

# UMWELTPERSPEKTIVEN



TITELTHEMA

## EXPERIMENTELLE ÖKOSYSTEMFORSCHUNG TRIFFT GLOBALEN WANDEL

**PROJEKT** 18  
Rhizosphäre – ein komplexes  
Geflecht von Beziehungen

**PROJEKT** 20  
125 Jahre Statischer  
Düngungsversuch

**PORTRÄT** 22  
Biologe  
Dr. Stefan Michalski

**INTERVIEW** 24  
Prof. Josef Settele zu Biodiversität  
als Versicherung für die Zukunft

## ESSAY

# WARUM DIE ÖKOsysteme DER ZUKUNFT MULTIFUNKTIONAL SEIN MÜSSEN

Die Ende Mai 2020 von der EU-Kommission veröffentlichte Strategie zum Schutz der Biodiversität bis 2030 trägt den Untertitel „Bringing nature back into our lives“. Die Frage, wie es gelingen kann, die Natur wieder in unser Leben zu integrieren, ist von grundlegender strategischer Bedeutung für das Überleben der Menschheit und keineswegs neu. Die bislang dominierende Strategie bestand darin, immer mehr Ressourcen der Natur zu nutzen, um unser Leben zu verbessern. Heute sehen wir, wie dieser auf Wachstum orientierte Ansatz zu seinem Ende kommt. Wir übernutzen die meisten, auch die erneuerbaren Ressourcen und haben keine Steigerungsmöglichkeiten mehr. Dennoch ist der Zeitgeist immer noch vom Wachstumsparadigma geprägt und von der Idee, man könne diesen Pfad weiter beschreiten, indem man entsprechende Technologien entwickelt oder sogar Ressourcen aus den Weiten des Weltraums nutzt. Dieses Paradigma steht im völligen Gegensatz zu naturwissenschaftlichen Erkenntnissen. Kein Ökosystem – und die Erde ist ein solches System – kann ständig seine Primärproduktion steigern. Auch die Annahme vieler Ökonomen, dass Ressourcen durch andere ersetzbar seien, übersieht die schlichte Tatsache, dass wir Menschen als biologische Wesen von Sauerstoff, Wasser, Kohlenhydraten, Fetten und Eiweißen sowie anderen Elementen abhängen. Deshalb gibt es ganz objektive Grenzen des Wachstums – eine Erkenntnis, die der Club of Rome schon 1972 formulierte und die heute aktueller denn je ist. Die Idee, man müsse für unser Überleben nur für saubere Luft, sauberes Wasser und fruchtbare Böden sorgen, übersieht, dass hierzu die Vielfalt des Lebens, die Biodiversität der Erde, benötigt wird. Nur sie kann das Funktionieren der Ökosysteme sichern, ihre Produktivität erhalten oder auch für das Recycling von Stoffen sorgen.



Seit Jahrzehnten herrscht die Idee vor, Ökosystem- bzw. Landschaftsfunktionen, also die Nutzung und den Schutz der Landschaft, räumlich strikt zu trennen. So betreiben wir auf der einen Seite intensive Land- und Forstwirtschaft, die auf maximale Produktion fokussiert ist oder entwickeln urbane Räume mit hohen Verdichtungsgraden. Auf der anderen Seite weisen wir Gebiete aus, die wenig oder nicht genutzt werden dürfen, um Tiere und Pflanzen zu schützen. Selbst einige Vertreter des Naturschutzes plädieren für diese Trennung. Ich halte sie für falsch, denn sie führt zu zahlreichen Problemen: Die Wasserqualität von Grund- und Oberflächengewässern verschlechtert sich, die Erosion durch Wasser und Wind und die Wüstenbildung nehmen zu und die Biodiversität sowie deren direkte Leistungen, zu denen die Bestäubung wichtiger Wild- und Nutzpflanzen und die Kontrolle von Schaderregern zählen, nehmen drastisch ab. Durch den Menschen gesetzte Selektionsbedingungen (Pestizide, generelle Umweltveränderungen etc.) sorgen für neue Evolutionsprozesse, die zu neuen Resistenzen und zur Auslese neuer Genotypen von Wildpflanzen- oder Wildtierpopulationen führen können. Und nicht zuletzt begünstigt die immer stärkere Einengung natürlicher Systeme auch, dass Pandemien entstehen und sich ausbreiten, so wie wir es derzeit mit Covid19 erleben. Die Konsequenz ist: Wir müssen die Natur in unser Leben und Wirtschaften zurück bringen sowie die Multifunktionalität unserer Ökosysteme und Landschaften verbessern.

