten Quallenarten im Mittelmeerraum. Trotz ihrer Größe sind die Tiere für den Menschen ungefährlich. Das Foto und das Video des unvergesslichen Moments von Daly gingen innerhalb kürzester Zeit viral. Mit den Bildern machte die Biologin auf ihre Spendenkampagne „Wild Ocean Week“ zum Schutz der Meere aufmerksam.

View at Close Range

This was an encounter completely unexpected by biologist Lizzie Daly. During a dive off the coast of Cornwall in South England, a barrel jellyfish of about one and a half meters in length suddenly swam by. With an umbrella diameter of up to 90 cm, it is one of the biggest types of jellyfish in the Mediterranean. In spite of their size, the animals are harmless to humans. The photo and video of Daly's unforgettable moment went viral within a short time. With her photos, the biologist drew the public's attention to her "Wild Ocean Week" fundraising campaign for the protection of the seas.



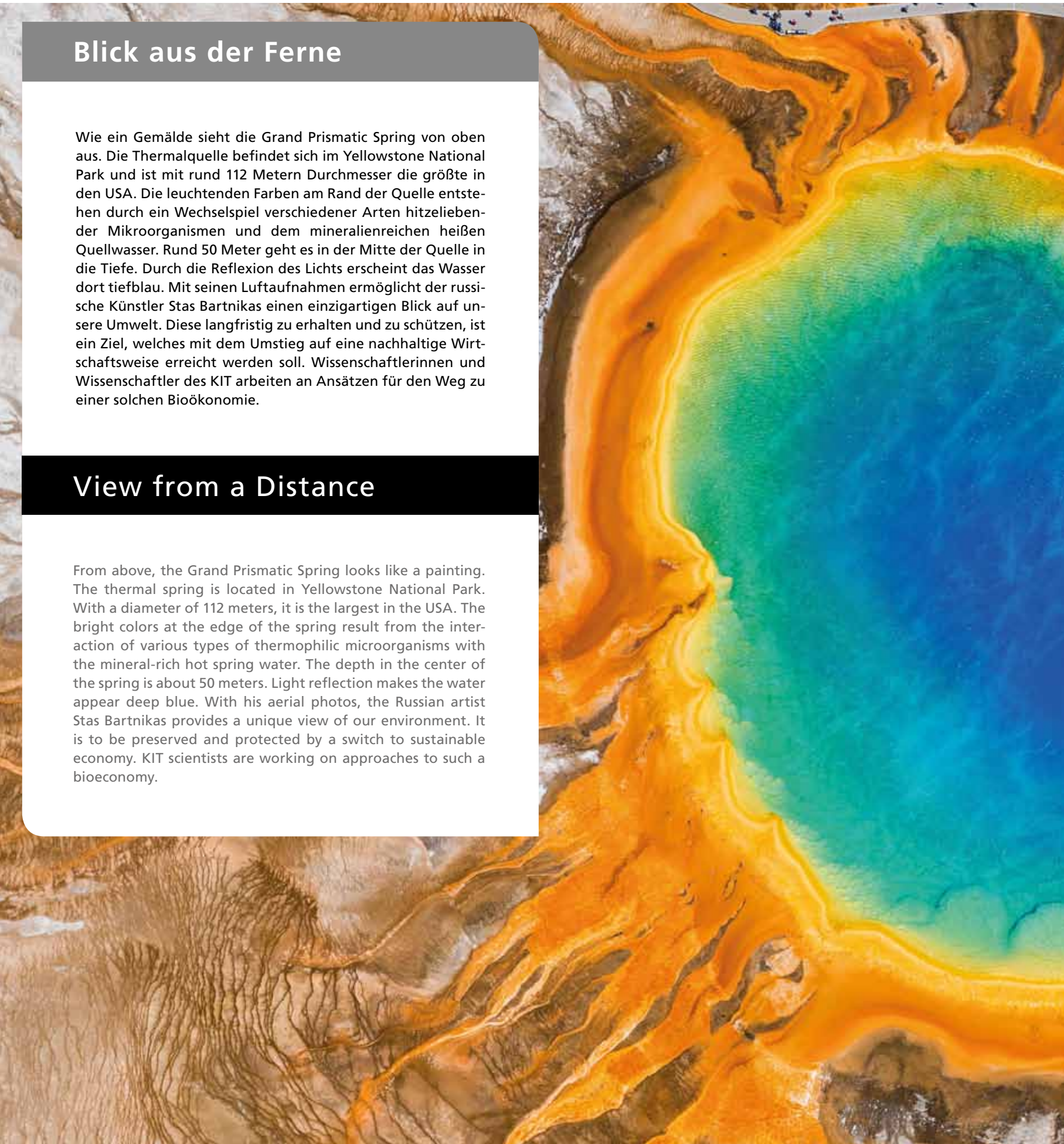


Blick aus der Ferne

Wie ein Gemälde sieht die Grand Prismatic Spring von oben aus. Die Thermalquelle befindet sich im Yellowstone National Park und ist mit rund 112 Metern Durchmesser die größte in den USA. Die leuchtenden Farben am Rand der Quelle entstehen durch ein Wechselspiel verschiedener Arten hitzeliiebender Mikroorganismen und dem mineralienreichen heißen Quellwasser. Rund 50 Meter geht es in der Mitte der Quelle in die Tiefe. Durch die Reflexion des Lichts erscheint das Wasser dort tiefblau. Mit seinen Luftaufnahmen ermöglicht der russische Künstler Stas Bartnikas einen einzigartigen Blick auf unsere Umwelt. Diese langfristig zu erhalten und zu schützen, ist ein Ziel, welches mit dem Umstieg auf eine nachhaltige Wirtschaftsweise erreicht werden soll. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des KIT arbeiten an Ansätzen für den Weg zu einer solchen Bioökonomie.

View from a Distance

From above, the Grand Prismatic Spring looks like a painting. The thermal spring is located in Yellowstone National Park. With a diameter of 112 meters, it is the largest in the USA. The bright colors at the edge of the spring result from the interaction of various types of thermophilic microorganisms with the mineral-rich hot spring water. The depth in the center of the spring is about 50 meters. Light reflection makes the water appear deep blue. With his aerial photos, the Russian artist Stas Bartnikas provides a unique view of our environment. It is to be preserved and protected by a switch to sustainable economy. KIT scientists are working on approaches to such a bioeconomy.







ÜBER DIE PERSPEKTIVEN
UND HERAUSFORDERUNGEN
EINER AUF ERNEUERBAREN
RESSOURCEN BASIERENDEN
WIRTSCHAFT

VON STEFAN FUCHS

Die Nahrungsmittelproduktion zählt zu den wichtigsten Themen der Bioökonomie. Es gibt viele innovative Ansätze, wie Nahrungsmittel nachhaltiger, mit geringerem Flächenverbrauch, weniger Dünger- und Pestizideinsatz produziert werden können

Food production is one of the most important issues in bio-economy. There are many innovative approaches to how food can be produced more sustainably, using less land, fertilizers, and pesticides

Wie nachhaltig ist die Bioökonomie?

Die Bioökonomie ist zentraler Bestandteil des gegenwärtigen politischen Diskurses zum europäischen „Green Deal“. Als nachhaltiges Schlüsselkonzept mit einer großen Bandbreite unterschiedlichster Anwendungen soll die Bioökonomie einen wesentlichen Beitrag zur Entkoppelung von Ressourcenverbrauch und Wirtschaftswachstum leisten. Ziel ist es, klimaschonende Alternativen für die auf fossilen Energieträgern basierende Ökonomie zu finden und zu fördern. Der Weg soll von einem linearen Wirtschaftssystem mit hohem Abfallaufkommen hin zu einer Kreislaufwirtschaft führen, die ohne die Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen auskommt.

Seit Langem beschäftigen sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Institut für Technikfolgenabschätzung

und Systemanalyse (ITAS) des KIT intensiv mit der Frage nach der Nachhaltigkeit bioökonomischer Technologien. Dr. Christine Rösch leitet die Forschungsgruppe „Nachhaltige Bioökonomie“. Sie ist Expertin für Landnutzungskonflikte und Algen. Dr. Dirk Scheer arbeitet in der Forschungsgruppe „Soziotechnische Energiezukünfte“ am ITAS. Er ist Mitherausgeber des Sammelbandes „Bioökonomie nachhaltig gestalten – Perspektiven für ein zukunftsfähiges Wirtschaften“ in der ITAS-Reihe „Technikzukünfte, Wissenschaft und Gesellschaft“.

lookKIT: Bis 2018 haben weltweit bereits 49 Staaten Bioökonomie-Strategien verabschiedet. Die Erwartungen der Politik sind enorm. Von der Entwicklung des strukturschwachen ländlichen Raums über das Entstehen neuer zukunftsfähiger Arbeitsplätze in der Industrie bis hin zum Klimaschutz wird sehr viel von der Bioökonomie erwartet. Sind die Hoffnungen gerechtfertigt?

Christine Rösch: Wir müssen nicht nur unser Energiesystem, sondern die ganze Art und

Weise unseres Wirtschaftens umstellen, wenn wir die gesteckten Nachhaltigkeitsziele erreichen wollen.

Die Bioökonomie bietet dafür eine Basis. Die Forschung hat die Potenziale sichtbar gemacht, aber wir müssen dieses Wissen weiterentwickeln, denn auch Biomasse und Anbauflächen sind limitierte Ressourcen, die möglichst effizient und nachhaltig genutzt werden müssen. Dabei hat es die Bioökonomie nicht einfach. Zwar ist sie politisch gewollt, alle tragen sie wie eine Monstranz vor sich her, aber die Erwartungen sind ebenso vielfältig wie widersprüchlich. Da sollen im Rahmen des Klimaschutzes die fossilen Brennstoffe ersetzt werden – unklar bleibt dabei, woher die dafür notwendigen Mengen an Biomasse kommen können. Neue, zukunftsfähige Arbeitsplätze sollen entstehen und der Wirtschaftsstandort langfristig gesichert werden. Den Landwirten wird zusätzlicher Verdienst versprochen, aber sie sollen nicht mehr maximale Erträge aus den Flächen herausholen, sondern nachhaltig wirtschaften, weniger Stickstoff, Phosphat und Pflanzenschutzmittel einsetzen, die Biodiversität (Pflanzenarten, Insekten, Vögel) erhalten und zugleich Biomasse für zusätzliche Bedürfnisse über die Ernährung hinaus produzieren – für das Bedürfnis nach Mobilität, für das Bedürfnis nach nachhaltigen Baustoffen wie Holz, nach vielen biogenen Produkten vom Shampoo bis zu Reinigungsmitteln. Die Verbraucher aber sollen dafür nicht mehr bezahlen müssen. Man muss aufpassen, dass man die Bioökonomie nicht überfordert. Eine ge-



Dr. Christine Rösch, Leiterin der Forschungsgruppe „Nachhaltige Bioökonomie“, und Dr. Dirk Scheer, wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Forschungsgruppe „Soziotechnische Energiezukünfte“ am ITAS

Dr. Christine Rösch, head of the research group „Sustainable Bioeconomy,“ and Dr. Dirk Scheer, research assistant in the research group „Socio-technical Energy Futures“ at ITAS



wisse Entlastung deutet sich allerdings bereits an. Es gibt einen Sinneswandel in Bezug auf die Energieerzeugung aus Biomasse. Wir beginnen zu verstehen, dass diese in Kombination mit anderen erneuerbaren Energien wie Geothermie, Wind- und Solarenergie so genutzt werden muss, dass ihre Vorteile bestmöglich zum Tragen kommen. Beispielsweise sollten Biokraftstoffe zukünftig nur dort eingesetzt werden, wo die Elektromobilität an ihre Grenzen kommt.

Dirk Scheer: Die hohen Erwartungen der Politik sind wichtig. Nur so kommen Mehrheiten für den Wandel zustande. Die Erfahrung zeigt uns allerdings, dass diese Erwartungen in der Regel nicht alle erfüllt werden. Bioökonomie ist von der Grundidee das große Zukunftsversprechen, Ökonomie und Ökologie zu verheiraten. Dennoch glaube ich nicht, dass die Bioökonomie die zentralen Herausforderungen der Gegenwart von der Welternährung bis zum Klimaschutz bewältigen kann. Mit der Erkenntnis, dass wir in bestimmten Wertschöpfungsketten, bei bestimmten Materialien, Produkten, Dienstleistungen und Prozessen eine Alternative haben, erlaubt sie aber einen wichtigen Perspektivwechsel. Ein Anwendungsbeispiel wäre Bioplastik in Fahrzeugen. Wenn es im Automobilbau gelingt, auf biobasierte Materialien zurückzugreifen, dann ist das zwar nicht die große Hochzeit zwischen Ökologie und Ökonomie, aber ein kleiner Schritt, um in Richtung Klimaschutz und Nachhaltigkeit voranzukommen. Dieser Perspektivwechsel in Richtung Kreislaufwirtschaft, in Richtung biogene Ressourcen für eine große Breite von Anwendungen, ist wichtig. Das geht über die klassische Verwendung von Biomasse wie beispielsweise im Holzbau hinaus. Das Neue am Bioökonomiebegriff ist, dass wir mit dem Blick der Chemikerin und des Chemikers auf die Biomasse schauen. Welche chemischen Grundstoffe können wir über innovative Konversions- und Umwandlungsverfahren gewinnen? Da reden wir über Stärke, Zucker und Proteine, über Strukturpolymere, Tenside und Bioschmierstoffe. Da-

durch ergibt sich ein ganz neuer Anwendungshorizont.

Eröffnet die Bioökonomie auch im Bereich der Nahrungsmittelproduktion innovative Möglichkeiten?

Christine Rösch: Die Nahrungsmittelproduktion ist das Filetstück der Bioökonomie. 80 Prozent der Fläche werden für Lebensmittel genutzt, 90 Prozent der Wertschöpfung werden über Lebensmittel generiert. Auch hier gibt es viele Innovationen, sowohl was die Rohstoffbasis anbelangt als auch in Bezug auf Technologien, wie Nahrungsmittel nachhaltiger, mit geringerem Flächenverbrauch, weniger Dünger- und Pestizideinsatz hergestellt werden können. Ein Beispiel wären Mikroalgen, die keine Ackerfläche für die Photosynthese brauchen, welche die Biodiversität nicht beeinträchtigen und in geschlossenen Systemen kultiviert werden können. Urban Farming und Vertical Farming sind weitere Beispiele für innovative Ansätze. Da steckt noch vieles in den Kinderschuhen. Die Regionalisierung der Vermarktung von Nahrungsmitteln über digitale Plattformen ist dagegen in Ansätzen schon Wirklichkeit. Aber auch in diesem Bereich gibt es noch sehr viel weitergehende Möglichkeiten. Unsere Aufgabe ist es, interessante Technologiepfade zu identifizieren, die Schwachstellen aufzuzeigen und der Politik Fingerzeige zu geben, welche Rahmenbedingungen die Marktfähigkeit neuer Produkte und Dienstleistungen befördern können.

Das Präfix „Bio“ erweckt den Eindruck, Bioökonomie sei per se nachhaltig. Die Lektüre Ihres Sammelbandes zeigt eindrucksvoll, dass das nicht zutrifft – dass sogar die Definition von Nachhaltigkeit ein laufender, nicht abschließbarer Lernprozess ist. Ist es da für die Technikfolgenforschung nicht sehr schwer, eine zuverlässige Bewertung vorzunehmen?

Dirk Scheer: Bei der Nachhaltigkeitsbewertung haben wir das Problem, dass wir ganz unterschiedliche Dinge abwägen müssen. Zunächst sind da Zielkonflikte. Sind mir ökonomische Ziele wichtiger als Ziele des Umweltschutzes oder der sozialen Nachhaltigkeit? Das ist nicht wissenschaftlich entscheidbar, sondern Ergebnis eines gesellschaftlichen Aushandlungsprozesses. Der andere Bereich ist wissenschaftlicher Natur. Wir müssen abschätzen, wie sich spezifische Wertschöpfungsketten, bioökonomische Produkte, bioökonomische Dienstleistungen und Konversionsprozesse auf Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft auswirken. So können wir für den gesellschaftlichen Aushandlungsprozess Fakten zusammentragen und den politischen

Entscheidungsträgern, den Vertretern der Interessengruppen und der Zivilgesellschaft zur Verfügung stellen. Beides ist angesichts der Dynamik der technologischen Entwicklungen und der stetigen Weiterentwicklung des Konzeptes von Nachhaltigkeit nicht einfach.

Das Beispiel der Verwendung von Palmöl für Biotreibstoff zeigt, dass zu kurzsichtige Interpretationen von Nachhaltigkeit zu Katastrophen führen können. Die Folgen waren massive Rodungen des Regenwaldes im Tropengürtel der Erde für ausgedehnte Monokulturen von Ölpalmen. Wie kann man solche Fehler in Zukunft vermeiden?

Dirk Scheer: Auch hier können wir von der Bioökonomie lernen. Heute bietet die Kaskaden-Leitidee eine wichtige Orientierung. Die Nutzung der Biomasse für die Ernährung hat oberste Priorität. Wenn das Nahrungspotenzial ausgeschöpft ist, beginnt die stoffliche Nutzung für biogene Produkte. Was am Ende übrig bleibt, kann einer energetischen Verwertung zugeführt werden. Damit steht der Biosprit ganz am Ende der Kaskadennutzung. Dadurch wurde der Fokus auf Alt- und Reststoffe gelegt. Aus Altölen, aus Resthölzern und aus Stroh können wir Benzin und Diesel machen ohne Flächenkonkurrenz mit der Lebensmittelproduktion. Dies sind wichtige Erkenntnisse des Kreislaufgedankens und ein wertvoller Bestandteil des modernen Bioökonomiebegriffes.

Aber auch die Reststoffe Stroh und Häcksel sind keine frei verfügbaren Ressourcen. Heute weiß man, dass sie einen wichtigen Beitrag zum Erhalt der Fruchtbarkeit der Böden liefern.

Grüne Gentechnik erfährt nach wie vor große Ablehnung. Um Pflanzen zu züchten, die sich an den Klimawandel anpassen können, wird jedoch Gentechnik benötigt

Green genetic engineering continues to meet with great rejection. However, genetic engineering is needed to breed plants that can adapt to climate change



Christine Rösch: Das ist ein Beispiel für diesen Lernprozess, dem die Nachhaltigkeit unterliegt. Wir lernen immer dazu. In Deutschland dienen 20 Prozent der Fläche nicht der Ernährung. Ackerflächen, die vor 20 Jahren aufgrund landwirtschaftlicher Überproduktion stillgelegt wurden. Damals sind durch Ertragssteigerungen Butterberge und Milchseen entstanden. Da ist die Politik zusammen mit den Bauernverbänden auf die Idee gekommen, diese Stilllegungsflächen zu nutzen, um darauf nachwachsende Rohstoffe wie Raps anzubauen. Damals in der Ölkrise ging es nicht vorrangig um Klimaschutz, sondern um Substitution einer knapper werdenden Ressource. Ich habe zu dieser Zeit hier mit der Forschung angefangen und untersucht, wie viel Erdöl man auf welchen Flächen mit Rapsöl substituieren könnte. Damals hielt man das für nachhaltig. Dann hat man festgestellt, man braucht Pflanzenschutzmittel und Stickstoff als Dünger, es entweichen Treibhausgase. Jetzt ist die Kaskadennutzung Konsens und es sollen nur Rest-

stoffe der Nahrungsproduktion oder Nicht-Nahrungspflanzen genutzt werden. Langsam erkennen wir, dass man auch nicht alle Reststoffe verwenden kann, da sie für die Bodenfruchtbarkeit wichtig sind. Die Erkenntnis macht sich breit, dass man das gegenwärtige Niveau des Konsums möglicherweise nicht beibehalten kann. Ein hoher Energiebedarf für Mobilität und Wohnen sowie Konsum an Fleisch und tierischen Produkten – das funktioniert nicht bei gleichzeitig schrumpfendem Anteil an Ackerfläche. Die Bioökonomie funktioniert nur, wenn wir uns ändern. Wenn wir unsere Konsummuster anpassen und vor allem den Wohlstandskonsum reduzieren. Für viele wäre es der bequemste Weg zu sagen, jetzt machen wir eben alles aus Bio, und die Welt ist gut, weil sie sich dann nicht ändern müssen.

Das heißt, Suffizienz, also Beschränkung des Konsums als dritte Dimension der Nachhaltigkeit neben Effizienz und Konsistenz, muss auch für die bioökonomi-

Andeutung eines Sinneswandels: Nur noch Rest- und Abfallstoffe und Algen, die keine Ackerfläche brauchen, sollen neben Wind- und Solarenergie sowie Geothermie zur Energieerzeugung verwendet werden.

Indications of a change of mind: Only algae that do not need any farmland as well as residual waste and waste materials should be used for power generation in addition to wind, solar and geothermal energy.



How Sustainable Is Bioeconomy?

On the Prospects and Challenges of an Economy Based on Renewable Resources

TRANSLATION: HEIDI KNIERIM

Worldwide, political strategies are being developed to promote the bioeconomy. Alternatives to traditional technologies for bioenergy production, the biogenic production of basic chemical materials and, not least, the use of genetic engineering to adapt crops are core elements of the Green Deal, which aims to meet the challenges of climate change and a growing world population. At the same time, politicians expect the emergence of new services and products offering additional sustainable jobs.

From the perspective of technology assessment, a sustainable bioeconomy is by no means a matter of course. After the use of palm oil as an energy source led to extensive clearing of the rainforest, there has also been fierce criticism of the use of biomass beyond food production.

Researchers at the Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS) deal with these questions between the extremes of high expectations and general concern and reservations. Dr. Christine Rösch heads the research group "Sustainable Bioeconomy." She is a proven expert on land use conflicts and algae. Dr. Dirk Scheer works in the ITAS research group "Socio-technical energy futures."

The consensus is that sustainability cannot be certified per se for biotechnology. Sustainability is not an ultimately definable term, but requires a constantly updated learning process.

This has led to the so-called cascade concept, which makes food production an absolute priority. Only when the potential as food has been fully exploited biomass can be used to produce biogenic products. The use of biomass as an energy source is at the very end of the cascade.

Dr. Scheer is convinced that it is too much to demand from bioeconomy that it should provide a solution to the climate crisis. Its value rather lies in a change of perspective. Biogenically derived chemical base materials, structural polymers, surfactants, lubricants could contribute to a smaller extent to the substitution of non-renewable carbon sources.

Dr. Rösch also sees the danger of moral hazard in bioeconomy as a panacea, in that prosperity and affluence will continue to grow unchecked. According to her, bioeconomy, in order to meet the expectations placed in it, also requires a change in consumer buying habits.

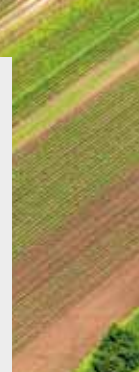
The technology impact researchers note that there is still great resistance in society to green genetic engineering. A clear majority of people are against it. This has also to do with mistakes made in the past. For example, the benefits of the transgenic anti-mud tomato are not understood by many people. A change of mind is likely to take place when it comes to adapting crops to the burdens of the climate change. From a scientific point of view, CRISPR/Cas genetic engineering is regarded as indispensable for the fast breeding of climate-resistant plants. In this context, the social debate is being conducted differently today. ■

Contact: christine.roesch@kit.edu and dirk.scheer@kit.edu

For a video (in German) of the interview with Dr. Christiane Rösch und Dr. Dirk Scheer, click: https://youtu.be/3-W-5ks_yhw

Keine Flächenkonkurrenz mit der Nahrungsmittelproduktion durch Kaskadennutzung: Biomasse wird primär für die Ernährung genutzt. Danach folgt die Verwendung für biogene Produkte und Biosprit

The cascade concept prevents competition for land with food production: Biomass is primarily used for food production, followed by the production of biogenic products and biofuel



sche Transformation des Wirtschaftssystems gelten?

Dirk Scheer: Suffizienz ist ein umstrittener Begriff. Wenn Sie nach Brüssel gehen, werden Sie damit vom Hof gejagt. Wenn Sie in die politischen Schaltzentralen nach Berlin gehen, werden Sie auch nicht überall mit offenen Armen empfangen. In der Zivilgesellschaft, im NGO-Bereich und in der Nachhaltigkeitsforschung dagegen ist es ein gern gesehener Begriff. Ich bin da eher skeptisch. Ich glaube nicht, dass wir mit einer großen Suffizienz-Revolution auf dem Weg der Nachhaltigkeit weiterkommen. Dafür sehe ich das Wohlstandsparadigma immer noch zu fest verankert. Und in den Entwicklungs- und Schwellenländern ist unsere Konsumgesellschaft immer noch das große Vorbild.

Eine Katastrophe für die gesellschaftliche Akzeptanz von Bioökonomie war der Versuch der Einführung genveränderter Nahrungsmittel.

Dirk Scheer: Jüngste Umfragen zeigen, dass 57 Prozent der Menschen die grüne Gentechnik nach wie vor ablehnen und nur rund ein Fünftel in gentechnischen Züchtungsverfahren einen Nutzen sieht. Interessant ist, dass das in Bezug auf die weiße und rote Gentechnik anders aussieht. Biotechnologische Prozesse zur Herstellung von Grundstoffen und Medikamenten werden eher akzeptiert. Die wissenschaftliche Beurteilung dagegen ist eindeutig. Zur Züchtung von Pflanzen, die sich an den Klimawandel anpassen können, brauchen wir die Gentechnik.

Christine Rösch: Die CRISPR/Cas-Methode ermöglicht die Züchtung von dürreresistenten Pflanzen auf eine sehr effektive Weise. Sie unterscheidet sich nur in der Zielgenauigkeit und in der Geschwindigkeit von den traditionellen Züchtungsverfahren. Dabei wird nicht ein fremdes Stück DNA eingebaut, sondern bei-

spielsweise Gene aus den ursprünglichen Wildformen der Nutzpflanzen. So können Pflanzen entstehen, die auch gegen die durch den Klimawandel neu auftretenden Krankheiten und Parasiten widerstandsfähiger sind. Nach der von der EU verabschiedeten „Farm to Fork“-Strategie sollen deutlich weniger Pestizide ausgebracht werden. Vor diesem Hintergrund könnte es sein, dass die Gesellschaft – ähnlich wie bei der roten Gentechnik – das zu akzeptieren bereit ist, um die Ernährung zu sichern. Die Gentechnik wurde auch abgelehnt, weil die Leute den Sinn nicht verstanden haben. Wozu brauchen wir die transgene Anti-Matsch-Tomate und müssen dafür riskieren, dass das ganze Ökosystem kippt, wenn ein verändertes Gen entweicht? Selbst bei den Grünen gibt es gegenwärtig eine heiße Debatte, ob man die CRISPR/Cas-Methode akzeptieren soll.