Was kann die Wissenschaft dazu beitragen? Der entscheidende Ansatz liegt hier zuerst im Verstehen der Vielfalt des Lebens und von ihr in Gang gesetzter, natürlicher ökosystemarer Prozesse. Wir müssen weit besser begreifen, wie Organismen, egal ob Mikroben,

Weiter zum Titelthema

## Experimentelle Ökosystemforschung trifft globalen Wandel

Pflanzen, Insekten oder große Säugetiere, miteinander interagieren und all die auch für uns essenziellen Leistungen erbringen. Daran schließen sich Fragen der Anpassungsfähigkeit von Ökosystemen an den globalen Wandel an – sowohl von künstlichen Systemen wie Agrar- oder Forstsystemen als auch von noch existierenden natürlichen Systemen, wie großen borealen Nadelwäldern, Regenwäldern und Savannenökosystemen. Und schließlich ist es Aufgabe der Wissenschaft, sich mit Nutzungs- und Managementoptionen auseinanderzusetzen – von der Planung diverser Landschaftsstrukturen über neue Nutzungssysteme, zum Beispiel ökologische Landwirtschaft, Agrar-Forst-Systeme, klimastabile diverse Nutzwälder oder Naturschutzkonzepte für Nutzökosysteme und Kulturlandschaften insgesamt.

### Am UFZ befindet sich auch das flächenmäßig weltweit größte Experiment zum Einfluss der Landnutzung und des Klimawandels auf Agrarökosysteme.

Auch die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Themenbereichs „Ökosysteme der Zukunft“ am UFZ haben sich dieser Aufgabe verschrieben. Sie befassen sich mit dem Monitoring essenzieller Biodiversitätsgrößen, Bodenmerkmalen und Landschaftsvariablen, zunehmend auch mit neuen Methoden der Fernerkundung. Sie nutzen moderne Laborexperimente, aber auch künstliche Modell-ökosysteme und Freilandexperimente, wie die in der Versuchsstation Bad Lauchstädt. Mehr als 20 wissenschaftliche Experimente unterschiedlichster Größe und Dimension laufen hier derzeit. Darunter ist das flächenmäßig weltweit größte kombinierte Experiment zum Einfluss der Landnutzung und des Klimawandels auf Agrarökosysteme, die Global Change Experimental Facility (GCEF).

Die vorliegende Ausgabe der UmweltPerspektiven bietet einen Einblick in diese Vielfalt und in die 125-jährige Geschichte dieser Forschungsstation, die international

immer bedeutender wird. Unter anderem soll sie zu einem der circa 250 Standorte einer europäischen Infrastruktur zur Langzeitforschung an Ökosystemen (eLTER RI) entwickelt werden, deren Aufbau hier am UFZ koordiniert wird.

Doch wir sind mehr als nur Teil der weltweiten wissenschaftlichen Community. Da der Mensch sowohl Verursacher der aktuellen Probleme als auch potenziell Teil der Lösung ist, erachten wir es als wichtig, Forschungsergebnisse in die Politik und die Gesellschaft zu kommunizieren. Die Mitarbeit unserer Wissenschaftler im Weltklimarat IPCC, im Weltbiodiversitätsrat IPBES, im Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) und zahlreichen anderen internationalen und nationalen Gremien demonstriert das eindrucksvoll.

„Bringing nature back into our lives“ ist keine neue Variante einer „Zurück zur Natur“-Bewegung. Lernen von der Natur, Arbeiten mit der Natur und nicht entgegen natürlicher Prozesse, naturgemäße Nutzungskonzepte und Technologien und natürlich Änderungen in unserem Lebensstil und unseren Wertesystemen sind Lösungsansätze, die uns eine Zukunft ermöglichen. Mehr produzieren und mehr konsumieren, um mehr Kapital zu akkumulieren, führt uns dagegen weiter in die Sackgasse!



**Dr. Stefan Klotz**

Leiter des Themenbereichs  
„Ökosysteme der Zukunft“ sowie des  
Departments „Biozönoseforschung“

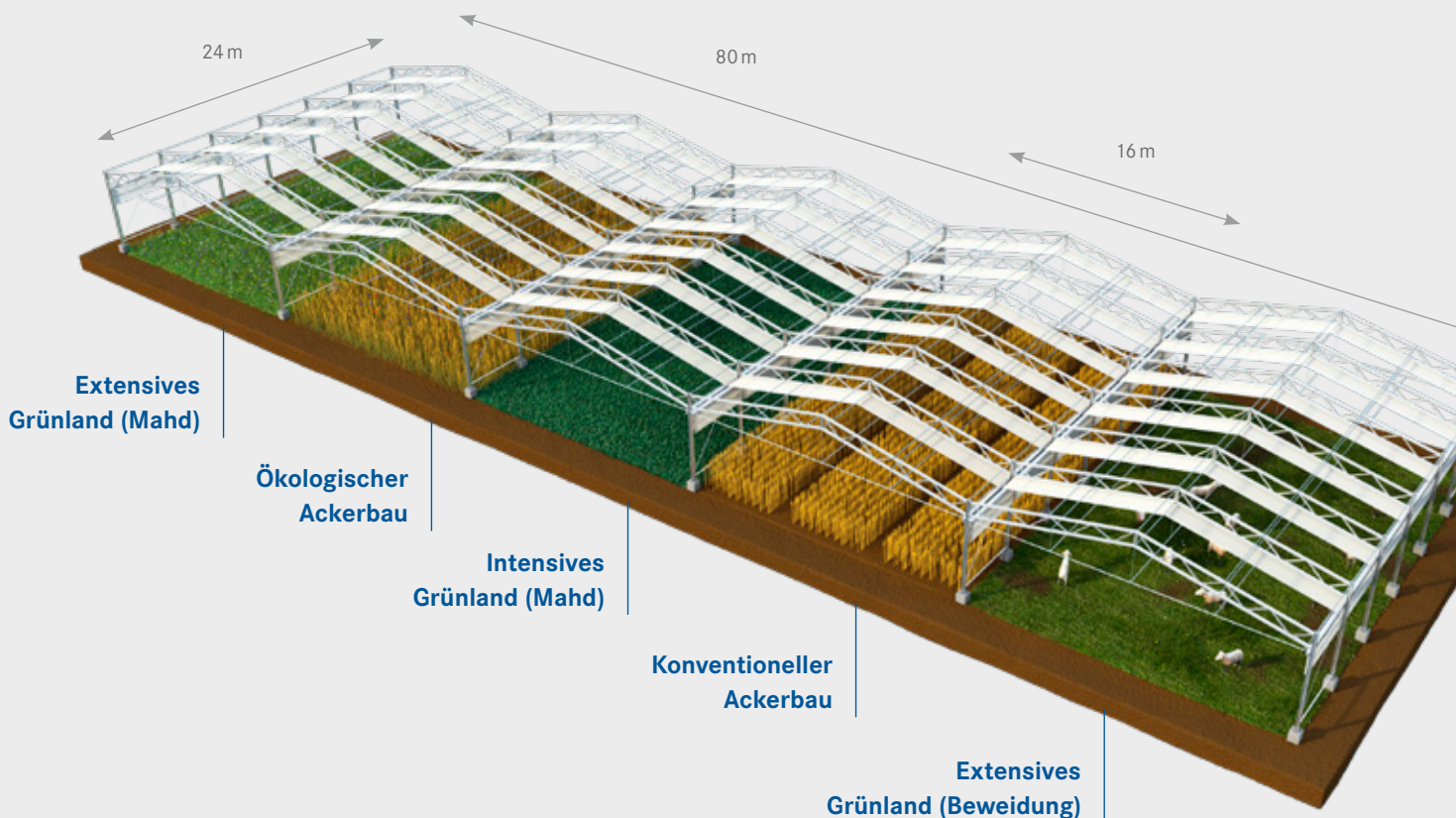
[stefan.klotz@ufz.de](mailto:stefan.klotz@ufz.de)



## TITELTHEMA

# EXPERIMENTELLE ÖKOSYSTEMFORSCHUNG TRIFFT GLOBALEN WANDEL

Im Jahr 1895 gründete der Agrikulturchemiker Max Maercker rund 20 Kilometer südöstlich von Halle in der Goethestadt Bad Lauchstädt eine landwirtschaftliche Versuchsstation. Diese ging 1991 in die Verantwortung des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung (UFZ) über. Mittlerweile zieht sie als Forschungsstation für experimentelle Ökosystemforschung mehr und mehr nationale und internationale Aufmerksamkeit auf sich. Als Herzstück gilt die Global Change Experimental Facility (GCEF) – eine Versuchsanlage, auf der Forscherinnen und Forscher untersuchen können, welche Folgen der Klimawandel auf Landnutzung und Ökosysteme hat.