Lassen Sie mich aus Ihrem Sammelband zitieren: „In der nachhaltigen Ausgestaltung der Bioökonomie müssen Technikentwicklung und soziale Innovation in einem Lernprozess verbunden werden. Das Bild einer nachhaltigeren Wirtschaft unter Einschluss der Bioökonomie bildet sich dabei allmählich, Schritt für Schritt, heraus“. Von welcher Seite kann dieser Lernprozess vorangetrieben werden?

Dirk Scheer: Zentrale Akteure sind hier die Bürgerinnen und Bürger, die Politik und die Wirtschaft. Die Wirtschaft muss nachhaltige biologische Produkte auf den Markt bringen, die überzeugen und einen echten Mehrnutzen für Ökologie, Klimaschutz oder soziale Nachhaltigkeit beinhalten. Ganz anders als die transgene Anti-Matsch-Tomate, die nur die Lageristinnen und Lageristen vor wirtschaftlichem Schaden bewahren wollte. Die Bürgerinnen und Bürger werden als Verbrauchende diesen Mehrwert erkennen und solche Produkte bevorzugen. Die zentrale Aufgabe der Politik wird es sein, die rechtlichen Rahmenbedingungen dafür zu schaffen, dass diese Produkte eine Wettbewerbschance haben.

Christine Rösch: In Deutschland ist die Bioökonomie immer noch sehr technikgetrieben. Wir suchen nach neuen Technologien und nach neuen Ressourcen. Wie soziale Innovationen die Bioökonomie nachhaltiger machen könnten, wird noch nicht ausreichend untersucht. Dabei ist das Ziel, Wirtschaft und Gesellschaft zusammenzubringen. Als Wissen-

schaftlerinnen und Wissenschaftler können wir dabei vermitteln. Es muss geklärt werden: Was wollen wir, was will die Gesellschaft, welche Zielkonflikte gibt es? Aber Technik kann nicht alle Zielkonflikte lösen. Man muss sich nicht unbedingt auf den Suffizienzpfad begeben und Verzicht üben. Vielleicht liegt der richtige Weg irgendwo dazwischen. Für uns als Nachhaltigkeitsforschende sind hier die Spielräume sehr eng. Forschung in Richtung Partizipation und möglicher sozialer Innovationen wird nur sehr zögerlich gefördert. Dies ist nachvollziehbar, denn je mehr Menschen beteiligt werden, desto vielfältiger sind die Erwartungen und Visionen und desto schwieriger wird es, sich auf einen Pfad zurück zu Mutter Natur zu verständigen. ■

Kontakt: christine.roesch@kit.edu
und dirk.scheer@kit.edu

Literatur:

Wilfried Konrad, Dirk Scheer, Annette Weidtmann (Hrsg.), 2020: Bioökonomie nachhaltig gestalten – Perspektiven für ein zukunftsfähiges Wirtschaften, Springer Verlag.

Ein Video zum Interview mit Dr. Christiane Rösch und Dr. Dirk Scheer finden Sie unter https://youtu.be/3-W-5ks_yhw

Damit die Bioökonomie funktionieren kann, müssen die heutigen Konsummuster geändert und vor allem der massenhafte Konsum reduziert werden

For bioeconomy to work, current consumption habits must be changed and, above all, mass consumption must be reduced



Regenerative



Nachhaltige Kraftstoffe: reFuels lassen sich aus landwirtschaftlichen und industriellen Reststoffen sowie durch direkte Umwandlung von CO₂ und nachhaltig erzeugtem Wasserstoff herstellen

Sustainable fuels: reFuels can be produced from agricultural and industrial residues and by direct conversion of CO₂ and sustainably produced hydrogen

Nachhaltige Antriebsstoffe für die Mobilität erforscht die Initiative „reFuels – Kraftstoffe neu denken“. Ziel ist das effiziente Herstellen regenerativer Kraftstoffe (reFuels). Diese haben dieselbe Energiedichte wie fossile Treibstoffe und sind deshalb neben anderen Maßnahmen, wie dem Ausbau der Elektromobilität, ein vielversprechender Weg hin zu einer CO₂-neutralen Mobilität. Denn auch in den nächsten Jahren werden Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor den Großteil der Mobilität ausmachen und auch langfristig im Langstreckenverkehr benötigt. reFuels lassen sich aus Reststoffen der

Landwirtschaft, Industrie- und Siedlungsabfällen wie auch durch die direkte Umwandlung von CO₂ und nachhaltig erzeugtem Wasserstoff herstellen. lookKIT hat mit einem der Projektverantwortlichen am KIT, Professor Jörg Sauer, gesprochen sowie mit Professor Nicolaus Dahmen, der die Kraftstoffherstellung im Projekt koordiniert. Sie erklären, warum das Projekt so wichtig ist und welchen Beitrag reFuels zur Bioökonomie leistet.

lookKIT: Was sind reFuels überhaupt?
 Professor Jörg Sauer: Unter regenerativen Kraftstoffen fassen wir die strom- und biomass-

Kraftstoffe für das **Klima**

BAUSTEIN EINER CO₂-NEUTRALEN MOBILITÄT

VON SANDRA WIEBE



FOTO: AMADEUS BRAMSIEPE



FOTO: FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE



FOTO: ANDREAS DROLLINGER

sebasierten Kraftstoffe zusammen. Sie können aus CO₂ gewonnen werden, das durch Biomasse in Pflanzen gebunden wurde, aber auch aus Industrieabgasen und letztendlich auch aus der Luft. Wichtig ist hier die Nachhaltigkeit, die man durch eine CO₂-Minderungsquote ausdrücken kann und die ein Maß für die Einsparung fossiler CO₂-Emissionen ist. Diese liegt bei dem heute verwendeten Biodiesel und Bioethanol zwischen 70 und 80 Prozent und wird bei den reFuels auf bis zu 90 Prozent steigen.

reFuels haben verschiedene Vorteile: Sie emittieren weniger Schadstoffe und die Verbrennung ist generell deutlich sauberer

als die fossiler Kraftstoffe. Welche Aspekte sprechen darüber hinaus für reFuels?

Jörg Sauer: In den Statistiken des Wirtschaftsministeriums zum Fortschritt der Energiewende sehen wir, dass der Stromsektor immer weiter wächst. Der Anteil erneuerbarer Energien liegt dort momentan bei etwas mehr als 40 Prozent – während wir im Verkehrssektor bei etwa sieben Prozent stagnieren, seit die ersten Biokraftstoffe eingeführt wurden. Um die Energiewende im Verkehr möglichst zu machen und weiter voranzutreiben, müssen wir das Potenzial reststoff- und strombasierter Kraftstoffe zusammendenken und nutzen.

Professor Nicolaus Dahmen, Koordinator der Kraftstoffherstellung, und Professor Jörg Sauer, Leiter des Instituts für Katalysatorforschung und -technologie. (IKFT)

Professor Nicolaus Dahmen, Coordinator of Fuel Production, and Professor Jörg Sauer from the Institute of Catalysis Research and Technology (IKFT)

Regenerative Fuels for the Climate

One of the Building Blocks for CO₂-neutral Mobility

TRANSLATION: HEIDI KNIERIM

Sustainable fuels for mobility are being studied by the initiative "reFuels – Rethinking Fuels." The aim is the efficient production of regenerative fuels (reFuels). These have the same energy density as fossil fuels and are therefore a promising path towards CO₂-neutral mobility, along with other measures such as the expansion of electromobility. Research into sustainable fuels is done because vehicles with combustion engines will continue to account for the majority of mobility in the coming years and will also be needed in the long term for long-distance travel.

"Renewable fuels is the term we use to describe fuels based on electricity and biomass. They can be obtained from CO₂ bound by biomass in plants, but also from industrial waste gases and ultimately from the air," says Professor Jörg Sauer, Project Manager of "reFuels – Rethinking Fuels."

reFuels have several advantages: They emit fewer pollutants, and their combustion is generally much cleaner than that of fossil fuels. According to Sauer, the potential of fuels based on residual materials and electricity must be considered. Their will enable and advance the energy transition in the transport sector.

Regenerative fuels also play an important role in bio-economy: "Our general goal should be to close the carbon cycle influenced by human activities," says Professor Nicolaus Dahmen, who coordinates fuel production for the project. "We link our processes into the natural cycle: We use the CO₂ absorbed and bound by the biomass and, when using regenerative fuels, we do not produce more CO₂ than was already there. In this way, we can prevent additional CO₂ emissions." ■

Contact: j.sauer@kit.edu and nicolaus.dahmen@kit.edu

Read more: www.refuels.de

Was unterscheidet das Projekt „reFuels – Kraftstoffe neu denken“ von anderen Projekten?

Jörg Sauer: Der Fokus des Projekts liegt darauf, die praktische Umsetzung zu demonstrieren. Wir stellen echte Kraftstoffe her, fahren diese mit echten Fahrzeugen, überprüfen echte Kraftstoffqualitäten. Dann beschäftigen wir uns auch mit Technologien, die wir in einer echten Industrieumgebung, beispielsweise in einer Raffinerie, umsetzen können. Außerdem schätzen wir für verschiedene Prozesskonfigurationen, wie hoch die Investitions- und Herstellungskosten für das Produkt sowie die Verfügbarkeiten von CO₂, Biomasse und Strom aus erneuerbaren Quellen sind. Gemeinsam mit zahlreichen Partnern aus der Industrie und der Politik betrachten wir vom Strohalm bis zum abgemischten Benzin nach Benzinnorm die ganze Wertschöpfungskette und können dann an einzelnen Modellbeispielen zeigen, welche wirtschaftlichen Bedingungen notwendig sind. Das ist bisher einzigartig.

Die Kraftstoffe wurden bereits mit Fahrzeugen bzw. in den Motorprüfständen getestet. Haben sich Veränderungen gegenüber fossilen Kraftstoffen gezeigt?

Jörg Sauer: Die ersten Versuche im Labor sind bei reFuels-Diesel sehr positiv. Sie verhalten sich wie fossile Kraftstoffe. Bei reFuels-Benzin kommt es tendenziell zu einer höheren Rußbildung. Wir wissen aber, woran es liegt, und arbeiten daran, das in den Griff zu bekommen.

Müsste mein Fahrzeug dann angepasst werden, wenn ich den Kraftstoff tanken will?

Jörg Sauer: Wir passen den Kraftstoff so an, dass er die gängigen Normen erfüllt. In unserem Projekt wollen wir keine neuen Komponenten in den Tank bringen.

Was sind die nächsten Schritte?

Jörg Sauer: Wir haben bereits in unserer bioliq®-Anlage Benzin aus Stroh hergestellt,



Das Projekt reFuels umfasst neben der Herstellung regenerativer Kraftstoffe auch die Einsatzprüfung in der bestehenden Fahrzeugflotte

In addition to the production of regenerative fuels, the reFuels project also covers tests of their use in the existing vehicle fleet

Welche Rolle spielt dabei die Elektromobilität?

Jörg Sauer: Die Lösungen sind nicht ‚entweder ... oder‘, sondern ‚und‘. Im Großen und Ganzen sind sich alle einig: Wenn wir die Energiewende auch im Verkehr bis 2050 schaffen wollen, brauchen wir sowohl die Elektromobilität als auch regenerative Kraftstoffe. Wir müssen die Kraftstoffe natürlich da einsetzen, wo ihre Vorteile liegen. Beispielsweise benötigen wir aus heutiger Sicht für Flugzeuge sowie bei Anwendungen, bei denen wir auf eine hohe Energiedichte angewiesen sind, wie bei Schiffen, Bussen und im Langstreckentransport, auf jeden Fall flüssige Kraftstoffe. Gerade auch bei Schwerlasttransporten ist das Gewicht, das man transportieren muss, einfach zu groß, um ganz auf Kraftstoffe verzichten zu können.



FOTO: MARKUS BREIG

v.l.n.r. Vizepräsident des
KIT Professor Thomas
Hirth, Verkehrsminister
Winfried Hermann
und Ralf Schairer,
Geschäftsführer MiRo

From left to right:
Vice-President
of KIT Professor
Thomas Hirth, Minister
of Transport Winfried
Hermann, and Ralf
Schairer, Managing
Director MiRo

die Anlage für Diesel im Energy Lab 2.0 geht gerade in Betrieb. Es gibt auch schon Arbeitspapiere, in denen wir die ersten Ergebnisse über die Wirtschaftlichkeit und Akzeptanzanalysen verschiedener Zielgruppen zusammenfassen. Diese wollen wir im Laufe des Jahres präsentieren. Außerdem prüfen wir gerade die Machbarkeit und Umsetzung einer Demonstrationsanlage im größeren Produktionsmaßstab. Bisher können wir mit unserer Versuchsanlage am KIT nur begrenzte Mengen Kraftstoff produzieren.

Professor Dahmen, beim Thema Bioökonomie geht es darum, von einer erdölbasierten Wirtschaft hin zu einer Marktwirtschaft zu kommen, in der fossile Ressourcen durch nachwachsende Rohstoffe ersetzt werden. Welchen Stellenwert haben dabei Kraftstoffe?

Professor Nicolaus Dahmen: In der Bioökonomie bildet Biomasse die Ausgangsbasis sowohl für Energieträger als auch für viele chemische Grundstoffe. Sie spielt heute schon eine wichtige Rolle in der verarbeitenden Industrie, beispielsweise für die Herstellung von Pflanzenölen für Tenside oder Pflanzenfasern für Bekleidung und technische Textilien, und könnte langfristig weiter an Bedeutung gewinnen. Vorrangig wird derzeit aber die Herstellung von Kraftstoffen verfolgt. Ein gutes Beispiel für einen chemischen Grundstoff aus Biomasse ist deshalb Methanol. Es entsteht beim bioliq®-Prozess und wird hier zu Benzin weiterverarbeitet. Es wird aber auch als Ausgangsstoff für Acrylgas, auch unter der Marke Plexiglas bekannt, oder die Herstellung von Essigsäure genutzt.

Welche Rohstoffe nutzen Sie bei bioliq®?

Nicolaus Dahmen: In der bioliq®-Anlage produzieren wir bislang Kraftstoff auf der Basis von Holz, Stroh und derzeit auch aus dem Energiegras Miscanthus, der dann im reFuels-Projekt getestet wird. Bisher gibt es noch nicht viele andere Ansätze, um aus Stroh oder Reststoffen hochwertige Grundprodukte in großer Menge herzustellen.

Welche Vorteile bringt die Bioökonomie für die CO₂-Bilanz?

Nicolaus Dahmen: Unser generelles Ziel sollte sein, den durch menschliche Aktivitäten beeinflussten Kohlenstoffkreislauf zu schließen. Wir klinken unsere Prozesse in den natürlichen Kreislauf ein: Wir nutzen das von der Biomasse aufgenommene und gebundene CO₂ und erzeugen bei der Verwendung der regenerativen Kraftstoffe nicht mehr CO₂, als vorher schon da war – so können wir zusätzliche CO₂-Emissionen verhindern. Wenn aus der Biomasse beispielsweise chemische Produkte wie Kunststoffe hergestellt werden, wird das von der Pflanze aufgenommene CO₂ über längere Zeit in diesen weiter gespeichert und kann die Menge von CO₂ in der Atmosphäre sogar verringern.

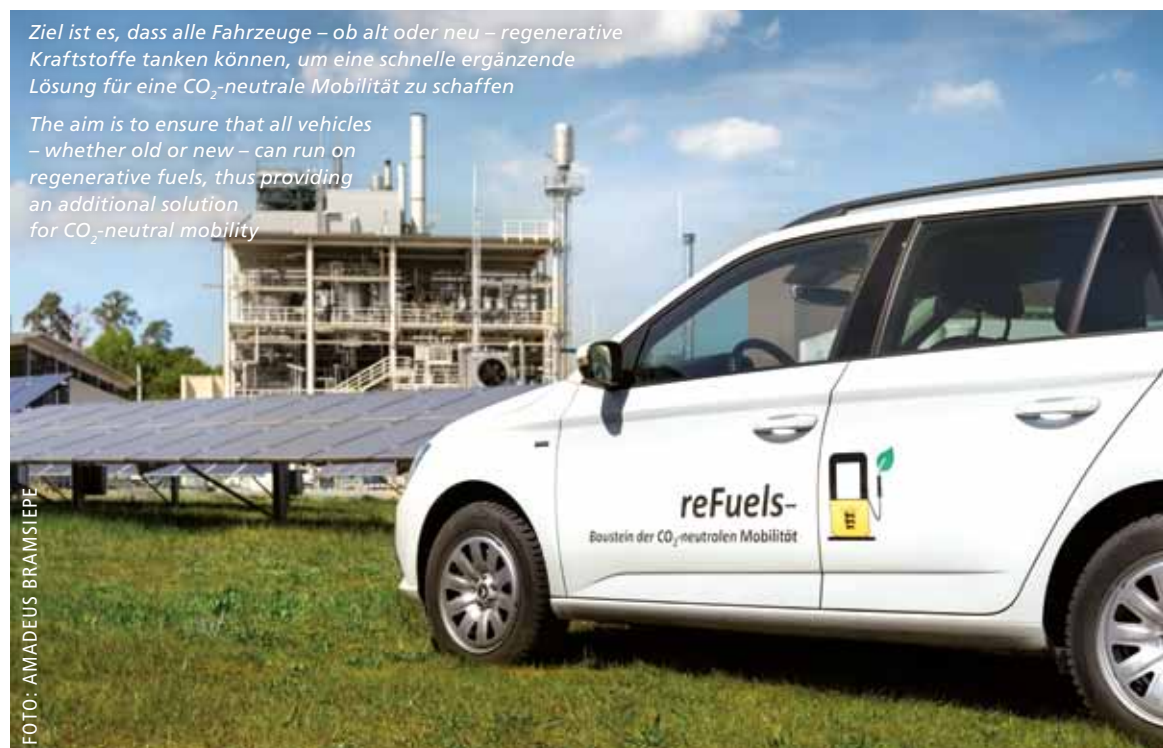
Was trägt das KIT dazu bei, die Mobilität in Zukunft im Hinblick auf die Bioökonomie zu verändern?

Nicolaus Dahmen: Wir arbeiten, gerade auch im reFuels-Projekt, an Technologieoptionen entlang der gesamten Prozesskette, von

der effizienten und nachhaltigen Herstellung der Kraftstoffe über Tests an Prüfständen bis hin zum Abschätzen von Kosten und Rohstoffverfügbarkeiten sowie Akzeptanzanalysen der Gesellschaft. Natürlich unterstützen uns dabei auch Partner von außen, die sich beispielsweise um die Biomasseproduktion kümmern. Wichtig dabei ist, dass wir die kompletten Wertschöpfungsketten und die Kreislaufprozesse, darunter auch den wichtigen Nährstoffkreislauf der Biomasse, schließen. Wir wollen Zero-Waste-Konzepte vorschlagen, die am Ende praktisch abfallfrei sind, bei denen der gesamte Rohstoff in den Prozessen genutzt wird. Dabei entstehen Produktionskaskaden, bei denen in sogenannten Bioraffinerien chemische Produkte, Kraftstoffe und Energie hergestellt werden. Auf diese Weise wird Bioökonomie sinnvoll und wirtschaftlich. ■

Kontakt: j.sauer@kit.edu und
nicolaus.dahmen@kit.edu

Info: www.refuels.de



Ziel ist es, dass alle Fahrzeuge – ob alt oder neu – regenerative Kraftstoffe tanken können, um eine schnelle ergänzende Lösung für eine CO₂-neutrale Mobilität zu schaffen

The aim is to ensure that all vehicles – whether old or new – can run on regenerative fuels, thus providing an additional solution for CO₂-neutral mobility

FOTO: AMADEUS BRAMSIEPE



Aus Holz

Holz, Kartoffeln, Getreide oder Raps spielen auf dem Weg zur Bioökonomie eine tragende Rolle. In ihnen stecken Cellulosefasern, Stärke oder Pflanzenöle – nachwachsende Rohstoffe, die für die Herstellung von Bio-Kunststoffen großes Potenzial bieten. Aus den aus Pflanzen gewonnenen Polymeren können unterschiedlichste Produkte entstehen, wie etwa Verpackungen, Textilien, Schläuche oder Autositze. Neben ihrer nachhaltigen Herstellung binden auf nachwachsenden Rohstoffen basierende Produkte zudem große Mengen umweltschädliches CO₂. Die nützlichen biobasierten Polymere zu erforschen und nach den Prinzipien der nachhaltigen Chemie für zukünftige Anwendungen weiterzuentwickeln, haben sich Professor Michael Meier und sein Team vom Institut für Organische Chemie des KIT (IOC) zum Ziel gesetzt.

Welche Bedeutung nachwachsende Rohstoffe für die Bioökonomie der Zukunft haben, zeigen die Zahlen laut Meier deutlich: Nach wie vor sind heute Erdöl und Erdgas die größten Rohstofflieferanten für die Chemieindustrie. Zwar wird der Großteil des global zur Verfügung stehenden Erdöls zur Energiegewinnung verwendet, doch immerhin knapp zehn Prozent fließen in die chemische Industrie. Rund 350 Millionen Tonnen Kunststoffe werden pro Jahr aus fossilen Rohstoffen hergestellt. Die Synthese von aus fossilen Quellen gewonnenen Polymeren geht mit erheblichen Problemen für die Umwelt einher. „Kunststoffe bilden den mengenmäßig größten Output der chemischen Industrie. Deswegen sehen wir an dieser Stelle einen der entscheidenden Hebel, wenn es um Nachhaltigkeit geht“, erklärt der Experte für nachhaltige Chemie.

Meiers Forschungsgruppe am IOC und am Institut für Biologische und Chemische Systeme – Funktionelle molekulare Systeme (IBCS-FMS) forscht an der Schnittstelle zwischen organischer Chemie und der Polymerchemie: „Aus Sicht der Polymerchemiker arbeiten wir sehr grundlagenorientiert. Eine organische Chemikerin würde sagen, dass wir uns sehr eng an der Anwendung bewegen.“, sagt Meier.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben sich einer nachhaltigen Chemie verschrieben und versuchen, die zwölf Prinzipien der sogenannten Grünen Chemie umzusetzen, die die beiden US-amerikanischen Chemiker Paul Anastas und John Warner 1998 niedergeschrieben haben. Wesentlich sind dabei unter anderem die Verwendung ungiftiger Chemikalien, Abfallvermeidung oder der Einsatz erneuerbarer Rohstoffe. Das Team hat sich zum Ziel gesetzt, den gesamten Lebenszyklus eines Produktes in den Blick zu nehmen.

Die Forschungsgruppe um Meier erforscht zudem nicht nur einzelne, sondern alle zur Verfügung stehenden nachwachsenden Rohstoffe: von Fetten und Ölen, aus denen unter anderem Fettsäuren für thermoplastische Kunststoffe gewonnen werden, über Terpene – aus Pflanzen gewonnene Aroma- und Duftstoffe – bis hin zur großen Gruppe der Kohlenhydrate, zu der unter anderem Cellulose und Stärke gehören. All diese Rohstoffe sind vielfältig verwendbar. So wird Cellulose für Textilfasern, Lacke oder Klebstoffe gebraucht. Stärke kann als Bindemittel oder Füllstoff dienen. Das derzeit gebräuchlichste synthetische Polymer aus nachwachsenden Kohlenhydraten ist Polylactid (PLA), das sich im Verpackungsbereich oder der Medizintechnik als Ersatz für petrochemisch gewonnene Rohstoffe zunehmend etabliert.

Auf dem Weg zum fertigen Polymer sind mitunter viele Schritte notwendig. Herkömmliche wie auch nachwachsende Polymere sind aus Monomeren aufgebaut. Das sind einzelne Bausteine, die als Plattform- oder Grundchemikalien für verschiedene Anwendungen und Kombinationen tauglich sein müssen. Ihre Erforschung und Weiterentwicklung gleicht der Arbeit mit einem Baukasten. Stoffe werden extrahiert, daraus neue Verbindungen synthetisiert und diese dann in unterschiedlichen Kombinationen polymerisiert. Oft müssen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Umwege über viele Schritte gehen, bis die gewünschten Materialeigenschaften erreicht sind. Viele Vorteile bietet dabei die Cellulose.

Nachwachsende Rohstoffe wie Stärke, Cellulosefasern oder Pflanzenöle bieten ein großes Potenzial für die Herstellung von Biokunststoffen

Renewable raw materials, such as starch, cellulose fibers or vegetable oils offer great potential for the production of biobased plastics

wird Kunststoff

Als einer der Hauptbausteine von Biomasse ist sie nahezu unbegrenzt verfügbar, kostengünstig und steht, anders als zum Beispiel Stärke, nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion.

„Die Natur liefert uns hier ein Makromolekül, das aus einer langen Kette von Glucose-Bausteinen besteht und bereits einen sehr hohen Polymerisationsgrad hat“, erläutert Meier. Aber Cellulose stellt Fachleute seit der Bestimmung ihrer chemischen Formel im Jahr 1838 auch vor große Herausforderungen. Die Bindungen zwischen einzelnen Makromolekülen sind so stark, dass das Polymer nicht aufgelöst oder thermisch verarbeitet werden kann. Die Kunst besteht darin, die Cellulose dennoch in die gewünschte Form zu bringen. Möglich ist ihre Weiterverarbeitung derzeit zum Beispiel durch den Viskoseprozess. Dabei reagiert die Cellulose kurzzeitig mit der giftigen Chemikalie Kohlenstoffdisulfid. Dadurch wird die Struktur der Cellulose für kurze Zeit chemisch so verändert, dass verarbeitbare Viskose erzeugt werden kann.

Meiers Team hat ein neues Verfahren entwickelt, das ohne umweltschädliche Chemikalien auskommt und mit dem man die Molekülbindungen des vielseitigen Rohstoffs praktisch auf Knopfdruck lösen kann. Hierfür kommt eine schaltbare ionische Flüssigkeit zum Einsatz. Klassische ionische Flüssigkeiten sind Salze, die aus Ionen bestehen, die bei Temperaturen von unter 100 Grad Celsius flüssig sind. Im Fall des neu entwickelten Verfahrens werden Ionen allerdings mittels einer organischen Base und Kohlendioxid in einer Reaktion gebildet, die reversibel, also umkehrbar ist. Durch diese Reaktion kann der Lösungsprozess gezielt in Gang gesetzt und aus der entstandenen Lösung Cellulose regeneriert, das heißt zurückgewonnen werden – zum Beispiel in Form einer Folie oder als Fasern für Textilien. Es ist aber auch möglich, eine Reaktion in gelöstem Zustand, zum Beispiel mit Fettsäuren aus Pflanzenölen, durchzuführen und so ein Polymer zu erhalten, das beispielsweise als transparentes Verpackungs-

material mit einstellbaren mechanischen Eigenschaften interessant wäre.

Für die Entwicklung gesellschaftlich relevanter Lösungen ist die Cellulose nach Überzeugung der Expertinnen und Experten vom IOC und dem IBCS-FMS der Rohstoff der Wahl. Dieses und viele andere Beispiele von Forscherinnen und Forschern weltweit zeigen, wie ausgereift die Technologien zur Herstellung nachwachsender Polymere bereits sind. „Viele Lösungen liegen schon lange in der Schublade“, betont Meier. Eine gewisse Übergangszeit vorausgesetzt, sei man heute in der Lage, 90 Prozent der fossilen Rohstoffe durch nachwachsende Rohstoffe zu ersetzen. Aber auch wenn viele dieser neuen Polymere es bereits in die kommerzielle Anwendung geschafft haben: Erdöl bleibt nach Meiers Aussage immer noch deutlich zu billig. „Wenn Anwendungen scheitern, liegt es meistens am Preis“, beobachtet der Experte. Sein Ziel bleibt deswegen, mithilfe seiner Forschungsarbeit

**AM INSTITUT FÜR
ORGANISCHE CHEMIE
ENTSTEHEN AUS NACH-
WACHSENDEN ROHSTOFFEN
BIOBASIERTE POLYMERE,
DIE ERDÖLBASIERTE
PRODUKTE EINES TAGES
ÜBERFLÜSSIG
MACHEN KÖNNTEN**

VON DR. JUTTA WITTE



FOTOS: MARKUS BREIG

Die Forschungsgruppe am Institut für Organische Chemie des KIT um Michael Meier erforscht nicht nur einzelne, sondern alle zur Verfügung stehenden nachwachsenden Rohstoffe und ihre vielfältige Verwendbarkeit: von Fetten und Ölen über Terpene bis hin zu Kohlenhydraten

The research group of Michael Meier at KIT's Institute of Organic Chemistry does not only study single, but all available renewable raw materials and their manifold uses: From fats and oils to terpenes and carbohydrates

Turning Wood into Plastics

The Institute of Organic Chemistry Produces Biobased Polymers from Renewable Resources, Which Might Render Petroleum-based Products Superfluous in the Future

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

Wood, potatoes, grain, and rape play an important role on the way towards a bioeconomy. They contain cellulose fibers, starch, or vegetable oils – renewable resources that have great potential for the production of biobased plastics. Professor Michael Meier and his team at KIT's Institute of Organic Chemistry (IOC) study so-called biobased polymers and further develop them for future applications according to the principles of sustainable chemistry. Still, about 350 million tons of plastics are produced from petroleum and natural gas every year. "In terms of output quantity, plastics have the highest share in production by the chemical industry. For this reason, our work to enhance sustainability focuses on them," Meier explains.

The group of IOC and the Institute for Biological and Chemical Systems – Functional Molecular Systems (IBCS-FMS) conducts research at the interface of organic chemistry and polymer chemistry in line with the twelve principles of so-called green chemistry. Among these principles are the use of non-toxic chemicals, waste avoidance, and the use of renewable resources. The team considers the complete lifecycle of the product and studies all available renewable resources.

Cellulose, for instance, offers many benefits. As one of the main constituents of biomass, its availability is nearly unlimited. It is inexpensive and, contrary to starch, its use does not compete with food production. Before cellulose can be processed, the strong bonds between its individual macromolecules have to be detached. For this purpose, Meier's team developed a new process that works without environmentally hazardous chemicals. According to Meier, it is possible today to replace about 90 percent of fossil resources by renewable materials. However, petroleum-based products still are far cheaper to produce. Meier therefore wants to make renewable polymers more competitive by using new methods to increase efficiency and reduce the ecological footprint of the products. Moreover, recyclability of waste products will be enhanced to ensure ecological circular economy. ■

Contact: m.a.r.meier@kit.edu



Die Cellulose bietet viele Vorteile: Als einer der Hauptbausteine von Biomasse ist sie nahezu unbegrenzt verfügbar, kostengünstig und steht, anders als zum Beispiel Stärke, nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion

Cellulose offers many benefits: As one of the main constituents of biomass, its availability is nearly unlimited. It is inexpensive and, contrary to starch, its use does not compete with food production

nachwachsende Polymere wettbewerbsfähiger zu machen – durch neue Methoden, mit denen die Effizienz erhöht und der ökologische Fußabdruck des Produktes weiter gesenkt werden kann und mit denen Abfallprodukte im Sinne einer ökologischen Kreislaufwirtschaft besser nutzbar gemacht werden können. ■

Kontakt: m.a.r.meier@kit.edu



v. l. n. r. (from left) Luca Filippi, Jonas Wolfs, Marie Gabrielsen, Fabian Wardezki, Eren Esen, Kevin Waibel, Dr. Katharina Wetzel, Roman Nickisch, Philipp Bohn, Dr. Marc von Capiewski, Maximiliane Frölich, Elena Foitzik, Prof. Dr. Michael Meier, Stefano Secchi, Julian Windbiel



REVOLUTIONIEREN INTELLIGENTE SYSTEME ...

... DEN ARBEITSALLTAG VON LANDWIRTEN?

WILL SMART SYSTEMS REVOLUTIONIZE ...

... THE WORK ROUTINE OF FARMERS?

VON LAURA JÖRGER // TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER // FOTOS: CLAAS KGAA MBH

Automatisiertes Arbeiten mithilfe intelligenter Systeme ist oft bereits fester Bestandteil des Alltags in der Landwirtschaft. Viele landwirtschaftliche Maschinen sind etwa mit GPS-Lenk-systemen und Sensoren ausgestattet, wodurch sie viele Arbeitsschritte vom Pflügen bis zum Mähen selbstständig ausführen können. Während der häufig langen Arbeitstage bei der Ernte ergeben sich für die Landwirtinnen und Landwirte jedoch Phasen mit sehr hoher und dann wieder Phasen mit relativ niedriger Belastung. Zu Beginn der Erntearbeit auf einem neuen Feld – beim sogenannten Andreschen – ist große Konzentration notwendig, während im Anschluss die Maschine weitestgehend das Steuer übernehmen kann. „Verschiedene Studien haben gezeigt, dass es für den Menschen am angenehmsten ist, sich in einem mittleren Beanspruchungsniveau zu bewegen“, erläutert Patrick Lehr vom Institutsteil Mobile Arbeitsmaschinen (Mobima) am Institut für Fahrzeugsystem-technik (FAST) des KIT. An dieser Stelle setzen die Forscherinnen und Forscher des Mobima und des Instituts für Arbeitswissenschaft und Betriebsorganisation (ifab) des KIT an. Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung initiierten Strategieprozesses „Agrarsysteme der Zukunft“ entwickeln sie im Projekt „Fahrerkabine 4.0 – Entwicklung einer beanspruchungsadaptiven Nutzerschnittstelle für Landmaschinenbetreiber“ gemeinsam mit Partnern ein intelligentes Assistenzsystem, welches das aktuelle Beanspruchungsniveau der Fahrerinnen und Fahrer erfasst. So können Ablenkungen, etwa durch unwichtige Informationen, während hoher Arbeitsbelastung vermieden und zusätzliche Aufgaben während niedriger Belastung empfohlen werden. „Dazu gehören Buchhaltung, Personal- oder Materialmanagement oder private Aufgaben. Diese Dinge könnten sonst erst nach der Feldarbeit erledigt werden“, erklärt Lehr.

Um den gegenwärtigen Zustand der Landwirtinnen und Landwirte über den gesamten Tag messen zu können, sind etwa Eye-Tracking oder Pulsermittlung über ein Armband denkbar. Die Handlungsempfehlungen, die aus den erfassten Daten folgen, sollen den Fahrerinnen und Fahrern mithilfe von Augmented Reality ins Sichtfeld projiziert werden. „Die Fahrerkabine 4.0 soll Nutzerinnen und Nutzer bei der Verbesserung ihrer Work-Life-Balance unterstützen. So kann sie auch dazu beitragen, landwirtschaftliche Berufe attraktiver zu machen“, sagt Lehr. ■

Kontakt: patrick.lehr@kit.edu

Automated work with the help of intelligent systems is part of various professions, including agriculture. Many agricultural machines are equipped with GPS steering systems and sensors that automate various activities from ploughing to mowing. During the frequent very long working days of the harvest period, however, farmers experience work phases with both very high and very low stress levels. When starting harvest on a new field, for instance, a high level of attention is required, whereas later on, work can be carried out largely by the machine itself. “Various studies revealed that it is most comfortable for humans to work at a moderate stress level,” says Patrick Lehr from the Chair of Mobile Machines (Mobima) of the Institute of Vehicle System Technology (FAST). This is the point of departure of researchers of Mobima and the KIT Institute for Human and Industrial Engineering (ifab). Within the framework of the strategy process “Future agricultural systems” initiated by the Federal Ministry of Education and Research, their work in the project “Driver’s cab 4.0 – development of a stress-adaptive user interface for operators of agricultural machines” focuses on a smart assistance system that monitors the current stress level of the driver. Diversions, such as irrelevant information, will be avoided in times of a high workload, while additional tasks will be recommended in times of low stress. “Suitable additional tasks that can be executed during this period are accounting, personnel or material management or private tasks. Otherwise, these could only be executed after field work,” Lehr explains.

To measure the status of farmers over the complete day, use of eye tracking or a wristband for pulse measurement is feasible. Based on the data measured, recommended actions will be projected into the field of view of the driver with the help of augmented reality. “The driver’s cab 4.0 is to support users in improving their work-life balance. Thus, it will also contribute to increasing the attractiveness of agricultural professions,” Lehr says. ■

Contact: patrick.lehr@kit.edu

AUF EINE FRAGE <IT

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



In den Gewächshäusern
des Botanischen Instituts
des KIT untersuchen Professor
Peter Nick und Dr. Michael
Riemann die Stressreaktionen
von Reispflanzen

In the greenhouses of KIT's
Botanical Institute, Professor
Peter Nick and Dr. Michael
Riemann investigate stress
reactions of rice plants



Gestresster

Eine Welt ohne Reis? Undenkbar. Das Getreide aus der Familie der Süßgräser ist eines der wichtigsten Grundnahrungsmittel der Welt. Durch die globale Erwärmung wird es jedoch zum Sorgenkind. Neben Trockenheit wächst sich vor allem die Versalzung der Böden in den Anbauregionen zu einem globalen Problem aus. Erträge schwinden, Reisbauern sind ratlos. Aktueller Forschungsgegenstand am Institut für Molekulare Zellbiologie des KIT ist unter anderem die Untersuchung der Stressreaktionen von Reispflanzen auf den steigenden Salzgehalt. Wenn bekannt ist, welche Gene für eine Salztoleranz verantwortlich sind, wäre es denkbar, diese künftig in die DNA populärer Reissorten einzubauen.

Überall dort, wo seit den 60er-Jahren im Zuge der „grünen Revolution“ Hohertragsorten in großem Stil angepflanzt wurden, kämpfen die Reisbauern heute gegen die Austrock-

nung und Versalzung der Böden. Die Gründe für die Versalzung sind vielschichtig. In den Reisanbauregionen drückt der steigende Meeresspiegel als Folge der globalen Erwärmung zunehmend salziges Wasser über Flüsse, Kanäle und Gräben ins Landesinnere. Neben dem Meerwasser führen auch direkte menschliche Eingriffe wie künstliche Bewässerung zu den für die Pflanze vernichtenden Salzablagerungen. Zwar werden die Felder in der Regel über unterirdische Kanäle bewässert, ein großer Teil des Wassers verdunstet jedoch über der Erde. Zurück bleibt nichts als Salz. Nicht weniger dramatisch sind die Folgen, die der Bau von Staudämmen, vor allem in China, nach sich zieht. Die Dämme verhindern vielerorts das Auswaschen der salzigen Reisfelder durch Süßwasser. Theoretisch wird das Salz in vielen Anbaugebieten in der Regenzeit einfach wieder zurück ins Meer gespült. In der Praxis bleibt der Regen jedoch

aufgrund des Klimawandels zunehmend aus. Der Verdunstungsgrad ist somit permanent höher als die Niederschlagsmenge – beste Bedingungen für die Anreicherung von Salzen. Für die Reispflanzen sind diese Entwicklungen lebensgefährlich, denn Salz schädigt die Wurzeln. Die Folge: Die Pflanze stirbt, noch bevor ein einziges Reiskorn das Licht der Welt erblickt hat.

Die Prognosen für den globalen Reisanbau sind daher alles andere als rosig. „Reis ist neben Weizen die zweitwichtigste Nahrungspflanze auf der Welt“, so Professor Peter Nick, Leiter der Abteilung für Molekulare Zellbiologie am Botanischen Institut des KIT. „Eine wichtige Aufgabe ist es deshalb, Reispflanzen zu züchten, die mit den zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels zurechtkommen, um die Nahrungsversorgung der Weltbevölkerung langfristige zu sichern.“

U
-
D
n

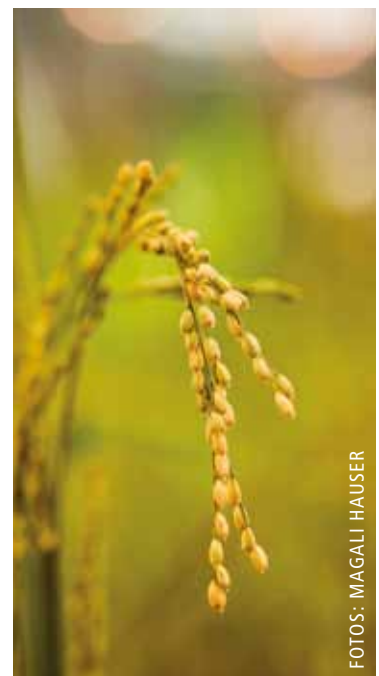
ganz entspannt

DIE SMARTE STEUERUNG EINES STRESSHORMONS VERHILFT
REISPFLANZEN DAZU, AUCH AUF SALZIGEN BÖDEN ZU WACHSEN

VON ARIANE LINDEMANN

*Reis ist eines der wichtigsten
Grundnahrungsmittel
weltweit. Durch die
zunehmende Versalzung
und Trockenheit der Böden
wird die Pflanze jedoch
stark geschädigt*

*Rice is one of the most
important foodstuffs in
the world. Increasing
salinization and aridity
of soils, however, cause
severe damage to the plant*





Professor Peter Nick (links), Leiter der Abteilung für Molekulare Zellbiologie am Botanischen Institut des KIT, und Dr. Michael Riemann, Leiter der Pflanzenstressgruppe des Instituts

Professor Peter Nick (left), Head of the Molecular Cell Biology Division of KIT's Botanical Institute, and Dr. Michael Riemann, Head of the Institute's Plant Stress Group

Pflanzen reagieren auf Stress ebenso wie Menschen und Tiere – mit Hormonen

Just like humans and animals, plants respond to stress by producing hormones

How to Relax Stressed Rice

Smart Control of a Stress Hormone Helps Rice Plants to Grow in Saline Soil

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

A world without rice? Inconceivable. The plant species from the sweet grass family is one of the most important basic foodstuffs in the world. Rice harvests, however, are threatened by increasing salinization of soils in cultivation areas. For this reason, research conducted by KIT's Botanical Institute focuses on stress response of rice plants to increasing salt concentrations. Together with international partners, such as the International Rice Research Institute (IRRI) in the Philippines, Professor Peter Nick and Dr. Michael Riemann are examining the genes of the plants. "We try to identify genes we suspect to be relevant to stress tolerance," the researchers explain.

Just like humans and animals, plants respond to stress by producing hormones. While our bodies respond to stress by making adrenaline, plants make jasmonic acid. In cooperation with the Institute for Molecular Biology of Plants (IBMP), Strasbourg, KIT's researchers have found that rice is more tolerant to salt stress, when the signal pathway of jasmonic acid is switched off in due time. "When we are capable of controlling the activation and deactivation of the signal pathway, we can manipulate the hormone such that it is no longer recognized by the plant receptor," Nick says. "In the future, it may thus be possible to produce higher rice yields even under stress," the biologists hope. ■

Contact: peter.nick@kit.edu

Wie bei Menschen und Tieren treten auch in der Pflanzenwelt durch Stress Hormone auf den Plan. Unser Körper schüttet als Stressantwort Adrenalin aus, Pflanzen bilden Jasmonsäure. Jasmonsäure – ein Hormon, das unter anderem für Wachstum und Alterung der Pflanze zuständig ist und auch bei Insektenfraß oder mechanischer Verwundung gebildet wird.

„Wenn ein Mensch Fieber hat, ist das im Prinzip eine gute Reaktion des Körpers. Seine Abwehr läuft. Lebensbedrohlich wird es, wenn das Fieber nicht mehr sinkt“, veranschaulicht der Biologe den Prozess, der die gestresste Pflanze das Leben kosten kann.

Wie also kann man ausreichende Resilienz erzeugen, damit die Pflanze stresstoleranter wird, etwa gegenüber zu viel Salz im Boden? Ausgangspunkt der aktuellen Forschungen ist eine Reismutante, genannt hebiba („Schlangenblatt“), die bereits vor 25 Jahren am Karlsruher Institut für Technologie entdeckt wurde. „Überraschenderweise zeigte sich, dass diese Mutante keine Jasmonsäure bildet, da ihr das Enzym Allenoxicyclase fehlt“, erklärt Nick. „Neben der hebiba-Mutante konnten im Laufe der Jahre noch weitere Mutanten

isoliert werden, bei denen die Verarbeitung des Jasmonatsignals fehlte. Mithilfe dieser Exemplare gelang es uns, die Stress-Antworten von Reis genauer zu verstehen.“

Wenn es Mutanten gibt, die Hitze und Salz trotzen, welche Gene sind dann für diese Resistenz verantwortlich? Gemeinsam mit internationalen Partnern wie dem International Rice Research Institute (IRRI) auf den Philippinen forschen Nick und Dr. Michael Riemann, der die Pflanzenstressgruppe des Botanischen Instituts am KIT leitet, für ein gemeinsames Ziel: „Wir versuchen, Gene zu identifizieren, von denen wir vermuten, dass sie für eine Stresstoleranz relevant sind.“ Die Genforschung profitiert in diesem Kontext von neuen bahnbrechenden Sequenzieretechnologien, mit denen sich die DNA eines Lebewesens in relativ kurzer Zeit bestimmen lässt. „Heute kann man alle Veränderungen der Gene durch Sequenzierung messen“, erklärt Riemann. „Auf diese Weise entdeckten wir Gene, die dazu beitragen, dass Reis extremen Stresssituationen standhalten kann. Mit diesem Wissen kann man schneller vielversprechende Kandidaten für die Züchtung mittels Smart Breeding identifizieren“, führt Riemann weiter aus. „Haben wir ein Gen in der resistenten Pflanze entdeckt, das sich von den



anderen unterscheidet, können wir dieses durch Kreuzung in eine empfindliche Pflanze einbringen und prüfen, ob deren Stressresistenz steigt. Ist das Gen auch in den Nachkommen der Pflanze wiederzufinden, können daraus Rückschlüsse gezogen werden, ob es von der resistenten Mutterpflanze oder von der empfindlichen Vaterpflanze stammt“, so Riemann. Der Vorteil der Smart Breeding-Methode liegt darin, dass der Nachweis der Stressresistenz wesentlich früher, also bereits wenn die Pflanze zwei bis drei Wochen alt ist, erbracht werden kann. Zudem kommt das Smart Breeding ohne gentechnische Veränderung aus, da die Gene der Wahl nur über natürliche Sexualität eingebracht werden.

Im Fokus des Forscherteams steht demnach der genaue Zeitpunkt, an dem die Pflanze das Stresssignal mittels Jasmonsäure aussendet. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Pflanzenmolekularbiologie in Straßburg (IBMP) kamen die Karlsruher Forscher zu dem Ergebnis, dass die Lösung im Abschalten des Signalwegs der Jasmonsäure liegt. „Für eine erfolgreiche Anpassung kommt es nicht nur darauf an, dass der Jasmonatsignalweg zum richtigen Zeitpunkt angeschaltet wird, er muss auch rechtzeitig wieder ausgeschaltet werden, weil die Pflanze sonst Schaden nimmt“, erklärt Nick. „Wenn wir in der Lage sind, diesen Moment exakt zu identifizieren, können wir ihn steuern. Indem wir das aktive Hormon so ma-

nipulieren, dass es vom Rezeptor der Pflanze nicht mehr erkannt wird, kann der Rezeptor nicht mehr stimuliert werden. Folglich wird das Signal schwächer. Die Jasmonsäureproduktion ist eingestellt und der Salzstress kann der Pflanze nichts mehr anhaben.“ In der Tat belegen die bisherigen Forschungsergebnisse, dass es in einer frühen Phase der Biosynthese

eine Abzweigung im Signalweg gibt, die für den Zelltod verantwortlich ist. „Wenn wir diese Verzweigung zu kontrollieren lernen, kann es in Zukunft möglich werden, Reis auch unter Stress zur Erzeugung von Ertrag zu bringen“, so die Hoffnung der beiden Biologen. ■

Kontakt: peter.nick@kit.edu



Professor Peter Nick und Dr. Michael Riemann untersuchen unter anderem den Zeitpunkt, an dem die Reis-pflanze das Stresssignal mittels Jasmonsäure aussendet

Professor Peter Nick and Dr. Michael Riemann are investigating, among other things, the point in time at which the rice plant transmits the stress signal using jasmonic acid

ANZEIGE

Traumjob gesucht?

Softwareentwickler im agilen Umfeld (m/w/d)

Software entwickeln!
Nicht nur coden.

Unsere modulare Asset-Verwaltungslösung digitalisiert unkompliziert und intuitiv alle IT-Assets eines Unternehmens.

Schau jetzt auf officeasset.de und werde ein Asset-Pilot!

Superkräfte: Abgeschlossenes Studium oder Berufsausbildung, Erfahrung mit Java, SQL, XML



OFFICE ASSET



Elektrifizierende Bakterienfarm



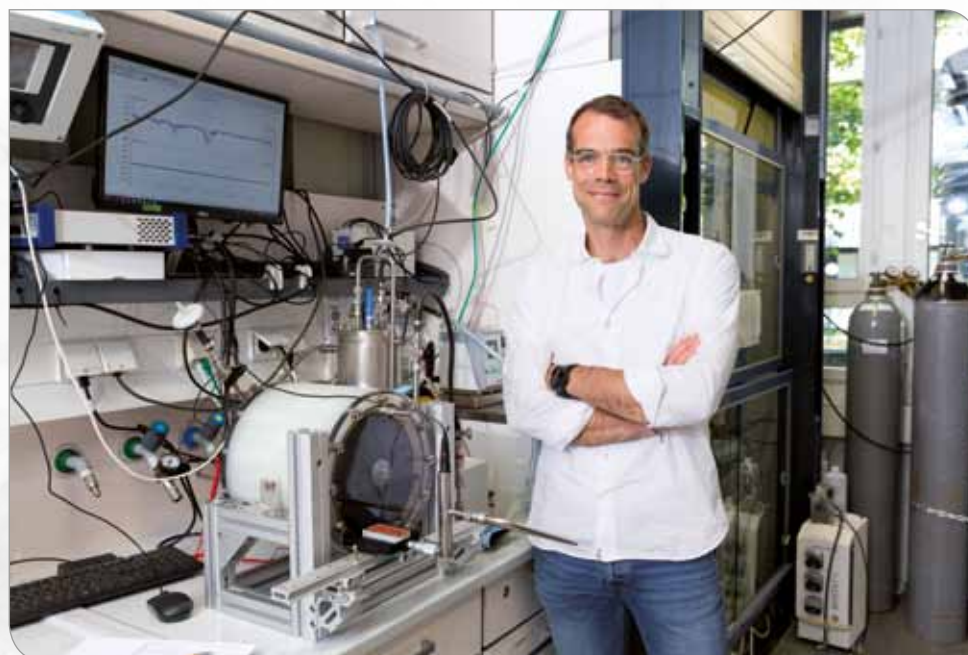
FOTOS: PATRICK LANGER



Vor zehn Jahren wurde die mikrobielle Elektrosynthese erstmals beschrieben
Microbial electrosynthesis was first described 10 years ago

**IM LABOR VON
 PROFESSOR JOHANNES
 GESCHER VERWANDELN
 MIKROORGANISMEN
 RAUCHGAS ZU
 BIOPLASTIK**

VON GEREON WIESEHÖFER



Professor Johannes Gescher, Leiter der Abteilung Angewandte Biologie am Institut für Angewandte Biowissenschaften (IAB) des KIT

Professor Johannes Gescher, Head of the Department of Applied Biology at the Institute of Applied Life Sciences (IAB) of the KIT



Das Forschungsprojekt „BioElectroPlast“ begann 2015 mit einer Reise auf die Azoren. In den dortigen Hydrothermalquellen hofften die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler um Professor Johannes Gescher am KIT, geeignete Mikroorganismen für ihr Forschungsvorhaben zu finden. In den brodelnden Matschtümpeln leben Bakterien mit außergewöhnlichen Überlebensstrategien. Einige davon haben die Fähigkeit, CO₂ aus der Umgebung in organische Substanzen umzuwandeln. Ideal für den Zweck der Forschenden: Sie suchten einen Mikroorganismus, der CO₂ aus Rauchgas aufnehmen und weiterverarbeiten kann.

Rauchgas fällt als klimaschädlicher Abfallstoff sowohl in Blockkraftwerken bei der Energieproduktion als auch in der chemischen Industrie in großen Mengen an. 35 Milliarden Tonnen CO₂ gelangen jährlich auf diesem Weg durch Verbrennungen in die Umwelt. Ziel der Forschenden ist der Einsatz der Tiefsee-Bakterien, um aus dem klimaschädlichen Rauchgas die Grundsubstanz für Bioplastik herzustellen. Der Weg dorthin: mikrobielle Elektrosynthese.

Vor rund zehn Jahren wurde die mikrobielle Elektrosynthese erstmals von amerikanischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern beschrieben. Dabei wachsen bestimmte Mikroorganismen auf einer Kathode und fixieren CO₂, wobei sie die Kathode als alleinige Energie- und Elektronenquelle nutzen. Meist bilden sie aus den CO₂-Molekülen Acetat oder Methan. „Wir wollten ein Bakterium finden, das die Fähigkeit zur mikrobiellen Elektrosynthese besitzt und gleichzeitig aus CO₂ von heißem, ungereinigtem Rauchgas komplexere Verbindungen als Acetat synthetisieren kann“, erklärt Johannes Gescher, Leiter der Abtei-

lung Angewandte Biologie am Institut für Angewandte Biowissenschaften (IAB), die Herausforderungen, vor denen sein Team stand.