## GCEF (Global Change Experimental Facility) – die Folgen des Klimawandels für die Landnutzung

Die Grafik zeigt einen von insgesamt zehn Experimentierblocks mit jeweils fünf Parzellen, in denen verschiedene Varianten der Landnutzung getestet werden. Insgesamt umfasst die GCEF also 50 Parzellen. Die Hälfte der Parzellen wird unter aktuell in Bad Lauchstädt herrschenden Klimaverhältnissen bewirtschaftet. Auf der anderen Hälfte simulieren die Wissenschaftler ein Klima, das Szenarien für Mitteldeutschland um das Jahr 2070 vorhersagen. Das Standard-Messprogramm der Wissenschaftler umfasst eine Vielzahl von Daten, die die Auswirkungen der Klimaveränderungen auf die unterschiedlich bewirtschafteten Ökosysteme erfassen sollen.

## STANDARD-MESSPROGRAMM



### Mikroklima

- Feuchte und Temperatur der Luft in drei verschiedenen Höhen
- Feuchte und Temperatur des Bodens in drei verschiedenen Tiefen
- Fotosynthetisch aktive Strahlung in drei verschiedenen Höhen und Globalstrahlung
- Niederschlag

### Pflanzen

- Erträge jeder Parzelle: Auf den Ackerbau-Parzellen werden Biomasse, Trockenmasse, Entwicklungsstadien sowie Kohlenstoff und Stickstoff ermittelt, auf den Grünland-Parzellen darüber hinaus die Höhe der Pflanzen und die Artenzusammensetzung
- Funktionelle Merkmale von Blättern und Wurzeln bei ausgewählten Arten
- Genetische Zusammensetzung der Populationen einzelner Arten



### Bodenchemie

- Verschiedene Fraktionen des Kohlenstoffpools und des Gesamtstickstoffgehalts
- Verfügbare Nährstoffe (Stickstoff, Phosphor, Kalium)
- pH-Wert

### Bodenbiologie

- Dynamik des Streuabbaus
- Mikrobielle Aktivität (Atmung, Biomasse, Enzyme)
- Zusammensetzung der Fauna
- Molekulare Analysen der Mikroflora



### Aufbau Probenarchiv

Archivierung von Rückstellproben von getrocknetem und tiefgefrorenem Pflanzen- und Bodenmaterial für künftige Analysen.

**G**roßflächige, auf fruchtbaren Löß-Schwarzerdeböden angelegte Ackerschläge prägen den Süden Sachsen-Anhalts. Die guten Böden boten hervorragende Voraussetzungen für Agrarwissenschaftler der Universität Halle, die vor 125 Jahren einen Kilometer außerhalb von Bad Lauchstädt an der Straße Richtung Delitz am Berge eine agrochemische Versuchsstation anlegten. Dort wollten sie mehr über Bodenfruchtbarkeit, landwirtschaftliche Erträge und Folgen der Düngung erfahren. Im Jahr 1902 etablierten sie zum Beispiel den Statischen Düngungsversuch, der noch bis heute läuft. Mittlerweile hat sich nicht nur die Zahl der Feldversuche deutlich erhöht, auch die Vielfalt der Infrastruktur und der Fokus der inhaltlichen Fragestellungen haben sich deutlich geweitet. Mehr als 20 wissenschaftliche Experimente in unterschiedlichster Größe und Dimension laufen derzeit am UFZ-Standort in Bad Lauchstädt – die Themen reichen von der Modellierung von Kohlenstoff- und Stickstoffdynamiken im Boden und der Sukzession auf Ackerbrachen über die Anpassung von Eichen an den Klimawandel bis hin zu internationalen Feldversuchen zu den Folgen von Dünger und Dürre auf Grünland. Im Zentrum der Forschungsstation steht die Global Change Experimental Facility, kurz GCEF. Dr. Martin Schädler, wissenschaftlicher Koordinator der GCEF, zeigt sich noch sieben Jahre nach deren Bau beim Gang über die Anlage begeistert: „Die GCEF ist das Flaggschiff der UFZ-Forschungsstation in Bad Lauchstädt und das flächenmäßig weltgrößte Klimaexperiment.“

**Die GCEF integriert nicht nur realistische Szenarien der Landnutzung, sondern auch künftige Klimaschwankungen.**

Rund vier Millionen Euro haben der Bund sowie Sachsen und Sachsen-Anhalt in die GCEF investiert, die etwas versteckt hinter Wirtschaftsgebäuden auf der rund 40 Hektar großen Forschungsstation liegt. Im Jahr 2013 wurden dafür zehn große Stahlgerüste auf einer Fläche von insgesamt sieben Hektar in die Schwarzerde gerammt. Darunter wurden Versuchsparzellen angelegt, die die typische agrarische Landnutzung in Mitteleuropa repräsentieren: Konventioneller und ökologischer Ackerbau, intensiv genutztes Grünland mit Mahd sowie zwei Formen unterschiedlich extensiver Grünlandnutzung, Mahd und Beweidung durch eine Herde Schafe, die in der Station eine Heimat gefunden hat. Der Clou der Anlage: Die Forscher simulieren auf fünf der zehn Experimentierblöcke jenes Klima, das Mitteldeutschland im Jahr 2070 höchstwahrscheinlich