Von den Azoren brachten die Forschenden unzählige Proben von heißem Matsch mit auf den Campus Süd. Darin galt es nun, die passenden Mikroorganismen aufzuspüren. Zwei Jahre dauerte die Isolationskampagne, am Ende erfüllte ein grampositives aerobes Bakterium die gewünschten Kriterien. Zu Ehren des deutsch-amerikanischen Mikrobiologen und Spezialisten der mikrobiellen Elektrosynthese Alfred Spormann taufte Gescher es *Kyrpidia spormannii*.

Kyrpidia spormannii ist in der Lage, unter feucht-heißen Bedingungen einen Biofilm auf einer negativ geladenen Oberfläche zu bilden und mithilfe von elektrischem Strom aus CO₂-Molekülen, die ihm als Rauchgas angeboten werden, energiereiche chemische Verbindungen, wie zum Beispiel das Biopolymer Polyhydroxybuttersäure (PHB), zu synthetisieren. Beste Voraussetzungen, um die mikrobielle Elektrosynthese durch *Kyrpidia spormannii* auch industriell und in großtechnischem Maßstab einsetzen zu können.

Im Labor ließen die Forschenden die Mikroorganismen in einem 10-Liter-Kleinreaktor unter optimalen Bedingungen auf einer negativ geladenen Drehscheibe wachsen. „Wenn der Biofilm dick genug ist, wird ein Teil davon durch eine Schervorrichtung von der Drehscheibe abgeschabt. Die geerntete Biomasse wird so aufbereitet, dass PHB als weißes Pulver vorliegt. Dieses können wir als Grundsubstanz zur Herstellung von Bioplastik verwenden“, so Gescher. Der Wachstums- und Syntheseprozess der Bakterien kann mit dem auf der Drehschei-

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben in *Kyrpidia spormannii* ein Bakterium gefunden, das energiereiche Verbindungen aus CO₂ synthetisieren kann

The scientists have found a bacterium in *Kyrpidia spormannii* that can synthesize energy-rich compounds from CO₂

be verbliebenen Biofilm endlos fortgesetzt, das Produkt fortlaufend geerntet werden.

Um die Polymer-Biosynthese weiter zu optimieren, nahm das Forscherteam an *Kyrpidia spormannii* genetische Veränderungen vor. Durch Bestrahlung mit UV-Licht wurden Mutanten erzeugt und diese gezielt nach bestimmten Eigenschaften selektiert. „Je schneller die Bakterien beispielsweise Elektronen aufnehmen können, desto schneller wächst der Biofilm und desto ergiebiger ist die Polymer-Ernte“, erklärt Gescher. Ein anderes Ziel sei die Diversität der möglichen Endprodukte, so Gescher: „Wir möchten auch Stoffe synthetisieren, die beispielsweise für die Biokraftstoff-Produktion infrage kommen.“

In einem nächsten Schritt sollen die Parameter, die bislang für den 10-Liter-Reaktor optimiert worden sind, auf einen 100-Liter-Reaktor hochskaliert werden. Hierbei arbeitet das Forscherteam eng mit dem Lehrstuhl für Wasserchemie und Wassertechnologie von Professor Harald Horn am Engler-Bunte-Institut (EBI) zusammen. Schließlich sollen negativ geladene Kathoden-Drehscheiben mit *Kyrpidia spormannii* in den Abgastürmen verschiedener Industriepartner eingebaut werden, um dort in großem Maßstab CO₂ zu binden und Bioplastik zu synthetisieren. Einer der Partner ist die EnBW, die am Projekt beteiligt ist. Am Ende soll es ein standardisiertes Verfahren für die gesamte Industrie geben.

„Unser Verfahren der mikrobiellen Elektrosynthese verspricht Lösungen für viele aktuelle und drängende Probleme. Neben der Reduktion von klimaschädlichem CO₂ aus industriellen Abgasen können wir auf kosten- und ressourcenschonende Weise Bioplastik und Biokraftstoffe herstellen. Außerdem eröffnet uns das Verfahren die Möglichkeit, Energie aus regenerativen Quellen, zum Beispiel bei Produktionsspitzen, in chemischer Form zwischenspeichern“, so das Fazit von Gescher über den zu erwartenden Nutzen von „BioElectroPlast“.

Seit September 2016 fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) das Projekt „BioElectroPlast“ im Rahmen seiner Initiative „CO₂Plus – Stoffliche Nutzung von CO₂ zur Verbreiterung der Rohstoffbasis“. Das Projekt läuft bis August 2020. ■

Kontakt: johannes.gescher@kit.edu

Einen Podcast mit Professor Johannes Gescher zum Projekt „BioElectroPlast“ finden Sie unter <https://www.kit.edu/kit/biooekonomie.php>

Bacteria Producing Energy

At Johannes Gescher's Laboratory, Microorganisms Convert Flue Gas into Bioplastics

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

In 2015, the “BioElectroPlast” research project started with a trip to the Azores. Scientists working with Professor Johannes Gescher, Head of the Department of Applied Biology of KIT's Institute for Applied Biosciences (IAB), hoped to find microorganisms suited for their project in hydrothermal vents there. In particular, they looked for a bacterium that absorbs CO₂ from flue gas and processes it further. Flue gas is a climate-polluting waste gas generated by power stations and by chemical industry. The goal of the researchers: Use the thermophilic bacteria to produce bioplastics from the harmful gas. Their approach: Microbial electrosynthesis. Microorganisms grow on a cathode and bind CO₂, with the cathode being their only source of energy.



After two years of searching, the researchers found a bacterium that met the criteria in mud samples from the Azores: *Kyrpidia spormannii*. Under humid and hot conditions, the bacterium can form a biofilm on a negatively charged surface. With the help of electric power, it converts CO₂ molecules in the form of flue gas into energy-rich chemical compounds, such as the biopolymer polyhydroxy butyrate (PHB). “When the biofilm is thick enough, part of it is scraped off the rotary disk by a shearing device. The harvested biomass is processed so that PHB is in the form of white powder. This powder may be used as the basic substance to produce bioplastics,” Gescher explains.

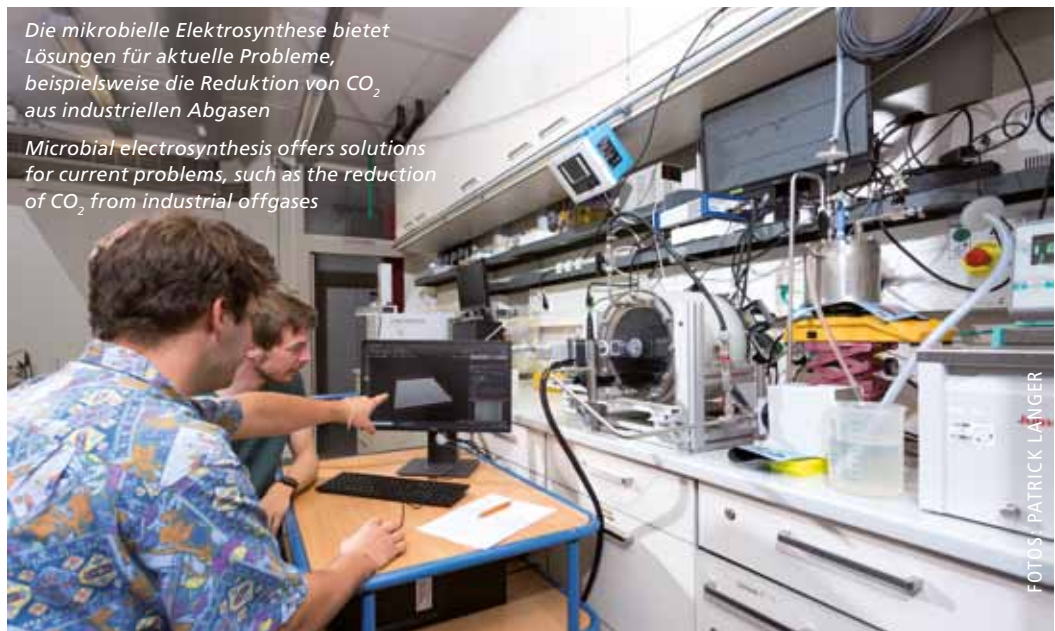
By irradiating the bacteria with UV light, the researchers produced mutants that accelerated biofilm formation and thus enhanced the product yield. As a next step, they plan to take parameters that have been optimized for a ten-liter reactor and upscale them for a 100-liter reactor. The corresponding reactors are developed by the group of Professor Horn at the Engler-Bunte Institute. The ultimate goal is a standardized process for industrial use. Apart from reducing hazardous CO₂ from industrial offgases and cost- and resource-optimized production of bioplastics and biofuels, the process also makes it possible to temporarily store energy from regenerative sources in chemical form during production peaks. ■

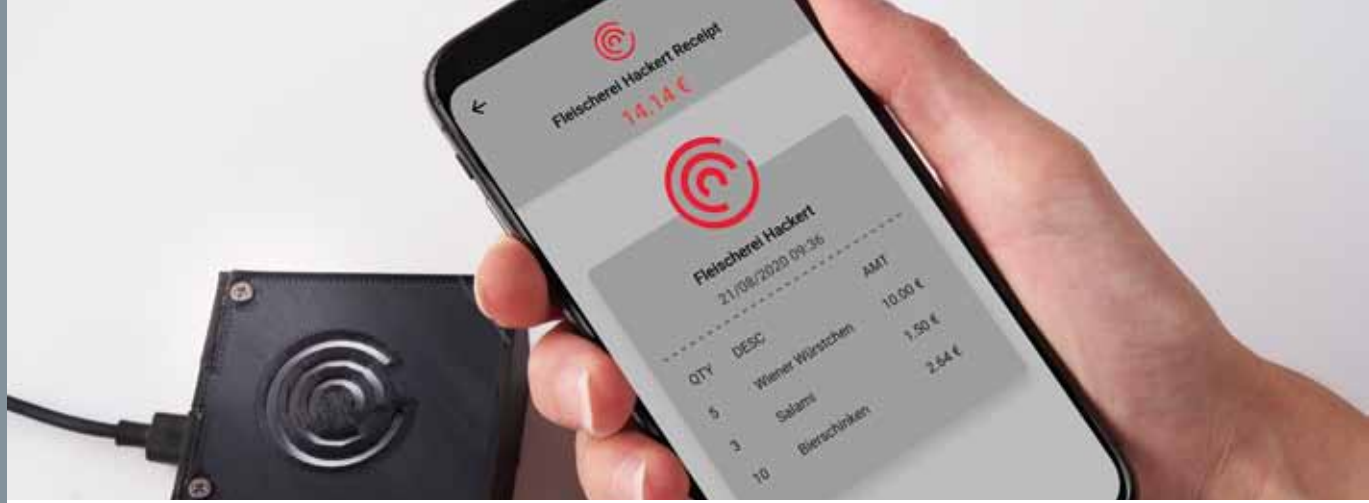
Contact: johannes.gescher@kit.edu

For a podcast (in German) of Johannes Gescher speaking about „BioElectroPlast“, click: <https://www.kit.edu/kit/biooekonomie.php>

Die mikrobielle Elektrosynthese bietet Lösungen für aktuelle Probleme, beispielsweise die Reduktion von CO₂ aus industriellen Abgasen

Microbial electrosynthesis offers solutions for current problems, such as the reduction of CO₂ from industrial offgases





KASSENBN ON AUFS SMARTPHONE

START-UP „NEOBON“ ENTWICKELT DIGITALE KASSENBNLÖSUNG

RECEIPTS DISPLAYED ON SMARTPHONES

START-UP “NEOBON” DEVELOPS DIGITAL RECEIPT SOLUTION

VON SANDRA WIEBE // TRANSLATION: HEIDI KNIERIM // FOTO: AMADEUS BRAMSIEPE

Seit Anfang des Jahres gilt die Kassensbonpflicht. In Zeiten von Umweltschutz und Müllvermeidung wurde dieses Thema öffentlich stark diskutiert. Die Studenten des KIT Paul Mattes (Informatik) und Thomas Völk (Maschinenbau) haben deshalb gemeinsam mit den Kommilitonen Josef Flöber von der Hochschule Offenburg und Kris-Filip Kahl von der Universität Potsdam das Start-up „Neobon“ ins Leben gerufen und eine digitale Kassensbonlösung entwickelt.

„Unser System besteht zunächst aus dem NeoPrinter, der am jeweiligen Verkaufsort installiert wird. Er funktioniert wie jeder andere Drucker, den man über USB anschließt“, so die Studierenden. „Die Kasse erzeugt einen Beleg, indem eine Kopie im internen Speicher der Kasse und ein Druckauftrag erstellt werden. Normalerweise gibt der Drucker den Beleg dann aus, und der Bon wird an die Kundinnen und Kunden weitergegeben. Unsere Lösung überträgt dieses Konzept einfach ins Digitale.“ Da es vor allem in ländlicheren Gegenden Deutschlands noch viele Orte gebe, an denen der mobile Internetempfang schlecht sei, funktioniere das System ganz ohne Internet.

Der Kunde benötige lediglich ein Smartphone mit NFC-Funktion, mit dem er den Neobon empfängt. NFC steht für Nahfeldkommunikation und ist ein Übertragungsstandard zum kontaktlosen Austausch von Daten. Die digitalen Belege können die Geschäfte dann auf Wunsch der Kundin ausstellen; diese können aber immer auf einen klassischen analogen Kassenzettel bestehen. Wenn kein Beleg erwünscht ist, kann dieser einfach auf dem Gerät verbleiben, wodurch ein unnötiger Belegdruck vermieden wird. „Aufgrund der physikalischen Grenzen der NFC-Technologie ist es nur möglich, das Belegsignal über eine Distanz von zwei bis vier Zentimetern zu übertragen. Das macht es praktisch unmöglich, unbemerkt und unerlaubt einen fremden Beleg einzulesen“, versichern die Gründer von Neobon. „Außerdem haben wir uns entschieden, die entstandenen Daten weder zu analysieren noch anderweitig weiterzugeben. So erhalten die Kundinnen und Kunden bestmögliche Datensicherheit.“

Die Studierenden befinden sich mit ihrem System noch in der Entwicklung. Mit der Idee gewann Neobon bei der SPARK Startup Competition den Audience Award und den Sustainability Award und beim Start-up BW Academic Seed Accelerator Program den Hauptpreis für die beste Startup-Idee in Baden-Württemberg. ■

Info: www.neobon.de

Since the beginning of the year, stores in Germany have been forced to issue receipts to their customers. In times of environmental protection and waste avoidance, this issue has been the subject of much public discussion. In view of this situation, KIT students Paul Mattes (informatics) and Thomas Völk (mechanical engineering) together with their fellow students Josef Flöber from Offenburg University of Applied Sciences and Kris-Filip Kahl from University of Potsdam have created the start-up “Neobon” (with “neo” meaning “new” and “bon” being the German word for “receipt”) and developed a digital receipt solution.

“Our system consists, on the one hand, of the NeoPrinter, which is installed at the respective point of sale. NeoPrinter works like any other printer connected via USB,” the students say. “The cash register produces a receipt by generating a copy in the register’s internal memory and by creating a print job. Normally, the printer then prints the receipt and the receipt is passed on to the customer. Our solution simply transfers this concept to digital.” Because there are still many places, particularly in the rural areas of Germany, where there is only poor mobile Internet, the system is designed to work completely without the Internet.

The customer only needs a smartphone with NFC function to receive the Neobon receipt. NFC stands for Near Field Communication and is a transmission standard for contactless data exchange. The digital receipts can then be issued by the stores at the customer’s request. The customer, however, can always insist on a classic analog receipt. If no printed receipt is desired, it can simply remain on the device, thus avoiding unnecessary printing. “Due to the physical limitations of the NFC technology, the receipt signal can only be transmitted over a distance of 2 to 4 cm. This makes it practically impossible to read a foreign receipt unnoticed and without permission,” the founders of Neobon affirm. “In addition, we have decided not to analyze or otherwise pass on the resulting data. Thus, the customer is assured the best possible data security.”

The Neobon system is still in the process of development. The idea won the Audience and Sustainability Awards at the SPARK Startup Competition and the first prize for the best startup idea in Baden-Württemberg at the Startup BW Academic Seed Accelerator Program. ■

Read more: www.neobon.de



Sharp Molecular

Scissors



In order to better adapt plants
to changing environmental
conditions, their properties can
be specifically modified using the
CRISPR/Cas gene scissors

Um Pflanzen besser auf wechselnde
Umweltbedingungen anzupassen,
können ihre Eigenschaften mithilfe
der Genschere CRISPR/Cas gezielt
verändert werden



Thousands of Arabidopsis thaliana plants grow in the experimental greenhouse of KIT

Tausende Ackerschmalwand-Pflanzen wachsen im experimentellen Gewächshaus des KIT

RESEARCHERS AT KIT'S BOTANICAL INSTITUTE OPTIMIZE PLANT PROPERTIES BY RECOMBINING ENTIRE CHROMOSOMES WITH CRISPR/CAS TECHNOLOGY

BY DR. SIBYLLE ORGELDINGER // TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

The bioeconomy cannot do without sustainable and profitable agriculture. To better adapt plants to changing environmental conditions, their properties can be combined precisely using CRISPR/Cas technology. Thanks to research by KIT's Botanical Institute, this can now be done even more efficiently.

Thousands of inconspicuous thale cress plants are growing in the experimental greenhouse of KIT. The plant's scientific name is *Arabidopsis thaliana*. For the scientists on the team of Professor Holger Puchta, this plant is ideal for fundamental research into genetic material. It is rather small and matures only six to eight weeks after germination. It self-pollinates and has many descendants. All this saves time and costs. Above all, the thale cress genome is small and fully decoded. The number of chromosomes also is small. This facilitates analysis on the microscopic and molecular levels. "Changes in chromosomes do not occur often," Holger Puchta says. "We have to tickle the system for such changes to occur." The molecular biologist is fascinated by his work. The findings obtained from his team's experiments with the modest weed will help improve future agricultural crops, such as wheat, rice, corn or tomatoes. The goal is to combine as many desired properties as possible in terms of yield, nutrients, taste, and resistance to diseases, pests, and extreme

climatic conditions. "Actually, we do not invent anything new," Puchta explains. "We only bring the results of evolution together to use resources efficiently."

The tool for this purpose can be compared with a fine surgical instrument. CRISPR/Cas molecular scissors are used to modify the genetic information in plants. For some years now, Holger Puchta, who is professor of Molecular Biology and Biochemistry at KIT's Botanical Institute, has been working on the CRISPR/Cas technology. Now, he has succeeded in sharpening these molecular scissors. In the past, it was possible to exchange single genes only; now, entire chromosomes can be recombined, which is a significant progress. In the genome, i.e. in the genetic material, individual genes are located in fixed order on the chromosomes. Decisive genes often are located close to each other on the same chromosome and are passed on together. "It is these chromosomes that matter," Puchta says. "So far, many chromosomal parts in crop plants have been inaccessible for cultivation. The improved CRISPR/Cas technology allows us to transfer many genes at the same time from one chromosome to another. In this way, it will be possible in the future to separate bad properties from good ones and to combine several good properties. Also, complex traits in which several genes are involved, such as drought resistance, may



The thale cress (Arabidopsis thaliana) model plant is suited well for fundamental research into genetic material

Die Modellpflanze Ackerschmalwand (Arabidopsis thaliana) ist gut geeignet, um Grundlagenforschung an genetischem Material durchzuführen

FOTOS: RICCARDO PREVETE

be introduced into plants. In view of climate change and its impacts, future agriculture will profit enormously.”

Together with Professor Andreas Houben from the Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (IPK) in Gatersleben, the team of Holger Puchta used the thale cress plant model to demonstrate for the first time how the Cas9 protein from the *Staphylococcus aureus* bacterium can be used to exchange arms between chromosomes, i.e. parts of the single strand. The recombined chromosomes are then passed on as usual. The corresponding study is reported in *Nature Plants*.

Scientists have been working for decades on molecular scissors. For some years now, CRISPR/Cas has been used. The acronym stands for a certain section on the DNA (CRISPR – Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats) and an enzyme (Cas) that recognizes this section and cuts the DNA precisely at that point. DNA (deoxyribonucleic acid) carries genetic information. By means of the CRISPR/Cas technology, genes can be removed, inserted, or exchanged and, for the first time now, recombination of chromosomes is possible. The plants produced by so-called genome editing do not contain any foreign DNA. Hence, they should not be equated to classical genetically modified organisms. CRISPR/Cas also cannot be compared with conventional mutagenesis, during which chemicals or radioactive radiation cause fractures at many points in the genetic material. “CRISPR/Cas, by contrast, is precise and the plants produced cannot be distinguished from plants cultivated in a conventional way,” Puchta explains. The molecular biologist is one of the authors of an opinion issued by the National Academy of Sciences Leopoldina, the German Research Foundation, and the Union of German Academies of Sciences, which calls for a short-term amendment of European genetic engineering legislation and for a reevaluation of genome editing products.

The CRISPR/Cas technology is based on a natural principle – on mutation, without which there would be no evolution. For thousands of years, humans have made use of the fact that the genetic material of organisms changes by evolution: They cultivate cultural crops by selecting and crossing plants with various favorable properties. However, traditional plant cultivation is time-consuming. Moreover, disadvantageous traits cannot be prevented from entering the plants. For many years, Holger Puchta has studied how plants can be cultivated more quickly and more pre-



Holger Puchta is professor of Molecular Biology and Biochemistry at KIT's Botanical Institute

Holger Puchta ist Professor für Molekularbiologie und Biochemie am Botanischen Institut des KIT

Molekulare Schere scharf geschliffen

Forscherinnen und Forscher am Botanischen Institut des KIT setzen mithilfe der Genschere CRISPR/Cas Chromosomen von Pflanzen neu zusammen

Für die Bioökonomie ist eine nachhaltige und ertragreiche Landwirtschaft essenziell. Pflanzen, die zur Rohstoff- und Nahrungsmittelproduktion verwendet werden, müssen sich jedoch fortwährend an sich verändernde Umweltbedingungen anpassen. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Botanischen Institut des KIT haben nun einen noch besseren Weg gefunden, dafür nützliche Eigenschaften von Pflanzen gezielt zu kombinieren. Als Werkzeug dient ihnen die Genschere CRISPR/Cas, mit der es möglich ist, die genetische Information von Pflanzen zu verändern. Professor Holger Puchta, Professor für Molekularbiologie und Biochemie am Botanischen Institut des KIT, arbeitet bereits seit einigen Jahren an der Technologie. Zusammen mit seiner Forschungsgruppe ist es ihm gelungen, die molekulare Schere scharf zu schleifen: Bisher konnten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mithilfe von CRISPR/Cas nur einzelne Gene austauschen. Jetzt kann die Schere ganze Chromosomen neu zusammensetzen. Das bedeutet einen wesentlichen Fortschritt. Im Erbgut sind die einzelnen Gene in einer festgelegten Reihenfolge auf den Chromosomen angeordnet. Entscheidende Gene liegen häufig ganz nah beieinander auf demselben Chromosom und werden zusammen vererbt. Die verbesserte CRISPR/Cas-Technologie macht es möglich, viele Gene gleichzeitig von einem Chromosom auf ein anderes zu übertragen. Gemeinsam mit Professor Andreas Houben vom Leibniz-Institut für Pflanzen-genetik und Kulturpflanzenforschung (IPK) in Gatersleben konnten die Forscherinnen und Forscher um Puchta an der Modellpflanze Ackerschmalwand erstmals demonstrieren, wie sich mithilfe des Proteins Cas9 ganze Arme zwischen Chromosomen austauschen lassen. Die neu zusammengesetzten Chromosomen werden wiederum normal vererbt.

Mithilfe der weiterentwickelten Genschere wird es künftig möglich sein, unvorteilhafte Eigenschaften noch leichter von guten zu trennen und mehrere gute Eigenschaften in weniger Schritten zu verbinden. Auch komplexe Eigenschaften, wie Salz- oder Trockenresistenz, an denen mehrere Gene beteiligt sind, sollten sich damit künftig gezielt in Kulturpflanzen einbringen lassen – wichtig angesichts des Klimawandels. Über ihre Studie berichten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in der Zeitschrift *Nature Plants*. ■

Kontakt: holger.puchta@kit.edu

Weitere Informationen zur CRISPR/Cas-Technologie unter <https://www.botanik.kit.edu/molbio/index.php>

Die Originalpublikation in der Fachzeitschrift *Nature Plants*: Natalja Beying, Carla Schmidt, Michael Pacher, Andreas Houben, and Holger Puchta: CRISPR/Cas9-mediated induction of heritable chromosomal translocations in *Arabidopsis*. *Nature Plants*, 2020. DOI: 10.1038/s41477-020-0663-x

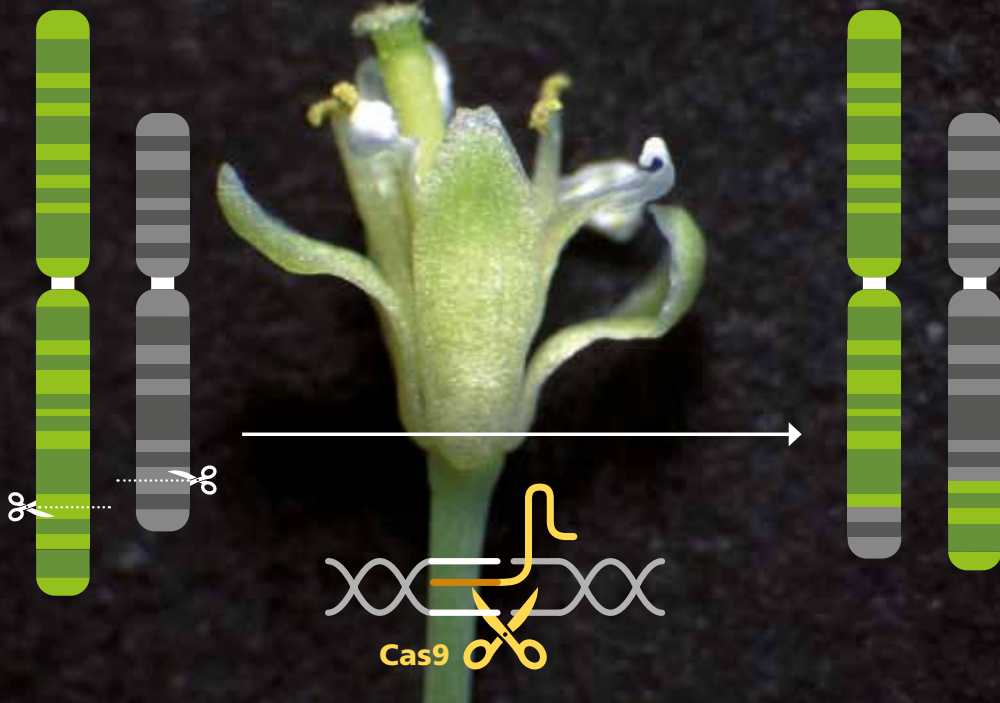


FOTO: ANGELINA SCHINDELE/BOTANISCHES INSTITUT/KIT

With the help of the Cas9 protein from the *Staphylococcus aureus* bacterium, arms can be exchanged between chromosomes for the first time

Mithilfe des aus dem Bakterium *Staphylococcus aureus* stammenden Proteins Cas9 können erstmals Arme zwischen Chromosomen ausgetauscht werden

cisely. He is deemed a pioneer of genome editing and was twice in succession granted the renowned Advanced Grant by the European Research Council (ERC) for his research. Within the framework of his first project funded by an ERC Advanced Grant, Puchta established various applications of the then relatively new CRISPR/Cas technology for single genetic modifications in plants. His current project "Multidimensional CRISPR/Cas mediated engineering of plant breeding," CRISBREED for short, now focuses on the recombination of plant chromosomes by means of CRISPR/Cas systems. "The gene scissors currently used at the laboratory can be produced within two to three days and cost around EUR 20 only,"

Puchta says. "This precise and inexpensive technology indeed has the potential to revolutionize plant cultivation." ■

Contact: holger.puchta@kit.edu

For more information on the CRISPR/Cas technology, click <https://www.botanik.kit.edu/molbio/index.php> (in German)

Study in the Nature Plants journal: Natalja Beying, Carla Schmidt, Michael Pacher, Andreas Houben, and Holger Puchta: CRISPR/Cas9-mediated induction of heritable chromosomal translocations in *Arabidopsis*. Nature Plants, 2020. DOI: 10.1038/s41477-020-0663-x



FOTO: RICCARDO PREVEITE

ANZEIGE



Fachinformationen bitte!

Alle Medien schnell, einfach und überall verfügbar.

In unserem Katalog sind über 35 Millionen Titel gelistet, für jeden Bedarf das Richtige. Schweitzer arbeitet eng mit allen führenden E-Procurement-Anbietern zusammen und stellt für Sie einen reibungslosen Best-in-Class-Beschaffungsprozess sicher.

Im Raum Karlsruhe klingeln Sie bitte einfach bei uns an:

Schweitzer Fachinformationen | Karlsruhe

Karlstr. 76 | 76137 Karlsruhe | Tel: +49 721 98161-0

karlsruhe@schweitzer-online.de

Öffnungszeiten: Mo. - Fr. 10.00 - 18.30 Uhr | Sa. 10.00 - 14.00 Uhr

Oder bestellen Sie gleich online:

www.schweitzer-online.de

schweitzer
Fachinformationen

Die Die Materialprüfungs- und Forschungsanstalt Karlsruhe (MPA) ist als national anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle ein wichtiges Instrument. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler prüfen Baustoffe und betrachten alle Eventualitäten, die auf ein Bauwerk einwirken können

As a nationally recognized testing, inspection, supervision, and certification office, the Materials Testing and Research Institute Karlsruhe (MPA) is an important instrument. The scientists test construction materials and analyze all potential impacts that might act on a building



MASSIV GEBAUT,

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des KIT forschen vorwiegend an mineralischen Baustoffen und alternativen Herstellungsprozessen.

The scientists at KIT mainly conduct research into mineral building materials and alternative manufacturing processes.

freundlich fürs

Klima

DIE EXPERTISE DES KIT BRINGT IM NETZWERK SOLID UNIT NACHHALTIGE INNOVATIONEN FÜR DEN MASSIVBAU SCHNELLER IN DIE PRAXIS

VON ANJA FRISCH





Professor Frank Dehn,
Leiter der Abteilung
Baustoffe und Betonbau
(BT) des Instituts für
Massivbau und
Baustofftechnologie
(IMB) und der
Materialprüfungs- und
Forschungsanstalt
Karlsruhe (MPA)

Professor Frank Dehn,
Head of the Institute
of Concrete Structures
and Building Materials
(IMB) and of the
Materials Testing and
Research Institute
Karlsruhe (MPA)



FOTO: MARKUS BREIG

FOTO: MARKUS BREIG/AMADEUS BRAMSIEPE

„Betonbau hört sich schwer und wenig ‚grün‘ an. Wir zeigen, wie innovativ und nachhaltig das Bauen mit Beton sein kann“, sagt Professor Frank Dehn, Leiter der Abteilung Baustoffe und Betonbau (BT) des Instituts für Massivbau und Baustofftechnologie (IMB), und der Materialprüfungs- und Forschungsanstalt Karlsruhe (MPA Karlsruhe). Der Bauingenieur vertritt das KIT als Fachbeirat im Netzwerk solid UNIT. Darin haben sich Mitglieder aus Bauwirtschaft und Baustoffindustrie, Kammern und Fachverbänden sowie Forschungsinstituten und Hochschulen in Baden-Württemberg zusammengetan, um ressourceneffizientes und CO₂-einsparendes Bauen voranzutreiben.

Das im Dezember 2019 als Verein gegründete Netzwerk versteht sich als Technologiedrehscheibe, die neue Erkenntnisse, Baustoffe und Bauverfahren im Dialog zwischen Fachexperten und Anwendern schneller auf der Baustelle zum Einsatz kommen lassen möchte.

„Wir brauchen Lösungen dafür, wie wir mit den vorhandenen Rohstoffen effizient umgehen, um den steigenden Bedarf an Infrastruktur und im Gebäudesektor zu decken und dazu beitragen zu können, die weltweiten CO₂-Emissionen zu senken“, sagt Dehn. Dennoch ist die Bauindustrie ein maßgeblicher Verursacher des menschengemachten

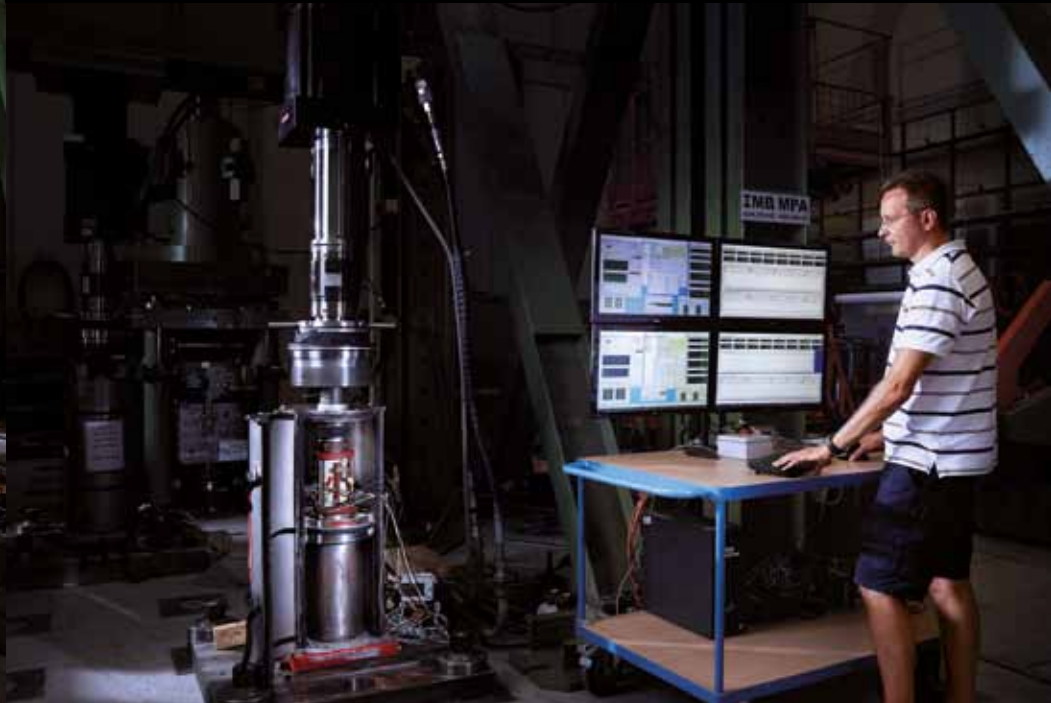
CO₂-Ausstoßes. Die Expertinnen und Experten des IMB und der MPA Karlsruhe forschen vorwiegend an mineralischen Baustoffen und alternativen Herstellungsprozessen. Um bei der Produktion von Baustoffen CO₂ einzusparen, befasst sich ein interdisziplinäres Wissenschaftlerteam etwa damit, wie Reststoffe verwertet werden können. Besonderes Forschungsinteresse gilt zudem der Langzeitbeständigkeit von Betonen, die unter Verwendung von Recyclingmaterialien hergestellt wurden, und der Frage, wie neuartige Bindemittel, die zur CO₂-Reduzierung für die Betonherstellung eingesetzt werden, dessen bauspezifische Eigenschaften beeinflussen.



FOTOS: MAGALI HAUSER

Die Digitalisierung schafft neue Sortiermöglichkeiten, die es durch Sensorik und optische Verfahren ermöglichen, verschiedene Materialbestandteile zu erkennen und zu charakterisieren

Digitization creates new sorting options, as sensors and optical processes enable detection and characterization of different material components



Climate-compatible Concrete Construction

Within the solid UNIT Network, KIT's Expertise Accelerates Transfer of Sustainable Innovations to Practice

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

Im Fokus der Forschenden steht unter anderem die Langzeitbeständigkeit von Betonen aus Recyclingmaterialien

Among others, work of researchers focuses on the long-term resistance of concretes from recycled materials



"Concrete Construction sounds heavy and hardly 'green,' but we show how innovative and sustainable construction with concrete may be," says Professor Frank Dehn, Head of the Institute of Concrete Structures and Building Materials (IMB) and of the Materials Testing and Research Institute Karlsruhe (MPA Karlsruhe). The civil engineer represents KIT on the advisory board of the solid UNIT network. This is an association of construction industry, chambers, expert associations, and research institutes and universities in Baden-Württemberg to push resource-efficient construction while reducing CO₂ emissions. It was established in December 2019 and envisions itself as a technology hub that fosters dialog between experts and users to more rapidly transfer the latest findings, construction materials, and construction processes to the construction site.

"We need solutions for the efficient use of existing resources to cover the growing need in the infrastructure and building sectors and for reducing worldwide CO₂ emissions," Dehn says, because the construction industry still produces a major share of anthropogenic CO₂ emissions. The experts of IMB and MPA Karlsruhe mainly study mineral construction materials and alternative production processes. The search for climate-friendly solutions in the construction sector profits from exchange within the network. "In solid UNIT, all stakeholders are represented and act in concert to rapidly transfer new technologies and construction materials to practice," Dehn emphasizes.

The Materials Testing and Research Institute plays an important role. "MPA Karlsruhe is a nationally recognized inspection, supervision, and certification institution. We test construction materials thoroughly and analyze all potential impacts that might act on a building," Dehn says. He considers it thrilling to not only conduct basic research, but also think of the application of products. "They do not only have to work, but also have to be marketable." ■

Contact: frank.dehn@kit.edu

For a podcast (in German) of Frank Dehn speaking about solid UNIT, click: <https://www.kit.edu/kit/biooekonomie.php>

Die Suche der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nach klimafreundlichen Lösungen für den Bau profitiert von solid UNIT. „Der Austausch mit Verbänden und Praktizierenden ist am KIT selbstverständlich. Bei solid UNIT sind unter dem Netzwerkgedanken alle Stakeholder zugleich am Tisch“, sagt Dehn. „Der Fachbeirat berät das Netzwerk, greift Fragen auf und identifiziert gemeinsam mit den anderen Netzwerkteilnehmenden weiteren Forschungsbedarf“, erläutert der Professor für Baustoffe und Betonbau.

Im Sinne einer Kreislaufwirtschaft befassen sich die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am IMB und der MPA Karlsruhe unter anderem auch mit Upcycling von Baustoffen: „Über mechanische und thermische Aufbereitung kann ein bereits verarbeitetes Material nahezu wieder seine ursprünglichen Eigenschaften erhalten“, sagt Dehn. Er nennt es „immens wichtig“, Wertschöpfung, Produktivität und Nachhaltigkeit miteinander zu ver-

knüpfen. Hierfür bieten die digitalen Ansätze wie Maschinelles Lernen (ML) und Künstliche Intelligenz (KI) ein riesiges Potenzial. Der Digitalisierung generell gilt deshalb bei solid UNIT ein besonderes Augenmerk.

Um ganze Gebäude – zumindest aber Gebäudeteile – zu recyceln, ist eine möglichst hohe Sortenreinheit der unterschiedlichen Baustoffe notwendig. „Mit der Digitalisierung stehen neue Sortiermöglichkeiten zur Verfügung, die es durch Sensorik und optische Verfahren ermöglichen, verschiedene Materialbestandteile zu erkennen und zu charakterisieren“, erläutert Dehn. Zudem soll digitales Gebäude-Monitoring vom ersten Tag der Errichtung an Daten zu Umwelteinwirkungen und zum Alterungsverhalten von Bauwerken sammeln, die eine Einschätzung der Schädigung und Aussage über die Eignung für eine Wiederverwendung ermöglichen. Auch dazu wird am IMB und an der MPA Karlsruhe geforscht.

„Bei solid UNIT ziehen alle an einem Strang, um neue Technologien und Baustoffe schnell in die Praxis zu bringen“, betont der Wissenschaftler des KIT. Einen wesentlichen Part übernimmt die Materialprüfungs- und Forschungsanstalt. „Als national anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle ist die MPA Karlsruhe ein wichtiges Instrument. Wir prüfen Baustoffe auf Herz und Nieren und bedenken alle Eventualitäten, die auf ein Bauwerk einwirken könnten“, erläutert der Leiter der MPA Karlsruhe Dehn. Er nennt es eine spannende Herausforderung, neben der Grundlagenforschung auch die Anwendung von Produkten im Auge zu haben: „Es muss nicht nur funktionieren, sondern auch am Markt durchsetzbar sein.“ ■

Kontakt: frank.dehn@kit.edu

Einen Podcast mit Professor Frank Dehn zum Netzwerk solid UNIT finden Sie unter: <https://www.kit.edu/kit/biooekonomie.php>



Spannende Herausforderung: solid UNIT ermöglicht den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern über die Grundlagenforschung hinaus einen Blick auf die Anwendung von Produkten

Exciting challenge: solid UNIT enables scientists to not only conduct basic research, but also think of the application of products

ERSTE BUNDESWEITE REGENMESSUNG MIT DEM MOBILFUNKNETZ

Regen kann die Leistungsfähigkeit eines Mobilfunknetzes erheblich beeinträchtigen. Was die Telekommunikation stört, macht sich dagegen die meteorologische Forschung zunutze. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern am Institut für Meteorologie und Klimaforschung – Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU) und an der Universität Augsburg gelang jetzt die erste deutschlandweite Regenmessung mit dem Mobilfunknetz. Aus der niederschlagsbedingten Abschwächung der Funkverbindung zwischen mehreren tausend Mobilfunkmasten konnten sie zeitlich hochaufgelöste Regenkarten generieren. Die neue Technologie könnte vor allem in Regionen zum Einsatz kommen, in denen flächendeckende Messungen bislang zu teuer sind und deshalb präzise Niederschlagsdaten fehlen. Ein weiteres Projekt der Forscherinnen und Forscher startet etwa in Burkina Faso, wo erstmals eine landesweite Erfassung von Richtfunkstrecken in Afrika aufgebaut werden soll.

Publikationen: DOIs: 10.5194/hess-24-2931-2020 und 10.5194/amt-13-3835-2020
Kontakt: harald.kunstmann@kit.edu

Foto: Cynthia Ruf



AEROSOLS HAVE AN IMPACT ON SOLAR POWER YIELD IN EUROPE

High up in the atmosphere, even the smallest particles lead to the formation of clouds. That is why air flows that carry Sahara dust to Europe and particulates released by extensive forest fires also affect our weather. In the PermaStrom research project, a joint research team from the KIT Institute of Meteorology and Climate Research – Department Troposphere Research, German Weather Service (DWD), and meteocontrol, a solar energy service provider, is investigating how to better account for such events in weather forecasts. The insights gained from the project should help make more precise yield forecasts for photovoltaic systems. Accurate photovoltaic yield predictions are crucial for power grid management. If they are incorrect, the missing energy must be provided temporarily by other means. For their studies, the researchers use both measurement data from weather stations and data provided by satellites and then process them in an advanced numerical weather forecasting system. The German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy funds this project with 2.5 million euros.

Contact: bernhard.vogel@kit.edu

TRANSLATION: FACHÜBERSETZUNGEN HUNGER/ALTMANN GBR

FLEXIBLES PRODUKTIONSSYSTEM FÜR VARIANTENVIELFALT

Vom Sportschuh bis zur Autoausstattung – Kundinnen und Kunden wünschen sich immer individueller gestaltete Produkte. Forscherinnen und Forscher des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) entwickeln ein neuartiges Produktionsplanungssystem, das die hohe Produktivität und Genauigkeit von Spezialmaschinen mit der Flexibilität und Wandlungsfähigkeit von Industrierobotern kombiniert. „Die Wertstromkinematik könnte die heutige Produktionslandschaft revolutionieren“, sagt Professor Jürgen Fleischer, Leiter des Instituts für Produktionstechnik (wbk). Das System setzt sich aus mehreren einheitlichen und frei konfigurierbaren Einzeleinheiten (Kinematiken) zusammen. Der Aufbau ermöglichte eine häufige und flexible Neuordnung des Produktionssystems, ohne dass kostspielige zusätzliche Anlagen hinzugekauft werden müssen. „Produktionstechnologien müssen den sich ändernden Bedingungen des Marktes und den stetig steigenden technologischen Anforderungen gerecht werden. Unser Ziel ist, für neue Prozesse und Anforderungen innovative Lösungen zu identifizieren und zu entwickeln“, so Fleischer.

Kontakt: jürgen.fleischer@kit.edu

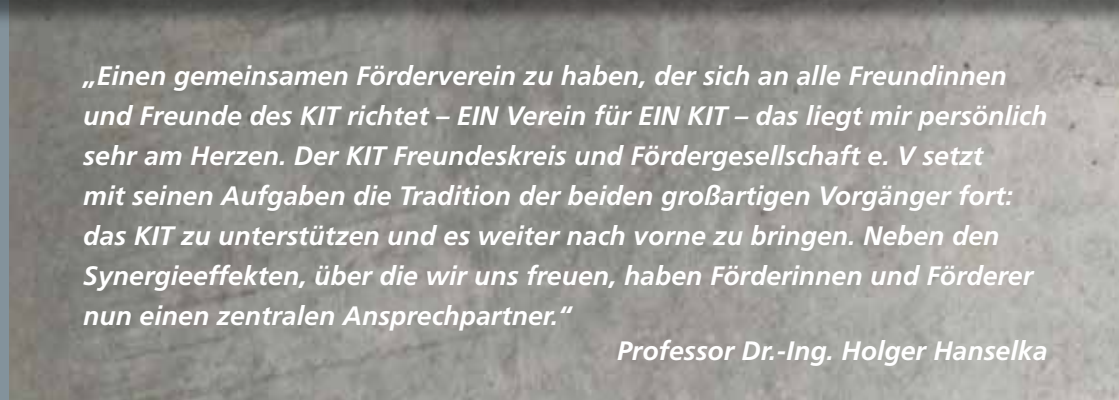


TECHNOLOGIEKALENDER UNTERSTÜTZT UNTER- NEHMEN BEIM MOBILITÄTSWANDEL

Autonomes Fahren, Elektromobilität, synthetische Kraftstoffe: Unsere Mobilität verändert sich zusehends. Der „Technologiekalendar Strukturwandel Automobil Baden-Württemberg“, den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des KIT-Zentrums Mobilitätssysteme mitentwickelt haben, unterstützt kleine und mittlere Unternehmen (KMU) bei diesem Wandel. Er beschreibt, wie sich automobiler Schlüsseltechnologien bis 2035 entwickeln können, und hilft Unternehmen, zukunftsfähige Produkte und Geschäftsfelder zu identifizieren, gezielt Kompetenzen aufzubauen und so wettbewerbsfähig zu bleiben. „Besonders für baden-württembergische Unternehmen sehen wir große Wertschöpfungspotenziale im Hinblick auf deren hohe Produkt- und Fertigungskompetenz“, sagt Sascha Ott, Geschäftsführer des KIT-Zentrums Mobilitätssysteme. Bei der Entwicklung des Kalenders setzten die Forscher auf ein systematisches, mehrstufiges Befragungsverfahren, um zukünftige Trends, technische Entwicklungen und dergleichen möglichst objektiv einschätzen zu können.

Kontakt: sascha.ott@kit.edu

FOTO: SANDRA GOETTISHEIM



„Einen gemeinsamen Förderverein zu haben, der sich an alle Freundinnen und Freunde des KIT richtet – EIN Verein für EIN KIT – das liegt mir persönlich sehr am Herzen. Der KIT Freundeskreis und Fördergesellschaft e. V setzt mit seinen Aufgaben die Tradition der beiden großartigen Vorgänger fort: das KIT zu unterstützen und es weiter nach vorne zu bringen. Neben den Synergieeffekten, über die wir uns freuen, haben Förderinnen und Förderer nun einen zentralen Ansprechpartner.“

Professor Dr.-Ing. Holger Hanselka

EIN FÖRDERVEREIN FÜR EIN KIT

Aus der Historie des KIT heraus standen bis 2019 noch zwei Fördervereine Seite an Seite: Die KIT-Fördergesellschaft e.V. (KFG) und der Freundeskreis des Forschungszentrums Karlsruhe e.V. Diese haben sich nun zum KIT Freundeskreis und Fördergesellschaft e.V. (KFG) zusammengeschlossen. Vorsitzender des KFG ist Michael Huber, Vorsitzender des Vorstands der Sparkasse Karlsruhe Ettlingen. Der Präsident des KIT, Professor Holger Hanselka, übernimmt das Amt des Verwaltungsratsvorsitzenden. Der KFG möchte den Zusammenhalt und den Austausch innerhalb des KIT fördern, enge Verbindungen zwischen Wissenschaft und Praxis schaffen, die Beziehungen zwischen Lehrenden und Lernenden vertiefen, besondere Leistungen in Wissenschaft und Infrastruktur anerkennen – beispielsweise durch die Vergabe der Heinrich-Hertz-Gastprofessur oder der Otto Haxel-Preise – und den Kontakt zu denjenigen pflegen, die am Leben des KIT teilhaben und es mitgestalten möchten. Außerdem verwaltet er freie Spenden, Zweckspenden und Stiftungen. Allen, die an Forschung, Lehre, Innovation und akademischem Leben interessiert sind, bietet der KFG die Möglichkeit, das KIT aktiv zu unterstützen und das Campusleben mitzugestalten. Jede und jeder kann Mitglied werden – der Verein freut sich auf Sie.

Info: www.kfg.kit.edu

NEW EU PROJECT TO BOOST BATTERY DEVELOPMENT

In order to achieve the climate neutrality targeted by the European Union (EU) and Germany by 2050, greenhouse gas emissions in general and from road traffic in particular must be reduced significantly. The systematic expansion of electromobility is expected to make a major contribution to this objective. However, this will require more cost-effective and sustainable alternatives to existing batteries. The BIG-MAP project, which is funded by the EU, aims to significantly shorten the time it takes to develop new types of batteries – with a special focus on sustainability. KIT and Ulm University are participating in the project via the CELEST research platform. The BIG-MAP budget amounts to 16 million euros, involving 34 institutions from 15 countries. KIT, with its three professors Maximilian Fichtner, Wolfgang Wenzel, and Helge Stein, is the second largest recipient of funds. The BIG-MAP project is the largest single research project of the European research initiative for batteries, BATTERY 2030+. It also boosts the research activities in the joint Post-Lithium Storage cluster of excellence.

Contacts:
maximilian.fichtner@kit.edu,
wolfgang.wenzel@kit.edu,
and helge.stein@kit.edu

TRANSLATION: FACHÜBERSETZUNGEN
HUNGER/ALTMANN GBR



„Ein **Verlust**, den wir **nicht hinnehmen** können“



Der Wald ist für viele Menschen ein Rückzugsort, der zur Entspannung vom stressigen Alltag in den Großstädten einlädt. Die Erkenntnisse von Almut Arneth tragen dazu bei, das Ökosystem zu erhalten und zu schützen

For many people, the forest is a place of retreat, inviting them to relax from the stressful everyday life in the big cities. Almut Arneth's findings contribute to preserving and protecting the ecosystem

DIE ÖKOSYSTEM- FORSCHERIN ALMUT ARNETH SUCHT NACH ANTWORTEN AUF ARTENSTERBEN, KLIMAWANDEL UND DEN UMGANG MIT DER BEGRENZTEN RESSOURCE LAND

VON ALMUT OCHSMANN

*Almut Arneth, Ökosystem-
forscherin und Professorin am
Institut für Geographie und
Geoökologie (IFGG) und
Leiterin der Abteilung
„Ökosystem-Atmosphäre
Interaktionen“ am
Campus Alpin des KIT*

*Almut Arneth, ecosystem
researcher and professor at the
Institute of Geography and
Geoecology (IFGG) and head
of the Division „Ecosystem-
Atmosphere Interactions“
on KIT's Campus Alpine*



FOTO: GABI ZACHMANN



FOTO: MARKUS BREIG

Beeren pflücken, Pilze sammeln, das Rauschen der Bäume hören – all das bieten uns die Wälder. Auch Prof. Dr. Almut Arneth geht gern in den Wald: „Wer tut das nicht?“, fragt sie. „Im Wald können wir vom stressigen Leben in den Großstädten entspannen. Das ist eine Ökosystemleistung, die kaum messbar, aber unglaublich wichtig ist.“ Almut Arneth ist Ökosystemforscherin und Professorin am Institut für Geographie und Geoökologie (IFGG). Am Standort Campus Alpin in Garmisch-Partenkirchen (IMK-IFU) leitet sie die Abteilung „Ökosystem-Atmosphäre Interaktionen“. Meist kommt Arneth mehrmals pro Semester nach Karlsruhe, sei es für Besprechungen oder ihre eigene Blockvorlesung. Oft reist sie aber auch in andere Länder, da es in der Geoökologie viele internationale Projekte gibt: „Die Wissenschaft lebt vom Austausch. Die Perspektive derer, die in Afrika, Asien oder Australien Forschung zu Umwelt, Klimawandel und Biodiversitätsverlust machen, ist eine ganz andere als unsere hier in Deutschland.“ Der Klimawandel beschäftigt zwar weltweit alle, sagt Arneth, aber wie stark etwa die Wirtschaft eines Landes von Land- und Forstwirtschaft geprägt sei, bestimme auch die Sichtweise auf die Problematik. Während die einen eher auf großflächige Wiederaufforstungen setzen, um CO₂ aus der Atmosphäre in Wäldern zu binden, denken die anderen eher an den Anbau von Bioenergiepflanzen, beides ist jedoch nicht unbedingt nachhaltig. Die Erkenntnisse der Wissenschaftlerinnen tragen dazu bei, Ökosysteme zu erhalten und zu schützen, damit wir die Freude eines Waldspaziergangs auch in Zukunft erleben können.

Almut Arneth untersucht, wie Klimawandel und Landnutzungswandel sich auf unter-

schiedliche Ökosysteme der Erde auswirken und wie wir mit ökosystembasierten Lösungen zur Klimawandelminderung beitragen können, ohne dabei die Biodiversität zu vergessen. Ihr Fokus liegt dabei auf Modellen: Mit globalen Simulationsmodellen berechnet sie, wie sich die Vegetation unter verschiedenen zukünftigen Szenarien global entwickeln würde, wie viel Wald wachsen könnte, wie sich die Ernteerträge ändern würden: „Sowohl durch sich ausdehnende landwirtschaftliche Flächen als auch durch mehr Waldflächen könnte es große Konflikte geben, denn unsere Ressource Land ist begrenzt“, erläutert sie. Die sogenannten dynamischen Vegetationsmodelle simulieren, wie die Pflanzen voraussichtlich wachsen werden. Die atmosphärische CO₂-Konzentration, der Stickstoffeintrag und das Wasserangebot sind Faktoren, die das Pflanzenwachstum beeinflussen. Berechnet werden die Modelle am Computer, danach müssen sie dem Realitätscheck standhalten: „Wir kooperieren mit Arbeitsgruppen, die Feldexperimente machen und unterschiedlichste Daten zusammentragen, sowohl bei uns in Garmisch als auch weltweit. Auch Satellitendaten werden immer wichtiger, um die Modelle zu verbessern und neue Algorithmen einzubauen.“

Almut Arneth hat zunächst Biologie studiert: „Ich komme von der beobachtenden Seite. Am Anfang meiner wissenschaftlichen Karriere habe ich gemessen, wie viel Kohlenstoff Wälder und andere Ökosysteme aufnehmen“, sagt sie. In ihrer Doktorarbeit ging es um den Stoffwechsel eines Pinienwaldes in Neuseeland. Arneth forschte einige Jahre in Neuseeland, dann in Deutschland und ging 2004 nach Schweden an die Universität in Lund. Seit 2012 ist sie Professorin am KIT. „In unter-



FOTO: WILDMEDIA/STOCK.ADOBE.COM

“A Loss We Cannot Accept”

Ecosystem Researcher Almut Arneth Is Looking for Answers to Species Extinction, Climate Change, and the Challenge of Dealing with Limited Land Resources

TRANSLATION: HEIDI KNIERIM

Picking berries, gathering mushrooms, listening to the rustling of the trees: In forests, we can relax from life in the big city. “This is an ecosystem service that can hardly be measured, but is incredibly important,” says Almut Arneth. The professor at the Institute of Geography and Geoecology (IFGG) is an ecosystem researcher and heads the division “Ecosystem-Atmosphere Interactions” at the Institute of Meteorology and Climate Research – Atmospheric Environmental Research (IMK-IFU). Arneth investigates how climate change and land use change affect different ecosystems on Earth and how we can contribute to climate change mitigation with ecosystem-based solutions, without forgetting biodiversity. Her findings contribute to the preservation and protection of ecosystems, so we can continue to experience the joy of a forest walk in the future.

The researcher was a member of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) and was co-author of last year’s IPCC Special Report on Climate Change and Land. She negotiated the document together with researchers and government delegations from the participating countries. Arneth says that not much has changed since the founding of the IPCC more than thirty years ago: “Now, as then, we must reduce our fossil fuel consumption very substantially. The concentration of CO₂ in the atmosphere continues to rise and the climate is getting warmer and warmer.” The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services presents a similar picture. It is well known that there is a severe loss of species. Nevertheless, not enough is being done to counteract it: “It is not easy to estimate what consequences this will have for us: If pollinator insects disappear, there will be significant economic losses. If the orangutan dies out, it will not harm us as humanity for the time being, but it is a loss that we cannot accept.” The urgent challenge of our time is to find solutions, says Arneth: “We need change. Governments, industry, and consumers must all pull together to slow down climate change and biodiversity loss.” ■

Contact: almut.arneth@kit.edu

Um die Biodiversität zu erhalten, müssen Regierungen, Industrie und Konsumentinnen und Konsumenten gemeinsam an Lösungen arbeiten

To preserve biodiversity, governments, industry, and consumers must develop solutions together

schiedlichen Kulturen zu leben und zu arbeiten, finde ich unglaublich bereichernd, sowohl persönlich als auch für die Forschung“, erklärt sie. Mit der schwedischen Universität Lund pflegt Arneth nach wie vor einen intensiven wissenschaftlichen Austausch. Ihr Interesse an der Modellierung sei durch die Zusammenarbeit mit anderen Forschenden Stück für Stück gewachsen: „Das ist das Spannende in der Wissenschaft: Man kann dieselben Aspekte mit unterschiedlichen Methoden untersuchen, verschiedene Ansätze ausprobieren und diese auch verbinden.“

Arneth hat im Weltbiodiversitätsrat (IPBES) mitgewirkt, im vergangenen Jahr war sie Mitautorin des Sonderberichts des Weltklimarats (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) zu Klima- und Landnutzungswandel. Forschende aller beteiligten Länder konnten sich bewerben. Auf der Basis von Lebenslauf, Erfahrung und Kenntnissen wurden nach strengen Kriterien internationale Wissenschaftsteams zusammengestellt, die gemeinsam die einzelnen Kapitel verfassten. „Was

hinterher in die Schlagzeilen kommt, ist die IPCC Summary for Policymakers, die Zusammenfassung für die Politik," erklärt Arneth. Sehr spannend sei diese eine Woche gewesen, in der die Forschenden gemeinsam mit Regierungsdelegationen der beteiligten Länder verhandelt hätten. Wort für Wort gingen sie den Text durch und rangen um Formulierungen, bis alle damit einverstanden waren: „Das ging auch mal die Nacht durch, vor allem, als gegen Ende der Woche erst die Hälfte geschafft war“, erzählt Arneth. Denn wenn Länder sich nicht einigen können, müssen Kompromisse eingegangen werden, auch aus wissenschaftlicher Sicht. Dafür liegt am Schluss ein Dokument vor, das alle Regierungen verwenden können, um die Klimapolitik ihres Landes voranzubringen. Ein wiederkehrender Streitpunkt sei die Bioökonomie, sowohl im Weltklimarat als auch im Weltbiodiversitätsrat. Manche Länder setzen stark auf großflächigen Anbau von Bioenergiepflanzen. So wird zum Beispiel in Brasilien Zuckerrohr in Treibstoff für Autos umgewandelt. Was klimafreundlich klingt, ist nicht unbedingt nachhaltig, wenn für den Zuckerrohranbau Regenwald oder Savanne abgeholzt wird.

Seit 1988 gibt es den Weltklimarat. In diesen dreißig Jahren habe sich nicht viel geändert, sagt Almut Arneth: „Wir müssen heute wie damals unsere fossilen Verbrennungen sehr stark reduzieren. Die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre steigt weiter an und das Klima wird immer wärmer.“ Arneth bedauert es, dass nicht schon längst auf die klaren Aussagen der wissenschaftlichen Community reagiert wurde. Beim Weltbiodiversitätsrat sei es ganz ähnlich. Dass es einen starken Artenschwund gebe, sei bekannt, erklärt sie. Trotzdem werde nicht genug dagegen getan. „Es ist nicht leicht, abzuschätzen, welche Folgen das für uns hat: Wenn Insekten verschwinden, die Bestäuber sind, gibt es spürbare wirtschaftliche Einbußen. Wenn der Orang-Utan ausstirbt, wird uns das als Menschheit erstmal nicht schädigen, aber es ist doch ein Verlust, den wir nicht hinnehmen können.“ Das drängende Problem unserer Zeit sei, Lösungen zu finden, sagt Arneth: „Wir brauchen Veränderung. Die Regierungen, die Industrie und die Konsumentinnen und Konsumenten müssen alle an einem Strang ziehen, um Klimawandel und Biodiversitätsverlust zu bremsen.“ Die jungen Menschen, die bei ihr studierten, seien nicht frustriert: „Sie sind sich bewusst, dass ihr Handeln eine Wirkung hat, sie sind zum Beispiel Vegetarier, auch, weil es dem Klima hilft. Es ist mir wichtig, dass die Studierenden in Berufen unterkommen, in denen sie aktiv zu Lösungen beitragen können.“

Wenn in ihrem Bekanntenkreis das Thema Klimawandel angesprochen wird, spielt Almut Arneth nicht die Moralapostelin. Das liege ihr nicht, sagt sie. „Aber wenn sich ein Gespräch ergibt, nehme ich die Chance durchaus wahr.“ Sie selbst achtet auf ökologische und fair produzierte Kleidung oder kauft auch mal Secondhand: „Sein Konsumverhalten kann jeder verändern. Es geht nicht darum, dass alle vegan werden oder niemand mehr verweist, aber man sollte kritisch hinterfragen: Was esse ich? Muss ich wirklich übers Wochenende sonst wohin fliegen und brauche ich das zweite Auto? Das sind für mich persönlich kleine Entscheidungen, die gesamtgesellschaftlich eine große Rolle spielen. Wir forschen hier am KIT für Gesellschaft und Umwelt und wir sollten klar Stellung beziehen. Wenn regelmäßig über den Klimawandel gesprochen und geschrieben wird, werden immer mehr Menschen dafür sensibilisiert. Ich habe schon das Gefühl, etwas bewirken zu können“, sagt Arneth. ■

Kontakt: almut.arneth@kit.edu



FOTO: ANASTASIYA SULTANOVA

Welche Folgen der starke Artenschwund haben wird, ist schwer abzuschätzen.

Fehlen beispielsweise Insekten, die Bestäuber sind, kommt es unter anderem zu wirtschaftlichen Einbußen

It is difficult to estimate the consequences of the severe loss of species. For example, if pollinator insects disappear, there will be significant economic losses



FOTO: GABI ZACHMANN



FOTO: GABI ZACHMANN



FOTO: MARKUS BREIG



MESSEHALLEN, EIN ZELT UND VIELE RAUCHENDE KÖPFE

EXHIBITION HALLS, A TENT, AND MANY SPINNING HEADS

VON AILEEN SEEBAUER // TRANSLATION: HEIDI KNIERIM // FOTO: CYNTHIA RUF

Besondere Zeiten erfordern besondere Lösungen – das gilt auch für schriftliche Klausuren am KIT.

Um die notwendigen Hygiene- und Abstandsregeln der Corona-Verordnung während der Prüfungen einzuhalten, wurde Ende Juli ein 25 Meter breites und 65 Meter langes Zelt für die Studierenden des KIT am Forum vor dem Audimax aufgebaut: ausgestattet mit festen Elementen an den Außenwänden, Einzelschreibtischen, Teppichboden und einer Klimaanlage. Dort konnten seit dem 27. Juli pro Termin jeweils 290 Studierende gleichzeitig ihre schriftlichen Klausuren ablegen. Insgesamt werden im Zelt im Zeitraum Ende Juli bis Ende Oktober rund 27 000 Studierende über ihren Aufgaben sitzen.

Auch schon einige Monate zuvor war Organisationstalent gefragt: 170 verschobene Klausuren, die aus dem vergangenen Wintersemester ausstanden, mussten über die Bühne gebracht werden. So fanden sich manche Studierende in der Schwarzwaldhalle oder der danebenliegenden Gartenhalle wieder, nicht um dort einem Konzert zu lauschen, sondern um ihre Klausuren zu schreiben. Auch die dm-arena der Messe Karlsruhe wurde für bis zu 780 Prüflinge, die dort gleichzeitig über ihren Aufgaben sitzen konnten, ausgestattet und aufgeteilt. „Wir wollen ermöglichen, dass unsere Studentinnen und Studenten trotz aller Einschränkungen in ihrem Studium gut vorankommen“, sagt Professor Alexander Wanner, Vizepräsident des KIT für Lehre und akademische Angelegenheiten. „Bis auf Weiteres gehen wir davon aus, dass sehr viele Lehrveranstaltungen auch künftig hauptsächlich oder vollständig online angeboten werden müssen, in Kombination mit einem gestalteten, aber reduzierten Präsenz-Studienbetrieb. Der Schutz der Studierenden und Lehrenden vor einer Infektion mit dem Virus hat dabei nach wie vor höchste Priorität.“ ■

Special times call for special solutions – this also applies to written exams at KIT.

To comply with the necessary hygiene and distance rules of the Corona Ordinance during exams, a 25-meter wide and 65-meter long tent equipped with fixed elements on the outer walls, individual desks, carpeting, and an air conditioning system was erected at the end of July at the Forum in front of the Audimax lecture hall. Since July 27, 290 students per exam date have taken their exams in that tent. From the end of July to the end of October, around 27,000 students will have done so.

Organizational talent also had been required a few months earlier for catching up 170 postponed winter semester exams. Some students wrote these exams at the Schwarzwaldhalle or the adjacent Gartenhalle, where concerts or conferences usually take place. The dm-arena at Karlsruhe Trade Fair Center Messe Karlsruhe was also equipped and divided up for exams to be written by as many as 780 students at a time. “We want to enable our students to make good progress in their studies despite all restrictions,” says KIT Vice-President for Higher Education and Academic Affairs Professor Alexander Wanner. “We assume that, for the time being, a large number of courses will have to continue to be offered mainly or completely online. We will combine them with specific but reduced on-campus programs. The protection of students and lecturers from infection with the virus still has the highest priority.” ■



Wir bieten Startups
und innovativen Köpfen
den Raum
für ihre Ideen!



Verbrauchsausweis: Heizenergieverbrauchskennwert 97 kWh/m²a,
Stromverbrauchskennwert 75 kWh/m²a, Erdgas



IHK

Technologiefabrik
Karlsruhe

80 ansässige Startups
6.500 Jobs geschaffen
385 betreute Startups bisher
97% Erfolgsquote

Haid-und-Neu-Str. 7
76131 Karlsruhe
Telefon 0721-174 271
info@technologiefabrik-ka.de
www.technologiefabrik-ka.de



Die Campus-Kollektion

Auffallend gut



Verkaufsstellen:

Buchhandlung Kronenplatz, Karlsruhe
Cafeteria, KIT-Campus Nord

www.kit-shop.de



DAS AUEN-INSTITUT
ERFORSCHT EIN
BEDROHTES
ÖKOLOGISCHES
MIT
GROSSER
BEDEUTUNG FÜR
MENSCH UND
UMWELT

VON HEIKE MARBURGER

Am

Die durch den Wechsel von
Hoch- und Niedrigwasser geprägten
Auen bieten fruchtbare Böden,
eine große Artenvielfalt und Schutz
vor Hochwasser

Riparian landscapes are
characterized by the alternation
of high and low water and offer
fertile soils, a great variety
of species, and protection
against flooding

*Professor Florian Wittmann, Leiter
der Abteilung Auen-Institut des
Instituts für Geographie und
Geoökologie (IFGG) des KIT*

*Professor Florian Wittmann,
Head of the Department of
Wetland Ecology of KIT's
Institute of Geography
and Geoecology (IFGG)*



FOTO: AMADEUS BRAMSJEPE

Flussufer

Sachsen, 12. August 2002: Innerhalb von 24 Stunden fallen an einigen Orten über 300 Millimeter Regen – so viel wie normalerweise im ganzen Monat nicht. Die Rekordniederschläge lassen die Fluten der Elbe über die Ufer treten. Das verheerende Hochwasser ist eines der Ereignisse, das den Blick wieder auf die bedrohten Ökosysteme am Ufer unserer Flüsse lenkt: Auen. In Deutschland haben nur noch fünf Prozent der einstigen Flussauen ihren ursprünglichen Zustand. Dabei spielen die Feuchtgebiete für den Schutz vor Hochwasser eine wichtige Rolle. Wassermassen, die plötzlich durch Starkregen entstehen, können in intakten Auen abfließen. Vielerorts ist das jedoch nicht mehr möglich. Die Flüsse sind begradigt und mit Dämmen verbaut, Überschwemmungen sind die Folge.

Am Auen-Institut in Rastatt untersuchen Forscherinnen und Forscher des KIT, wie eine Renaturierung der Auen funktionieren könnte

und wo die komplexen Ökosysteme besonders bedroht sind. Die 1985 gegründete Einrichtung gehört seit 2004 zum Institut für Geographie und Geoökologie (IFGG) des KIT. Heute ist das ursprünglich vom World Wide Fund For Nature (WWF) ins Leben gerufene Auen-Institut eine international anerkannte Adresse für Auenforschung und Auenentwicklung. „Die Feuchtgebiete gehören weltweit zu den gefährdetsten Ökosystemen, zugleich zählen sie zu den artenreichsten. Für Mensch und Natur sind sie in vielerlei Hinsicht bedeutsam“, erklärt der Leiter des Auen-Instituts Professor Florian Wittmann, der sich seit Beginn seiner Laufbahn mit der Verbreitung und dem Schutz des Lebensraums Aue befasst. Die durch den Wechsel von Hoch- und Niedrigwasser geprägten Uferlandschaften bieten fruchtbare Böden, eine große Artenvielfalt und einen Schutz vor Hochwasser. Hier wachsen Baumarten wie Weiden, Eichen oder Ulmen, die längere Überflutungen gut aushal-

ten können. Dennoch wurden die Gebiete in Deutschland in den vergangenen 150 Jahren zum Großteil durch Eindeichungen und Flussbegradigungen zerstört. Die Maßnahmen dienten vor allem dem Gütertransport auf den Wasserstraßen und der Landgewinnung. Diese Vorteile stehen jedoch im Konflikt mit Ökologie und Hochwasserschutz.

Um die Auen wieder natürlicher zu machen, werden im Auen-Institut konkrete Lösungsvorschläge entwickelt und planerisch umgesetzt. Daran forscht ein interdisziplinäres Team, das in verschiedenen Flusslandschaften Europas und darüber hinaus tätig ist. Zu der Arbeitsgruppe von Florian Wittmann am Auen-Institut zählen Forschende aus den Bereichen Biologie, Geomorphologie und Hydrologie. „Es geht uns darum, die für die Gesellschaft wichtigen Feuchtgebiete zu erhalten oder wiederherzustellen, ohne den Gütertransport auf den Flüssen, die Siedlungswirtschaft sowie die



FOTO: AMADEUS BRAMSIEPE

Besondere Lage: Unter dem Gebäude des Auen-Instituts in Rastatt fließt der Gewerbekanal
Special location: The building of the Department of Wetland Ecology is located above the trade canal

On the River Banks

KIT's Department of Wetland Ecology Researches a Threatened Ecosystem of Great Importance to Humans and the Environment

TRANSLATION: HEIDI KNIERIM

The Institute for Floodplain Ecology (Auen-Institut) was founded in 1985 by the World Wildlife Fund (WWF). It was renamed Department of Wetland Ecology in 2004 and since then has been part of KIT's Institute of Geography and Geoecology (IFGG). Today, the Department of Wetland Ecology is an internationally recognized center for floodplain research and development. Its researchers investigate how floodplains can be restored. Our complex ecosystems are threatened in many places. Over the past 150 years, these areas in Germany have been largely destroyed by the construction of levees and by river straightening. "For humans and nature, however, river floodplains are important in many respects," explains Professor Florian Wittmann, Head of the Department of Wetland Ecology, who has been working on the distribution and protection of this habitat since the beginning of his career. Riparian landscapes are characterized by the alternation of high and low water and offer fertile soils, a great variety of species, and protection against flooding. In order to restore floodplains, concrete proposals for solutions are developed and implementation plans created at the Department of Wetland Ecology. Florian Wittmann's working group includes biologists, geomorphologists, and hydrologists. The interdisciplinary team is active in various river landscapes in Europe and beyond. For instance, the researchers are involved in the restoration of the Rhine River floodplains near Rastatt, Germany. The Department of Wetland Ecology also is part of a research collaboration with the National Institute of Amazonian Research in Manaus, Brazil, where experts investigate such things as how the existing Amazon dams affect the biodiversity of floodplains. ■

Contact: florian.wittmann@kit.edu

land- und forstwirtschaftliche Nutzung stark einzuschränken", betont Wittmann.

Ein Projekt des Instituts aus der unmittelbaren Nachbarschaft zeigt deutlich, vor welchen Schwierigkeiten die Gesellschaft dabei steht. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler beschäftigen sich mit der Renaturierung der Rastatter Rheinauen. Ziel der Forschenden ist herauszufinden, inwieweit sich in den Auen der Bundeswasserstraße Rhein die natürlichen Prozesse Erosion und Anlandung

wiederherstellen lassen, die unverzichtbar für den Lebensraum sind. Denn nur so lässt sich die Biodiversität der Auen erhalten – und der Hochwasserschutz könnte ebenfalls davon profitieren.

„Bei so einem komplexen Projekt müssen natürlich alle ins Boot geholt werden – das ist uns mit den unterschiedlichsten Interessenverbänden bis hin zur Gemeinde, den Förstern und Förstern, den Landwirtinnen und Landwirten und sogar den Angelvereinen

auch gelungen“, so Wittmann. Doch Deutschland sei ein föderaler und damit auch komplex strukturierter administrativer Staat. Derzeit sei der größte Gegner des Projekts die Bundeswasserstraßenverwaltung. Dort befürchte man, dass das Wasser, welches bei Hochwasser ausgeleitet werden sollte, der Schifffahrt fehle, erläutert der Professor.

Dabei würde eine Entnahme bei Hochwasser stattfinden und den Wasserstand des Flusses, etwa bei Niedrigständen, gar nicht beeinflus-



FOTOS: MAGALI HAUSER



sen. „Renaturierung ist in Deutschland, vor allem wenn Bürokratie involviert ist, sehr langwierig. Die Behörden sollten mehr Mut zeigen in der Umsetzung der Maßnahmen“, moniert Wittmann. Es sei empfehlenswert, von 1 000- auf 500-prozentige Sicherheit zurückzugehen. Österreich habe es bereits an der Donau vorgemacht und die Bebauung zurückgenommen, um dem Fluss wieder Spielraum zu geben. Dort habe man sehr positive Erfahrungen gemacht, erklärt er. Vor allem aber seien auch nicht die befürchteten wirtschaftlichen Nachteile entstanden.

Experte Wittmann hat vor seiner Tätigkeit am KIT unter anderem zwei Jahrzehnte in Brasilien geforscht. Er erarbeitet weiterhin bei Feldforschungen am Amazonasbecken Grundlagenwissen über die Auen. Mit dem Institut für Amazonasforschung in Manaus besteht eine Forschungs Kooperation. Warum sind die Auen gerade dort so wichtig? „Die Auen in Amazonien gehören zu den wenigen verbliebenen Gebieten an frei fließenden Flüssen – sie sind somit noch relativ ungestört. Wir haben im Vergleich zur Größe des Flusssystemes noch wenig Verbauung, obwohl der Trend zur Nutzung der Wasserkraft leider auch dort stark zunimmt“, sagt Wittmann. Eines der großen Projekte am Auen-Institut untersucht, wie sich die bereits bestehenden Amazonasdämme auf die Biodiversität der dortigen Auen auswirken.

„Das Hydroregime ist dort intensiver, Hoch- und Niedrigwasser schwanken im Wasserstand um bis zu zehn Meter, sodass die Flussauen zur Hochwasserzeit mehr als 100 Kilometer breit sein können“, erklärt Wittmann. „Hinzu kommt, dass die wasserreichen Flüsse während der vergangenen Eiszeiten vergleichsweise geringen hydrologischen Schwankungen unterlagen.“ Dies bedeute eine relativ ungestörte Anpassung vieler Organismen an das System über lange Zeiträume und einen hohen Anteil an endemischen Arten, welche ausschließlich in den Amazonasauen vorkämen. Wenn die Flüsse gestaut werden, wird deren



FOTO: MAGALI HAUSER

In den Auen wachsen Baumarten wie Weiden, Eichen oder Ulmen, die längere Überflutungen gut aushalten können

Tree species that survive longer floodings, such as willows, oaks, and elms, are growing in the floodplains



Die Arbeitsgruppe von Florian Wittmann entwickelt konkrete Lösungsvorschläge, um die wichtigen Feuchtgebiete zu erhalten oder wiederherzustellen, ohne beispielsweise den Gütertransport auf den Flüssen stark einzuschränken

Florian Wittmann's working group is developing concrete proposals for solutions to preserve or restore the important wetlands without, severely restricting goods transport on the rivers

Work-Life-Integration
Perspektiven
Sicherheit
Karriere
Vielfalt

NÜRNBERG

Die Stadt Nürnberg sucht Informatiker (w/m/d) und Ingenieure (w/m/d)

Die stadtweite Digitalisierungsoffensive vorantreiben, Online-Dienste für Behörden-gänge schaffen und unsere Schulzentren vernetzen oder ein Opernhaus sanieren und ein Raubtierhaus im Tiergarten konzipieren! Diese und weitere interessante Aufgaben für IT-Fachkräfte und Ingenieure (w/m/d) bei der Stadtverwaltung Nürnberg finden Sie unter it-fachkraefte.nuernberg.de und ingenieure.nuernberg.de.

Werden auch Sie Teil unserer starken Gemeinschaft und bereichern Sie uns als **IT-Fachkraft (w/m/d) Informatik oder Ingenieur (w/m/d) u. a. Elektrotechnik, Bauingenieurwesen, Architektur.**

Unsere aktuellen Stellenangebote finden Sie in unserem Stellenportal unter karriere.nuernberg.de oder erhalten Sie interessante Stellenangebote per Mail über unser Job Abo unter jobabo.nuernberg.de.

Wir freuen uns auf Sie!

Stadt Nürnberg – Eine Arbeitgeberin, viele Möglichkeiten
 » karriere.nuernberg.de

Auch auf: **XING, LinkedIn**

Herausgeberin: Stadt Nürnberg, Personalamt – Gestaltung: Stadtgrafik Nürnberg – Bild: Christine Dierenbach



FOTO: AUENINSTITUT IFGG

Kooperation: Forscherteam mit Wissenschaftlern vom Karlsruher Institut für Technologie und vom Institut für Amazonasforschung in Manaus, Brasilien

Collaboration: Team of researchers from the Karlsruhe Institute of Technology and the National Institute of Amazonian Research in Manaus, Brazil



FOTO: AMADEUS BRAMSTIEPE



FOTO: MAGALI HAUSER

Ein Ziel der Renaturierung der Rastatter Rheinauen ist es, mehr Oberflächenwasser in die Auen zu bringen, um den Hochwasserschutz zu gewährleisten und die Artenvielfalt auszuweiten

Among others, restoration of the Rhine river floodplains near Rastatt is aimed at bringing more surface water into the floodplains in order to ensure floodprotection and to increase biodiversity

hydrologisches Regime verändert. Das hat immense Artenverluste zugunsten von invasiven Arten zur Folge.

„Die Energiegewinnung aus Wasserkraft an diesen Flüssen ist katastrophal, nicht nur wegen des daraus resultierenden Artenverlustes – durch den Aufstau werden auch Treibhausgase produziert“, meint Wittmann. Durch die Flutung von Wäldern und Vegetation stirbt beim Befüllen von Stauseen viel Pflanzenmaterial ab. Das passiert vor allem dann, wenn Dämme in vegetationsreichen Flussgebieten wie am Amazonas liegen und vorher nicht gerodet wurde. Nach und nach sinkt das abgestorbene Tier- und Pflanzenmaterial zum Gewässergrund, setzt sich dort als organisches Material ab und wird allmählich durch methanbildende Bakterien abgebaut. Gerade in den Jahren nach Fertigstellung der Staudämme – also dann, wenn die umliegenden Gebiete samt der Biomasse geflutet werden – können in den Wasserreservoirs große Mengen des Fäulnisgases Methan sowie Kohlendioxid entstehen. „Stellenweise ist die Erzeugung von Treibhausgasen höher als bei einer vergleichbaren Energiegewinnung durch fossile Brennstoffe“, ergänzt der Professor für

Auenökologie. Letztendlich profitierten von diesen Projekten nur wenige. Denn in den Gegenden, wo der Strom entsteht, wird er nicht gebraucht – er muss mit erheblichen Verlusten oft tausende Kilometer transportiert werden. „Ich befürworte regenerative Energie aus Wasserkraft – aber in Maßen. In Gebirgen macht das etwa Sinn, da die Stromproduktion dort relativ geringe Auswirkungen auf die Ökologie und die Erzeugung von Treibhausgasen hat“, so Wittmann.

Das Auen-Institut hat auch über die in Amazonien stattfindende Grundlagenforschung Vulnerabilitätsindizes für Auenwälder entwickelt, die weltweit angewendet werden und im Vorfeld eines Bauprojektes großräumige, negative Effekte aufzeigen können. Wittmann hat diesbezüglich klare Vorstellungen. Er appelliert an die Verantwortlichen: „Umweltgutachten müssen zwingend flussabwärts des Staudamms gelegene Gebiete miteinbeziehen. Staudämme sollten vor allem so geplant werden, dass der Erhalt der natürlichen Flutregime in Amplitude und im zeitlichen Auftreten von Hoch- und Niedrigwasser gewährleistet bleibt.“ ■

Kontakt: florian.wittmann@kit.edu



FOTOS: MAGALI HAUSER





FOTO: PHOTOCASE



FOTO: TANJA MEISSNER



FOTO: BERND SEELAND

„EPICUR-RESEARCH“ – NEW DIMENSION OF THE ALLIANCE

VISIT OF THE INDIAN CONSUL GENERAL TO KIT

USE OF TUITION FEES AT KIT

Karlsruhe Institute of Technology (KIT) is consortium leader of the newly approved project “EPICUR-Research,” in which the teaching and innovation tasks of the “European University” EPICUR – European Partnership for Innovative Campus Unifying Regions – established since November 2019 are now supplemented by the dimensions of research and “interaction with society.” The international alliance of eight universities from six countries has been awarded new project funding of €2 million for the three-year project. The now funded supplementary project “EPICUR-Research” is intended to initiate and implement new types of research collaborations. The Commission hopes that this will provide impetus for future calls for research projects under the “Horizon Europe” research framework programme, which will apply from 2021 and whose funding is currently being negotiated by the heads of state and government of the European Union, the European Parliament, and the European Commission under the leadership of the German Council Presidency. “With the now approved research budget, we have the opportunity for the first time to map and process the tasks of a classical university – research, teaching, and innovation – now also in the European University EPICUR”, says Michael Zacherle, the project manager at KIT. Contact: michael.zacherle@kit.edu

On August 11 and 12, Indian Consul General for Baden-Württemberg and Bavaria Mohit Yadav and Economic Attaché N. Ramakrishnan visited the KIT. Prior to their visit, they had held talks with the Economic Development Agency of the City of Karlsruhe.

Vice-President Professor Thomas Hirth received the Indian guests and gave them an overview of the strategic fields of KIT in research, teaching, and innovation as well as of KIT’s activities in internationalization. The Consul General showed particular interest in the manifold collaborations with Indian partners. He offered the support of the Consulate General to strengthen existing collaborations and to encourage cooperation in new fields. The guests from India were able to gain an insight into the research activities at KIT during their visits to the Botanical Institute, Institute for Technology Assessment and Systems Analysis, Institute of Nanotechnology, and Institute of Meteorology and Climate Research. Mohit Yadav was deeply impressed by the breadth of research at KIT and the range of scientific collaborations with Indian partners. Contact: oliver.schmidt@kit.edu

Whether it is free German courses at Studienkolleg during the semester, or welcome, integration, and support measures offered by a buddy program organized by the International Students Office (IStO) – at KIT, students are the main beneficiaries from the income generated from tuition fees. At IStO, there are workshops and consultation hours for international students at the start of their studies. The House of Competence (HoC) offers student peer counseling with assistance in key competencies and online courses teaching academic presentation skills. At Studierendenwerk, a housing scout helps international students to find accommodation. Since the 2017/18 winter semester, tuition fees for international students of 1500 euros per semester have been charged in Baden-Württemberg. Twenty percent of these fees remain with KIT. In fiscal year 2019, the sum was 893,400 euros. According to the latest decision of the Executive Board, further income so generated will be allocated to university sports, KIT’s ZAK Center for Cultural and General Studies, and, through a distribution key, to the KIT departments. With this budget, further new measures can be implemented. Contact: jan.straube@kit.edu

INTERNATIONAL NEWS



FOTO: ZBYNEK JIROUSEK / FOTOLIA // COLLAGE: CHRISTINE HEINRICH

Die



Somidh Saha, Wissenschaftler am ITAS des KIT, Leiter des Verbundprojekts GrüneLunge und der KIT-Nachwuchsgruppe Sylvanus

Somidh Saha, Scientist at ITAS of KIT, Head of the Joint-Project GreenLung and KIT's Junior Research Group Sylvanus

Ein typischer Sommertag in Karlsruhe: Strahlender Sonnenschein, 28 Grad, es ist schwül. Kaum jemand ist auf der sonnigen Seite der Fußwege unterwegs. Passantinnen und Passanten suchen intuitiv den kühlenden Schatten von Bäumen oder Gebäuden. „Schon diese alltägliche Situation zeigt, wie wichtig Bäume für das Stadtklima sind,“ erläutert Dr. Somidh Saha, Forstwissenschaftler und Leiter des Verbundprojekts GrüneLunge, das mit einem Gesamtvolumen von über 1,4 Millionen Euro durch das Programm ‚Zukunftsstadt‘ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wird. „Bäume bringen verschiedene Ökosystemdienstleistungen: Sie verbessern das Wohlbefinden, spenden Schatten, kühlen die Umgebung und reinigen die Luft. In der Stadt sind Bäume jedoch verschiedenen Belastungen ausgesetzt. Sorgen macht uns neben der Luftverschmutzung der fortschreitende Klimawandel mit Wetterextremen wie Hitze- und Dürreperioden, Sturm und Starkregen sowie der damit verbundene zunehmende Schädlingsbefall“, führt Saha weiter aus. „Wir brauchen dringend eine Strategie, wie nachhaltige Grünflächen und gesunde Pflanzenpopulationen in

der Stadt und in der näheren Umgebung erhalten und an die wachsenden Herausforderungen durch den Klimawandel angepasst werden können.“

Mitten in Karlsruhe, nahe am Europaplatz, sitzt das Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Hier arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Verbundprojekt GrüneLunge, gemeinsam mit der Forstlichen Versuchsanstalt Baden-Württemberg (FVA), dem Deutschen Wetterdienst (DWD), dem Gartenbauamt (GBA) der Stadt Karlsruhe sowie dem Bauamt von Rheinstetten. Während Karlsruhe die urbane Umgebung mit ständig wachsender Bebauung verkörpert, steht Rheinstetten für den eher ländlich geprägten Raum. Gemeinsam wollen die Beteiligten untersuchen, wie Wetterextreme und Luftverschmutzungen die Gesundheit der Bäume und Wälder, das Wachstum und die Ökosystemdienstleistungen beeinflussen.

Wir sind mit Somidh Saha und seinen Kolleginnen Annika Fricke, Helena Trenks, Iulia Almeida Yakouchenkova und Katrin Fröhlich unterwegs

in Richtung Schlossgarten. Dort treffen wir auf Mario Köhler, der das Forschungsprojekt GrüneLunge für das Gartenbauamt betreut. „Die Bäume an Straßen, in Parks oder in Gärten, auf Friedhöfen und besonders in angrenzenden Waldgebieten sind die Grüne Lunge einer Stadt“, erklärt er. „Wir betreuen etwa 135.000 Bäume, die im Baumkataster erfasst sind, kontrollieren jährlich den Zustand und stellen die Daten für die Forschung bereit.“

Groß angelegte Messkampagnen, die das gesamte Stadtgebiet bis hin nach Rheinstetten umfassen, sollen zeigen, wie sich mit Bäumen die Belastungen bei langen Hitzeperioden wirksam verringern lassen. Dazu wurde das Gebiet mit 245 Messparzellen überspannt, die jeweils einen Radius von 11,34 Metern haben und damit eine Fläche von jeweils 404 Quadratmetern abdecken. In den Parzellen wird die gesamte Vegetation erfasst, das heißt Bäume, Sträucher und jeglicher andere Bewuchs. Bei Bäumen werden die forstlichen Kennzeichen wie Baumhöhe, Kronendurchmesser und Beschattung sowie Mikrohabitate wie Rindenstruktur, Flechten und Moose registriert. Insgesamt drei Fahrten des Deutschen Wetter-

Vermessung der Bäume



Die grüne Lunge der Stadt: Bäume verbessern das Wohlbefinden, spenden Schatten, kühlen die Umgebung und reinigen die Luft

The green lung of the city: Trees improve the well-being, provide shade, cool the environment, and clean the air



FOTOS: ANASTASIYA SULTANOVA

Große Messkampagnen sollen zeigen, wie sich die Belastungen bei langen Hitzeperioden mithilfe von Bäumen wirksam verringern lassen

Large measurement campaigns are to reveal how trees can be used to effectively reduce stress during long periods of heat



Measuring the Trees

The GrüneLunge Project Investigates How We Can Make Urban Trees and Forests Fit for Climate Change

TRANSLATION: HEIDI KNIERIM

A typical summer's day in the city of Karlsruhe: Bright sunshine, 28 degrees, it's humid. Passers-by intuitively seek the cooling shade of trees or buildings. "This everyday situation shows how important trees are to the urban climate," says Dr. Somidh Saha, forestry scientist at KIT's Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS). "In the city, however, trees are exposed to various stresses," Saha adds. The researcher is head of the joint project GrüneLunge (green lung), which is funded with over 1.4 million euros by the "City of the Future" program of the Federal Ministry of Education and Research (BMBF). In cooperation with the Baden-Württemberg Forest Research Institute (Forstliche Versuchsanstalt Baden-Württemberg – FVA), Germany's national meteorological service Deutscher Wetterdienst (DWD), the Karlsruhe Parks Department, and the Rheinstetten Building Authorities, researchers at ITAS are investigating how weather extremes and air pollution affect the health, growth, and ecosystem services of trees and forests in cities. Together, the project partners try to learn how to maintain sustainable green spaces and healthy plant populations in the city and the surrounding area and how to adapt them to the growing challenges posed by climate change.

"If we want to make our urban trees and forests fit for the future, we need to know the potential of different tree species and also the role of urban green spaces in reducing heat stress in urban areas. It is also necessary to compare monocultures with mixed species growing along the streets. It is not possible to say in general terms which tree species are best suited to a particular situation; it depends on many factors," explains Saha. In order to clarify these questions, the project partners are carrying out large-scale measurement campaigns that cover the entire urban area up to the district of Rheinstetten. The goal is to develop adaptive strategies for urban tree and forest management by optimizing species selection, planting areas, planting patterns, and tree care. ■

Contact: somidh.saha@kit.edu



dienstes ergänzen die Messungen. Die Spezialistinnen und Spezialisten sind in Hitzeperioden mit Messfahrzeugen und Fahrrädern in Rheinstetten und Karlsruhe unterwegs. Sie erfassen hauptsächlich die Temperaturen in den verschiedenen Gebieten und erstellen anhand der Daten eine bioklimatische Karte des gesamten Gebietes. Daraus resultieren dann Hinweise auf das Potenzial der bestehenden hitzeverringernenden Begrünung.

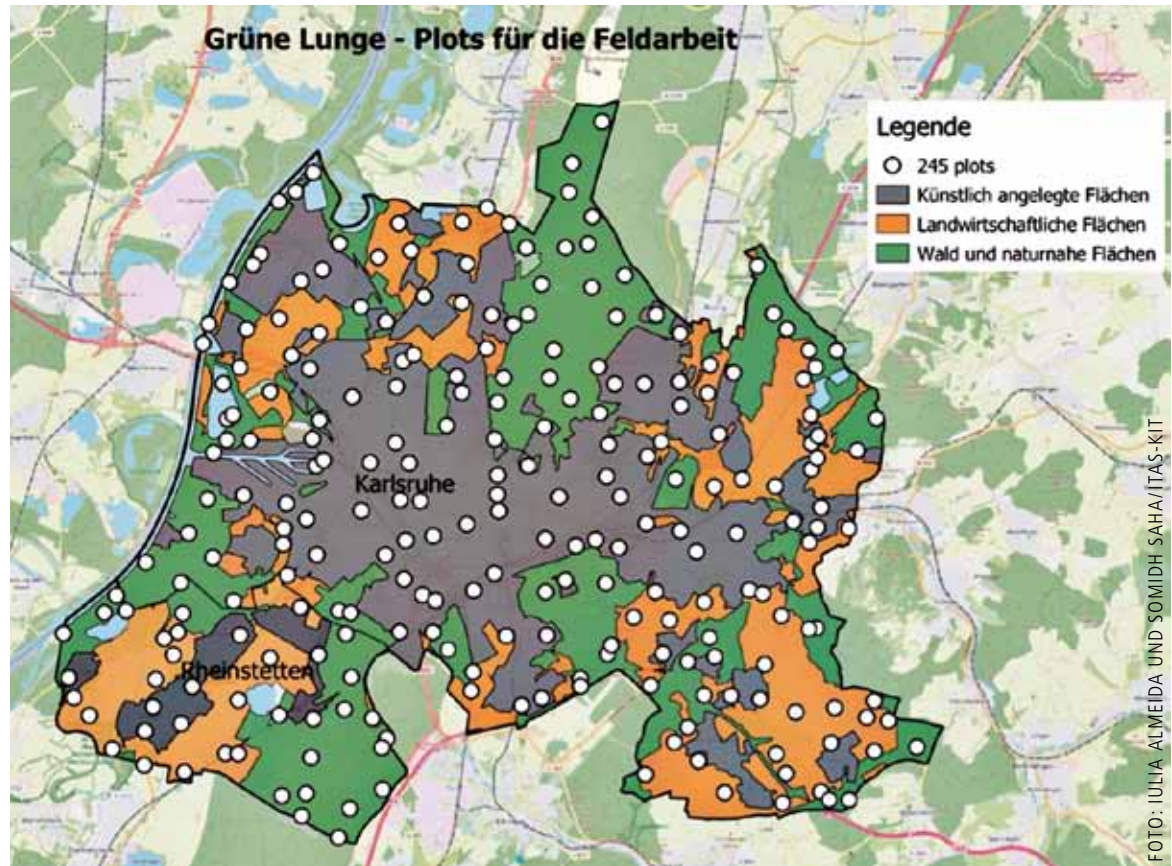
Besonderes Augenmerk liegt auf den fünf meist vertretenen Baumarten Eiche, Linde, Ahorn, Hainbuche und Winterlinde. Saha erläutert: „Wir wollen erfahren, welche Baumarten sich aufgrund ihrer Eigenschaften besonders für den städtischen Raum eignen. Welche sind besonders trockenresistent? Unser Ziel ist es, naturgemäße und gleichzeitig wirtschaftli-

che Begrünungskonzepte für Stadtteile, Parks, Straßenzüge und städtische Waldstücke zu entwickeln.“

Unter den hohen Bäumen im Schlossgarten ist es angenehm kühl, doch der Boden ist trocken und braucht dringend Regen. Hitze und Trockenheit setzen den Pflanzen zu. Mario Köhler erläutert: „Die Vitalität der einzelnen Bäume hängt auch von weiteren Faktoren ab, wie Standort, Bodenbeschaffenheit oder Schädlingsbefall. So hat ein Baum im ländlichen oder parkähnlichen Umfeld wesentlich bessere Voraussetzungen, sich gesund zu entwickeln, als im Straßenraum.“ Saha ergänzt: „Durch die zunehmende Verdichtung in den Städten bleibt kaum noch genügend Platz für ein gesundes Wurzelwachstum. An Straßen, in Wohn- und Industriegebieten entwickeln die



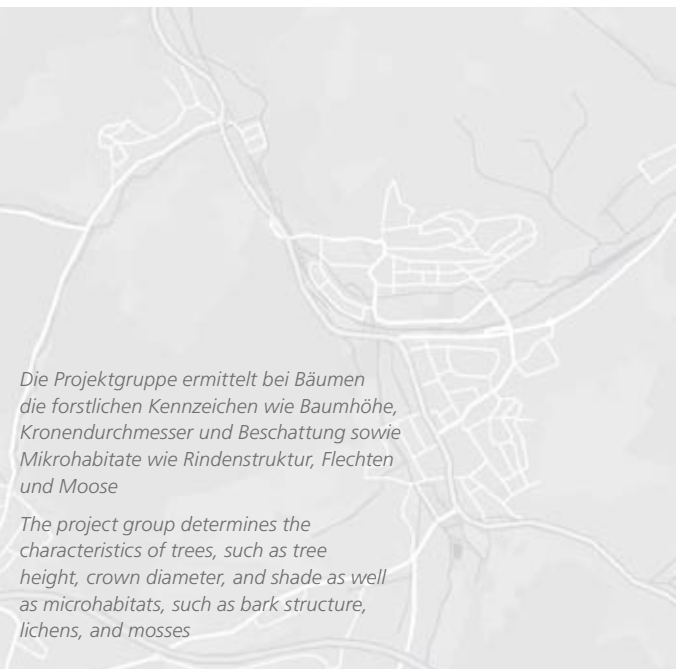
Mit Messfahrzeugen und Fahrrädern messen die Forschenden die Temperaturen in Hitzeperioden und erstellen eine bioklimatische Karte des gesamten Gebiets
Using measuring vehicles and bicycles, the researchers measure temperatures during hot spells and produce a bioclimatic map of the entire area



Bäume daher weniger Blätter, kleinere Kronen und haben wenig Reserven, klimatischen Extrembedingungen zu trotzen. Das zeigen auch die ersten Resultate der Messungen.“

Will man städtische Bäume und Wälder besser an die Herausforderungen des Klimawandels anpassen, sind inter- und transdisziplinäre Ansätze gefordert. Annika Fricke betreut das Arbeitspaket GrüneLunge im Dialog (AP 4) und betont: „Es müssen auch die Bewohnerinnen und Bewohner und die städtische Ver-

waltung mit ins Boot genommen werden. Wir arbeiten hier eng mit den Vertretern der Stadt Karlsruhe und der Stadt Rheinstetten zusammen. Der Dialog findet sowohl auf der gesellschaftlichen Ebene als auch auf der fachlichen Ebene statt, allerdings mit verschiedenen Schwerpunkten.“ Ihre Kollegin Helena Trenks ergänzt: „Im Fachdialog werden die Projektergebnisse aus GrüneLunge gebündelt und mit den beteiligten städtischen Ämtern diskutiert. Es wird außerdem sondiert, wie die Ergebnisse in den Handlungsrahmen für Klima-



Die Projektgruppe ermittelt bei Bäumen die forstlichen Kennzeichen wie Baumhöhe, Kronendurchmesser und Beschattung sowie Mikrohabitate wie Rindenstruktur, Flechten und Moose

The project group determines the characteristics of trees, such as tree height, crown diameter, and shade as well as microhabitats, such as bark structure, lichens, and mosses



FOTO: ANASTASIYA SULTANOVA

Das Projektteam: Iulia Almeida Yakouchenkova, Katrin Fröhlich, Somidh Saha (Projektleitung), Annika Fricke, Helena Trenks (alle am KIT-ITAS) und Mario Köhler vom Gartenbauamt der Stadt Karlsruhe

The project team: Iulia Almeida Yakouchenkova, Katrin Fröhlich, Somidh Saha (project head), Annika Fricke, Helena Trenks (all from KIT-ITAS) and Mario Köhler from the Karlsruhe Parks Department

anpassungsmaßnahmen überführt werden können.“ Der Gesellschaftsdialog fördert den Wissenstransfer zwischen Bürgerinnen und Bürgern, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sowie der Stadtverwaltung und zielt darauf ab, sie für die Bedeutung einer grünen Stadt mit einer gesunden Pflanzenpopulation zu sensibilisieren. „Mit unserer Kampagne ‚NaturnahGärtnern‘ in Rheinstetten regen wir dazu an, im eigenen Garten aktiv zu werden. Denn insbesondere Privatgärten in der Stadt können ihren Beitrag für das Stadtklima und für den Artenschutz leisten, wenn sie dem Konzept des naturnahen Gärtnerns folgen“, erläutert Fricke. Bis Mai 2021 begleiten die beiden engagierten Kolleginnen 16 Haushalte bei der Umgestaltung und der ökologischen Pflege des eigenen Gartens.

Für die Kampagne haben die Wissenschaftlerinnen inzwischen von RENN.süd (Regionale Netzstellen Nachhaltigkeitsstrategien) eine Auszeichnung erhalten.

Saha fasst die Ziele des Projekts zusammen: „Wenn wir unsere städtischen Bäume und Wälder für zukünftige Anforderungen fit machen wollen, müssen wir das Potenzial verschiedener Baumarten und auch die Rolle städtischer Grünflächen bei der Reduzierung von Hitzestress in städtischen Gebieten kennen. Auch der Vergleich von Straßenzügen mit Monokulturen und mit artgemischten Straßenbäumen ist nötig. Welche Baumarten sich am besten eignen, lässt sich nicht pauschal sagen, es hängt von vielen Faktoren ab. Am Ende steht die Entwicklung adaptiver Strategien für die städtische Baum- und Waldbewirtschaftung durch Optimierung der Artenauswahl, des Pflanzgebiets, des Pflanzmusters und der Baumpflege.“ ■

Kontakt: somidh.saha@kit.edu

Das Projekt GrüneLunge:

Inter- und transdisziplinäre Entwicklung von Strategien zur Erhöhung der Resilienz in wachsenden Städten und urbanen Regionen umfasst fünf Arbeitspakete (AP):

AP 1: Ökosystemdienstleistungen für Bäume und Wälder im urbanen Raum

- Datenerhebung zum Baumbestand
- Zwei große Messkampagnen, die Bäume auf städtischen Grünflächen und Privatflächen sowie in stadtnahen Wäldern in Karlsruhe und Rheinstetten umfassen
- Unterteilung des Untersuchungsgebiets in Teilflächen, Erfassung der gesamten Vegetation, neben Art der Pflanzen und Bäume auch der gesundheitliche Zustand, Mikrohabitate (Kleinstlebensräume) an den Bäumen sowie Wärmebilder der Bäume

AP 2: Dendrochronologie und Dendrochemie

- Entnahme bleistiftdicker Bohrkerns an ausgewählten Bäumen
- Auswertung von Jahresringen ohne Baumfällung
- Bestimmung von Alter und Wachstumsqualität des Baumes
- Erkennen von Störungen im Wachstum durch extreme Wetterereignisse (Dürre, Hitze, ...) oder Umweltbelastungen (Abgase, Feinstaub, ...)

AP 3: GrüneLunge im Fluss

- Untersuchung der Wirkung von Bäumen im urbanen Raum auf die städtische Atmosphäre und auf das Wohlbefinden der Menschen
- Mobile Messungen meteorologischer Faktoren in Karlsruhe, räumlich hochaufgelöst

AP 4: GrüneLunge im Dialog

- Transdisziplinärer Fokus: Dialog auf gesellschaftlicher und fachlicher Ebene
- Wissenschaftlicher und städtischer Part
- Enge Zusammenarbeit von zwei Mitarbeiterinnen des Reallabors ‚Quartier Zukunft – Labor Stadt‘ mit Vertretungen der Städte Karlsruhe und Rheinstetten
- Kampagne ‚Naturnah Gärtnern – Für Mensch, Tier & Klima‘ in Rheinstetten
- Ermittlung kultureller Ökosystemdienstleistungen von Bäumen und Erarbeitung eines Ausgleichskonzepts von Ökosystemdienstleistungen

AP 5: Stadt Karlsruhe

- Städtische Wälder bedecken 26 % der Stadtfläche
- Gartenbauamt und Forstamt zuständig für etwa 135.000 Bäume an Straßen und in Parkanlagen
- Bereitstellung von Daten und Informationen für wissenschaftliche Projektpartner
- Herstellung von Praxis- und Umsetzungsbezug
- Zusammenführung der wissenschaftlichen Ergebnisse
- Handlungsempfehlungen und Managementpläne für das Gartenbauamt und Forstamt



GRÜNLANDBÖDEN UNTER DER GLOCKE

FORSCHENDE AM CAMPUS ALPIN DES KIT SIMULIEREN KLIMA- UND BEWIRTSCHAFTUNGSBEDINGUNGEN

GRASSLAND UNDER THE BELL

RESEARCHERS AT KIT'S CAMPUS ALPINE SIMULATE CLIMATE AND GRASSLAND MANAGEMENT CONDITIONS

VON LAURA JÖRGER // TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER // FOTO: MARKUS BREIG

Wiesen und Weiden, so weit das Auge reicht: Grünlandböden sind in Deutschland stark verbreitet. Vor allem in den süddeutschen Alpen und im Alpenvorland stellen sie mit einer Gesamtfläche von mehr als einer Million Hektar die dominierende Art der Landnutzung dar. Neben der zentralen Bedeutung für die Fleisch- und Milchproduktion erfüllen Grünlandflächen wichtige Ökosystemfunktionen, beispielsweise speichern sie Kohlenstoff und Stickstoff. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Institut für Meteorologie und Klimaforschung – Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU), dem Campus Alpin des KIT in Garmisch-Partenkirchen, erforschen mithilfe von Bodenforschungsstationen in unterschiedlichen Höhenlagen, wie sich der Klimawandel und die verschiedenen Methoden der Bewirtschaftung auf Wiesen und Weiden auswirken. „Eine wesentliche Fragestellung ist, wie sich Erträge und Kohlenstoff-, Stickstoff- und Wasserflüsse in Bezug auf den Klimawandel ändern“, sagt Ralf Kiese vom IMK-IFU. „Dafür messen wir mit wägbaren Behältern, die mit Boden befüllt sind, sogenannten Lysimetern, Niederschlag, Verdunstung und Grundwasserneubildung sowie mit einer mobilen Mess-Glocke den Austausch von Treibhausgasen (CO_2 , CH_4 und N_2O).“ Um reale Bedingungen zu simulieren, werden die Grünlandböden entsprechend der lokalen landwirtschaftlichen Praxis bewirtschaftet: „Ein Teil der Versuchsflächen wird extensiv, also mit wenig Eingriff bewirtschaftet. Dabei schneiden und düngen wir das Gras zweimal pro Jahr. Auf anderen Flächen nutzen wir ein intensiveres Management, bei dem wir das Gras fünfmal pro Jahr schneiden und düngen“, erklärt Kiese. Zudem untersuchen die Forscherinnen und Forscher auch den Eintrag von Nitrat ins Grundwasser, welcher durch den Einsatz von Wirtschaftsdüngern verursacht wird. „Trotz umfangreicher Stickstoffdüngung konnten wir überraschenderweise nur eine geringfügige Nitratauswaschung aus den Böden feststellen.“ Das liege daran, dass Grünland eine hohe mikrobielle Immobilisierung von Stickstoff aufweist und permanent Wurzeln ausbildet, was zu einer hohen Effizienz der Stickstoffaufnahme durch die Pflanzen führt. Die Ergebnisse der Forschenden tragen zur Entwicklung von nachhaltigen Bewirtschaftungsformen für Grünland bei, mit denen der Erhalt der Klimaschutzfunktion dieser Böden unterstützt werden soll. ■

Kontakt: ralf.kiese@kit.edu

Ein Video mit Ralf Kiese zu den Bodenforschungsstationen finden Sie unter: <https://youtu.be/LJmY8yD5w5s>

Meadows and pastures as far as the eye can see. Grassland is widely dispersed in Germany. In the Alps and Alpine foothills, grassland covers a total area of more than one million hectares and is the predominate type of land use. Apart from its central importance to meat and milk production, grassland fulfills important ecosystem functions, as it stores carbon and nitrogen. Scientists from KIT's Campus Alpine in Garmisch-Partenkirchen use soil research stations at different altitudes to study the impacts of climate change and grassland management methods. "A major question is how yields and carbon, nitrogen, and water flows are influenced by climate change," says Ralf Kiese from the Atmospheric Environmental Research Division of KIT's Institute of Meteorology and Climate Research (IMK-IFU). "For this purpose, we measure precipitation, evaporation, and the new formation of groundwater with weighable containers filled with soil, so-called lysimeters. In addition, a mobile measurement bell determines the exchange of greenhouse gases (CO_2 , CH_4 , and N_2O).“ To simulate real conditions, the grassland is managed according to the local agricultural practice. "Part of the test area is subjected to management with hardly any interference. We cut and fertilize the grass two times per year. Other areas are subjected to more intensive management, with the grass being cut and fertilized five times per year," Kiese explains. Researchers also study nitrate input into groundwater due to the use of fertilizers. "In spite of wide-ranging nitrogen fertilization, we were surprised to find only minor nitrate leaching from the soils." The reason is that grassland provides for a high microbial immobilization of nitrogen. Continuous development of roots results in a high efficiency of nitrogen uptake by plants. The findings of the researchers contribute to the development of more sustainable grassland management methods that support the climate protection function of these soils. ■

Contact: ralf.kiese@kit.edu

For a video (in German) of Ralf Kiese speaking about the soil research stations, click: <https://youtu.be/LJmY8yD5w5s>

IMPRESSUM / IMPRINT

Herausgeber/Editor

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

Präsident Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka

Postfach 3640 // 76021 Karlsruhe // Germany

www.kit.edu

KIT – Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft

KIT – The Research University in the Helmholtz Association



AUFLAGE/CIRCULATION

15 000

REDAKTIONSANSCHRIFT/EDITORIAL OFFICE

Strategische Entwicklung und Kommunikation (SEK)/

Strategic Corporate Development and Communication

Leiterin (kommissarisch): Dr. Isabelle Südmeyer

SEK-Gesamtkommunikation, Leiterin: Monika Landgraf

Postfach 3640 // 76021 Karlsruhe

REDAKTION/EDITORIAL STAFF

Carola Mensch (verantwortlich/responsible) <cme>

Tel./Phone: 0721 608-41159 // E-Mail: carola.mensch@kit.edu

BILDREDAKTION/COMPOSITION OF PHOTOGRAPHS

Gabi Zachmann und Dienstleistungseinheit Allgemeine Services/Dokumente

General Services Unit/Documents Group

Nachdruck und elektronische Weiterverwendung von Texten und

Bildern nur mit ausdrücklicher Genehmigung der Redaktion.

Reprint and further use of texts and pictures in an electronic form require the explicit permit of the Editorial Department.

ÜBERSETZUNG/TRANSLATION

Dienstleistungseinheit Internationales/Sprachendienst

International Affairs Business Unit/Translation Services

Byron Spice

KORREKTORAT/PROOFREADING

Christiane von der Heide (SEK-GK), Laura Jörger, Grit Zacharias, Maike Schröder (INTL)

ANZEIGENVERWALTUNG/ADVERTISEMENT MANAGEMENT

ALPHA Informationsgesellschaft mbH // E-Mail: info@alphapublic.de

LAYOUT UND SATZ/LAYOUT AND COMPOSITION

modus: medien + kommunikation gmbh // Albert-Einstein-Str. 6

76829 Landau // www.modus-media.de

Mediengestaltung: Julia Eichberger

Grafik-Design: Dominika Rogocka

DRUCK/PRINT

Krüger Druck + Verlag GmbH & Co. KG // Handwerkstraße 8–10 // 66663 Merzig

lookKIT erscheint viermal pro Jahr, jeweils zum Ende eines Quartals.

lookKIT is published four times per year at the end of three months' intervals.

Gedruckt auf 100 Prozent Recyclingpapier mit dem Gütesiegel „Der Blaue Engel“

lookKIT

PRECITEC



(JUNIOR) SOFTWAREENTWICKLER EMBEDDED CONTROLLER (M/W/D)

Gaggenau

ABSCHLUSSARBEIT/PRAKTIKUM IM BEREICH DER LASERMATERIALBEARBEITUNG (M/W/D)

Karlsruhe & Gaggenau

THE SMART WAY TO LASER

Die Precitec Gruppe ist weltweit führend in der Entwicklung von Systemlösungen und Komponenten für die Lasermaterialbearbeitung sowie im Bereich optische Messtechnik. Mehr als 600 Mitarbeiter sorgen dafür, dass wir unseren internationalen Kunden ganz nah und den Märkten meist einen Schritt voraus sind.

Damit das so bleibt, setzen wir auf Forschung und Entwicklung, nachhaltige Innovationskraft und unsere Mitarbeiter. Als Familienunternehmen liegt uns viel an einer unabhängigen Entwicklung und den Menschen, die zum Erfolg beitragen.

Mehr über Precitec und wie wir Laser- und Messtechnik weiterentwickeln, finden Sie auch unter www.precitec.de oder unter Tel. 07225/684-885.

Precitec GmbH & Co. KG | Sylvia Botiba-Peter | Draisstraße 1 | 76571 Gaggenau | karriere@precitec.de



Steffen Pippig
Ingenieurbauleiter

„Join the Team. Wirken Sie

Kompetenz ist unsere Referenz. Steigen Sie ein. Wir bieten

dabei mit, Unmögliches

Praktika, Ausbildung, Studium, Karrierechancen weltweit.

machbar zu machen.“

www.meva.de

... mehr als nur
Schalung

meva

UNSER SPIELPLATZ MISST 500 km²

Hier können sich **INGENIEURE (m/w/d)** perfekt austoben:

Gewaltige **MASCHINEN**, riesige **BAUWERKE** und komplexe **UNTERTAGEANLAGEN** warten auf Sie

- ZEIGEN SIE IHR KÖNNEN!

Wir freuen uns auf **Studenten (m/w/d)** der Bereiche:

- Maschinenbau
- Elektrotechnik
- Hoch- und Tiefbau

und andere Studiengänge

Auch für Praktika, duale Studien oder Abschlussarbeiten



Ausführliche Informationen erhalten Sie unter www.schluchseewerk.de im Bereich Jobs & Karriere.



Gepflegtes
Schrägsitzventil
sucht neugierige
Ingenieure,
die einen
untrüglichen
Riecher für
Innovationen
haben.



Wir sind ständig auf der Suche nach neuen Ideen. Unser Anspruch ist es, Produkte zu entwickeln, die echte Meilensteine sind. Dabei zögern wir auch nicht, mit Gewohnheiten zu brechen und ganz neue Wege zu gehen. Deshalb suchen wir immer Leute, die im besten Sinne neugierig sind. Die ihr ganzes Wissen und ihre Leidenschaft ins Team einbringen. Gehören Sie dazu?

Wir bieten für Studierende Praktika, Werkstudententätigkeiten und Abschlussarbeiten.

Mutige gesucht.

www.buerkert.de



Bürkert Fluid Control Systems
Christian-Bürkert-Straße 13-17
74653 Ingelfingen



Das
Regierungspräsidium Karlsruhe
sucht

Bauingenieurinnen / Bauingenieure

Kompetenz. Vielfalt. Bürgernähe.

Diese Schlagworte stehen für das
Regierungspräsidium Karlsruhe.

Die Einsatzgebiete finden in unserer
Abteilung 4 – Straßenwesen und Ver-
kehr – in der Förderung der Mobilität
auf Autobahnen, Bundes- und Landes-
straßen und in unserer Abteilung 5 –
Umwelt – für ein ausgewogenes Ver-
hältnis zwischen Mensch und Natur
statt.

Interesse?

Besuchen Sie uns unter
www.rp-karlsruhe.de
Informationen über die Abteilungen und
alle Stellenanzeigen sind dort veröf-
fentlicht.

www.rp-karlsruhe.de



Baden-Württemberg

REGIERUNGSPRÄSIDIUM KARLSRUHE



Als international tätiges Unternehmen, mit weltweit über 400 Mitarbeitern, steht **SCHMIDT Technology** seit über 80 Jahren für zukunftsweisende technologische Entwicklungen und Spitzenprodukte. Der hohe Anspruch an die Qualität unserer Schreibgerätetechnik, Pressensysteme für die Montage und Strömungssensoren für Luft und Gase hat uns zu einem international anerkannten Innovationsführer gemacht.



Anspruchsvolle Mechanik, Prozessmesstechnik und ausgereifte Steuerungstechnik bilden die Basis für unsere innovative Fügetechnologie. Die Pressen von SCHMIDT Technology gelten als Maßstab im internationalen Vergleich. Patente sichern unseren Vorsprung. Für diesen Unternehmensbereich Maschinen suchen wir einen

Software- Entwickler m/w/d

Ihre Tätigkeiten:

- Weiterentwicklung und Pflege unseres Echtzeit-Kernels
- Integration von Feldbus-Schnittstellen in den Echtzeit-Kernel
- Dokumentation und Test der erstellten Software
- Fehlerdiagnose an Feldbus-Systemen

Ihre Qualifikationen:

- Erfahrung in der Software-Entwicklung unter Linux mit C/C++
- Erfahrung in der Erstellung von Echtzeitanwendungen unter einem Echtzeitbetriebssystem (idealerweise Linux, PREEMPT-RT, Xenomai)
- Kenntnisse über industrielle Feldbus-Systeme insbesondere CANopen und EtherCAT.
- Kenntnisse der Architektur INTEL x86
- Kenntnisse über Versionsverwaltungssysteme insbesondere Subversion/Git.
- Grundlagen in Netzwerktechnik (TCP/IP)

Weitere Informationen erhalten Sie von **Frau Angelika Müller** unter Telefon **07724/899-137**. Ihre aussagekräftigen Bewerbungsunterlagen, tabellarischen Lebenslauf, Zeugniskopien, sowie Angabe Ihrer Gehaltsvorstellung und des frühestmöglichen Eintrittstermins, senden Sie bitte möglichst per E-Mail an a.mueller@schmidttechnology.de

SCHMIDT Technology GmbH

Feldbergstraße 1 • 78112 St. Georgen
www.schmidttechnology.de

Beste Perspektiven für Ingenieure

Wir sind Spezialist für Schichtdickenmessung, Materialanalyse und Werkstoffprüfung. Für die intelligente Messtechnik der Zukunft suchen wir die talentierten Ingenieure von morgen in den Bereichen

- Automatisierungstechnik
- Elektrotechnik
- Maschinenbau

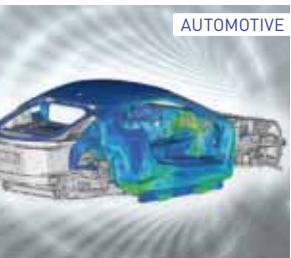
Sie erwartet ein global aufgestelltes Unternehmen mit über 700 Mitarbeitern und spannenden Aufgaben. Unsere Markenzeichen: Innovationsfreude, Technikleidenschaft, Qualitätsbewusstsein.

Mehr auf www.helmut-fischer.com



fischer®

IABG. Die Zukunft.



IABG als Arbeitgeber

Die IABG bietet integrierte, innovative Lösungen in den Branchen **Automotive • InfoKom • Mobilität, Energie & Umwelt • Luftfahrt • Raumfahrt • Verteidigung & Sicherheit**. Wir beraten unabhängig und kompetent. Wir realisieren zukunftsicher und zielgerichtet.

Wir betreiben **zuverlässig und nachhaltig**. Unser Erfolg basiert auf dem Verständnis der Markttrends und -anforderungen, der technologischen Kompetenz der Mitarbeiter und einem fairen Verhältnis zu unseren Kunden und Geschäftspartnern.

Wer passt zu uns? Finden Sie es spannend, heute schon an Themen der Zukunft zu arbeiten und mit Ihrem Engagement und Ihrer Kompetenz dazu beizutragen, die Welt von morgen mitzugestalten? Dann möchten wir Sie kennen lernen!

Wir suchen (gn) Projektleiter Cyber / Experte Cyber Security • Consultant / Experte Informationssicherheit ISMS • Berater Sichere IT-Infrastrukturen / IP-Netze • Java Full Stack Developer • Softwareentwickler C/C++ für Simulationsmodelle & Analysesoftware • Praktikanten, Werkstudenten, Studienabschlussarbeiten (Bachelor, Master und Promotionen).

Bei Interesse freuen wir uns

über Ihre Bewerbung unter www.iabg.de/karriere.

Fragen zu konkreten Stellenausschreibungen, zu Ihrer Bewerbung oder zu IABG als Arbeitgeber? **Unser Recruiting-Team**, Telefon 089 6088-2070, hilft Ihnen gerne weiter!



www.iabg.de

iabg

Be the next generation

... with the matrix of vision.

Ideen und Produkte

MATRIX VISION ist im Bereich der industriellen Bildverarbeitung heute ein wichtiger Partner für Kunden in aller Welt.

Made in Germany

Das 1986 gegründete Unternehmen, mit derzeit nahezu 100 Mitarbeitern, entwickelt und



MATRIX VISION GmbH · Talstrasse 16 · 71570 Oppenweiler · Tel.: +49-71 91-94 32-0 · jobs@matrix-vision.de



vermarktet weltweit eine Vielzahl von standardisierten und kundenspezifischen Produkten und Lösungen für die industrielle Bildverarbeitung.

Wir schaffen mit unseren hochqualifizierten Mitarbeitern Innovationen moderner Hard- und Software. Das bedeutet Erfolg, Sicherheit und Wachstum. Deshalb suchen wir Sie.

Machen Sie mit:

Gemeinsam gestalten wir die Zukunft.
www.matrix-vision.com/karriere.html

Die Rockwell Collins Deutschland GmbH, a part of Collins Aerospace, ist ein führendes Unternehmen der elektronischen Ausrüstungsindustrie.

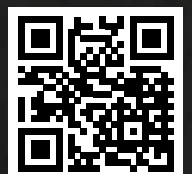
Zu unserem Kerngeschäft gehören die Entwicklung, Herstellung, Vertrieb und Wartung von Avionik-Systemen, Kommunikations- und Navigationsgeräten sowie Displays.

Im Geschäftsfeld Raumfahrttechnik ist Rockwell Collins Deutschland weltweit einer der größten Lieferanten von Stabilisierungs-Schwungrädern für Satelliten.

Für unsere Entwicklungsabteilung suchen wir Studierende (m/w/d) und Absolventen (m/w/d) folgender Studiengänge:

- Informatik
- Technische Informatik
- Informationstechnik
- Luft- und Raumfahrttechnik
- Elektrotechnik
- Mechatronik

Wir freuen uns über Ihre Bewerbung an:
rcd-jobs@rockwellcollins.com



DIGITALISIERUNG IST KUNST

Du siehst die Evolution eines unserer Digitalisierungsprojekte. Neugierig? Lust mitzumachen? Dann geh auf seitenbau.com/digitalisierung-ist-kunst

SEITENBAU | jobs@seitenbau.com | www.seitenbau.com

IMS CONNECTOR SYSTEMS

Du bist auf der Suche nach spannenden Entwicklungsprojekten in einem tollen Team?

Du möchtest Praxiserfahrung sammeln und in einem internationalen Umfeld mitarbeiten?

Dann bist Du bei uns genau richtig!

IMS Connector Systems GmbH

Obere Hauptstrasse 30
D - 79843 Löffingen
jobs@imscs.com
www.imscs.com



Communication



Automotive



Industrial



Im Rahmen einer Werkstudententätigkeit oder Deiner Abschlussarbeit bieten wir Dir die Möglichkeit, mit uns neue Entwicklungslösungen in den Bereichen

- 5G Technologie
- Autonomes Fahren (C2X, V2V)
- Industrie 4.0
- Elektrotechnik & HF-Technik
- Antennentechnologie

zu erarbeiten.

In unserem Team wirst Du ein Spezialist

Wir bieten Dir die Möglichkeit, in einem modernen Team Grundsteine für die Infrastruktur von morgen zu legen.

Unsere Schwerpunkte sind die Bereiche:

- Kanal-Tiefbau- und Spezialtiefbau
- Rohrleitungsbau für Gas, Wasser und Fernwärme
- Kabel-Tiefbau für Strom und Glasfaser
- Grabenlose Technik

Bewerbe Dich jetzt und werde Teil unseres Teams.



Dreher und Dreher GmbH
Tief-, Strassen- und Rohrleitungsbau
Mühlenstraße 10
79599 Wittlingen
www.dreher-dreher.eu/karriere

Dein Kontakt zu uns:
per Telefon:
0163 440 98 17
per Mail:
bewerbung@dreher-dreher.eu



Die Hofmann Haus GmbH baut seit 1996 lichtdurchflutete Immobilien mit anspruchsvoller Architektur. Der Fokus liegt auf der Entwicklung und Realisierung von Mehrfamilienhäusern.

Als wachsendes Unternehmen suchen wir nach Verstärkung für unser dynamisches Team.

- **BAULEITER**
- **PROJEKTLEITER**
(M/W/D)

Geme auch als Berufseinsteiger.

Ihr Profil:
Bachelor/ Masterstudium im Bereich Bauingenieurwesen, Architektur

Wir bieten unter anderem auch:

- Praktika
- Werkstudenten Jobs

Haben wir Ihr Interesse geweckt?

Schicken Sie Ihre vollständigen Bewerbungsunterlagen an:
Herrn Dietmar Hofmann
dietmar.hofmann@hofmann-haus.com

Bewerben Sie sich noch heute!



Hofmann Haus GmbH

www.hofmann-haus.com

0791 - 202 148 10

Unter- oder oberirdisch: auf jeden Fall SPANNEND!

International – vielseitig – erfolgreich: In gut 25 Jahren ist es der VMT GmbH gelungen, sich weltweit als führender Anbieter im Tunnelbau und in der Industrievermessung zu etablieren. Aktuell beschäftigt die VMT Gruppe weltweit circa 200 Mitarbeiter – am Hauptsitz in Bruchsal und an 6 weiteren Standorten: Shanghai, Seattle, Melbourne, Sankt Petersburg, Singapur und Neu-Delhi.

Da wir wissen, dass **gut ausgebildete, motivierte Mitarbeiter der Schlüssel für Erfolg & Wachstum** sind, suchen wir kontinuierliche Menschen, die zu uns passen und uns auf unserem Weg unterstützen. Entweder dauerhaft als neue Kollegen/-innen oder punktuell als Werkstudent/-in. (Geodäsie, Informatik, Bauingenieurwesen, Mathematik...)

Und weil wir für das, was wir tun, wirklich brennen, möchten wir auch dem Nachwuchs Einblick in unsere Branchen geben und das Feuer für die Tunnelwelt und die Industrievermessung entfachen – in Rahmen von Bachelor- oder Masterarbeiten oder während eines Praktikumssemesters (Geodäsie o.ä.. Informatik, ...)

Ob Festanstellung oder vorübergehend – wenn wir dein Interesse geweckt haben, dann

- ▣ Findest du unsere aktuellen **Stellenangebote** und weitere Infos zu VMT unter: vmt-gmbh.de/jobs
- ▣ Kannst du dich für die Betreuung deiner **Bachelor- /Masterarbeit** oder für einen **Praktikumsplatz** bei unserer Recruiterin Tanja Hoffmann melden – per Email an personal@vmt-gmbh.de oder telefonisch unter 07251 9699-140.



Haben Sie Spaß an interessanten Aufgaben
und herausfordernden Zukunftsprojekten?



Mineraloelraffinerie Oberrhein

Deutschlands größte Raffinerie

Die Mineraloelraffinerie Oberrhein in Karlsruhe ist eine der leistungsfähigsten Raffinerien in Europa und der größte Benzinerzeuger in Deutschland. Jeder dritte bis vierte Liter Benzin stammt von uns. Für unsere Gesellschafter Shell, Esso, Rosneft und Phillips 66 veredeln unsere 1.000 Mitarbeiter den Rohstoff Rohöl zu hochwertigen Mineralölprodukten wie Benzin, Diesel und Heizöl: ca. 15 Millionen Tonnen im Jahr.

Einstiegsmöglichkeiten bei MiRO

Hochschulpraktika

Masterarbeit

Direkteinstieg als Ingenieur (m/w)
für Verfahrenstechnik oder
Chemische Technik

Interesse geweckt?

Weitere Infos
und Bewerbung
direkt unter

www.miro-ka.de

Mineraloelraffinerie Oberrhein GmbH & Co. KG / 76187 Karlsruhe / www.miro-ka.de

Kontakt: Absolventen – Heidemarie Schultze / Tel. 0721 958-3341 / bewerbung@miro-ka.de

Studierende – Claudia Zöller / Tel. 0721 958-3226 / zoeller.c@miro-ka.de



Bringen Sie mit uns das Land Baden-Württemberg voran. Als Förderbank des Landes unterstützen wir Wirtschaft, Kommunen und Menschen, damit Baden-Württemberg ebenso leistungsstark wie lebenswert bleibt. Wir sind in Karlsruhe und Stuttgart mit über 1.300 Mitarbeitern vertreten.

Eine wichtige Säule ist unser eigener IT-Bereich mit:

- über 150 Mitarbeitern
- eigenem Rechenzentrum
- agilen Entwicklungsmethoden

Wir betreiben und entwickeln Standardsoftware und eigenentwickelte IT-Lösungen mit agilen Methoden. IT-Security, Private Cloud mit hyperkonvergenter Infrastruktur sowie weitere aktuelle Themen sind bei uns gelebter Alltag.

Wir suchen für unseren Standort in Karlsruhe unter anderem:

- Datenbankadministrator (m/w/d)
- IT Service Owner Berechtigungsmanagement (m/w/d)
- Technologie- und Systemverantwortlicher für den Einsatz und die Nutzung des ETL-Tools Talend (m/w/d)
- Fullstack Java Entwickler (m/w/d)
- Abteilungsleiter IT-Softwareentwicklung (m/w/d)
- Informatiker/Fachinformatiker mit Datenbankkenntnissen (m/w/d)
- (Wirtschafts-)Informatiker als Teamleiter Anwendungs- und BI-Entwicklung (m/w/d)
- Duale Studenten (m/w/d), Fachrichtungen Wirtschaftsinformatik und Informatik
- Auszubildende (m/w/d), Fachrichtungen Anwendungsentwicklung und Systemintegration
- Trainees (m/w/d)
- Werkstudenten (m/w/d)
- Praktikanten (m/w/d)

Wir bieten unter anderem:

- sichere Arbeitsplätze
- Gleitzeitmodell
- attraktive betriebliche Altersversorgung
- eigenes Betriebsrestaurant
- zentrale Innenstadtlage mit guter Verkehrsanbindung
- Fitnesszentrum
- uvm.

Warum zur L-Bank? Die Antwort erhalten Sie auf unserer Karriereseite unter <https://www.l-bank.info/fuer-bewerber-innen/warum-zur-l-bank>. Erzählen Sie uns, womit wir Ihr Interesse geweckt haben und bewerben Sie sich in nur wenigen Minuten online. Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

Aus Liebe zum Land

 **L-BANK**
Staatsbank für Baden-Württemberg