prägen wird. Das bedeutet höhere Temperaturen von ein bis zwei Grad; bis zu 20 Prozent weniger Niederschlag im Sommer, dafür etwa je 10 Prozent mehr im Frühling und Herbst. „Die Möglichkeit, vor allem Niederschläge nach unseren Modellwünschen zu manipulieren, ist der große Vorteil dieser Anlage“, sagt Schädler. Damit integriere dieses Experiment nicht nur realistische Landnutzungsszenarien, sondern auch Klimaschwankungen, die heute und in Zukunft unsere Umwelt bestimmen werden. Die fünf anderen Blöcke, die identisch bewirtschaftet werden, sind den derzeitigen Klimabedingungen ausgesetzt. Sie dienen als Kontrollflächen.

Rund 40 nationale und internationale Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler forschen auf der GCEF, dazu kommen noch 16 Promovierende. Sie nutzen die Daten, die im Rahmen eines Standardmessprogramms seit

2015 Tag für Tag erhoben werden. Dazu zählen neben allgemeinen Wetterdaten, Daten zum Mikroklima und zur Bodenchemie, Daten zur Bodenbiologie, zur Entwicklung der Biomasse sowie einzelnen funktionellen Merkmalen von Pflanzen und Tieren. Zusätzlich erheben die vielen Wissenschaftler, die projektbezogen in der GCEF forschen, weitere Daten und Parameter und stellen sie den Kooperationspartnern zur Verfügung. Diese Fülle und Vielfalt an Daten und Möglichkeiten sowie das immer umfangreicher werdende Archiv mit Rückstellproben von getrocknetem und tiefgefrorenem Pflanzen- und Bodenmaterial machen die GCEF als Plattform für experimentelle Umweltforschung so attraktiv. Wer mit Martin Schädler über die Anlage streift, entdeckt überall auf den Parzellen Forschungsequipment: Temperatur- und Feuchtesensoren, Strahlungsmessgeräte, Markierungsfähnchen oder in Netze gepackte Blüten, um die Effekte von Bestäubern zu messen. Und



### Eine App zur Bestimmung der Vegetationsstruktur

Die UFZ-Arbeitsgruppe „Environmental Sensor and Information Systems“ um Dr. Jan Bumberger entwickelt derzeit in Kooperation mit Prof. Stan Harpole eine App, mit der Forscher in Graslandschaften über mobile Endgeräte die Biomasse von Vegetationseinheiten bestimmen können. Dabei können sie zum Beispiel mit einem Smartphone Fotos einer Pflanzengemeinschaft auf einem Untersuchungsplot aus verschiedenen Abständen und Winkeln aufnehmen. Aus der von den Fotos abgeleiteten Strukturoberfläche rekonstruiert eine Cloud-Infrastruktur mittels Methoden der künstlichen Intelligenz eine dreidimensionale Punktwolke. Daraus können physikalische Parameter wie die Biomasse, die Oberflächenstruktur der Vegetationseinheit oder die Wuchshöhe der Pflanzen abgeleitet werden. Die App soll Forschern künftig ermöglichen, beispielsweise die Biomassenentwicklung über Vegetationsperioden hinweg zu untersuchen, ohne dass dafür die Pflanzen entnommen werden müssen.



zur richtigen Jahreszeit wimmelt es hier nur so von Forscherinnen und Forschern, die beobachten, ernten, wiegen, messen, zählen oder bestimmen. „In der Ökologie brauchen wir die Daten aus dem Freiland, weil sich damit Modelle erstellen und dann später immer wieder überprüfen und verfeinern lassen“, sagt er. Das erhöht ihr Potenzial als Prognosewerkzeug. Doch nicht nur für die Wissenschaft sind die Ergebnisse aus dem Freiland wichtig. Auch Landwirtschaft und Politik drängen insbesondere unter dem Eindruck der Dürren aus den beiden Vorjahren darauf zu erfahren, wie sich die Klimaerwärmung auf die landwirtschaftliche Nutzung auswirkt. Welche Landnutzungstypen von den prognostizierten Änderungen am stärksten betroffen sind, welche Anpassungsmaßnahmen sinnvoll sind und wie sich der Boden langfristig verändert, sind typische Fragen, die immer wieder gestellt werden.

## Von kurzfristigen Mustern auf langfristige Trends schließen

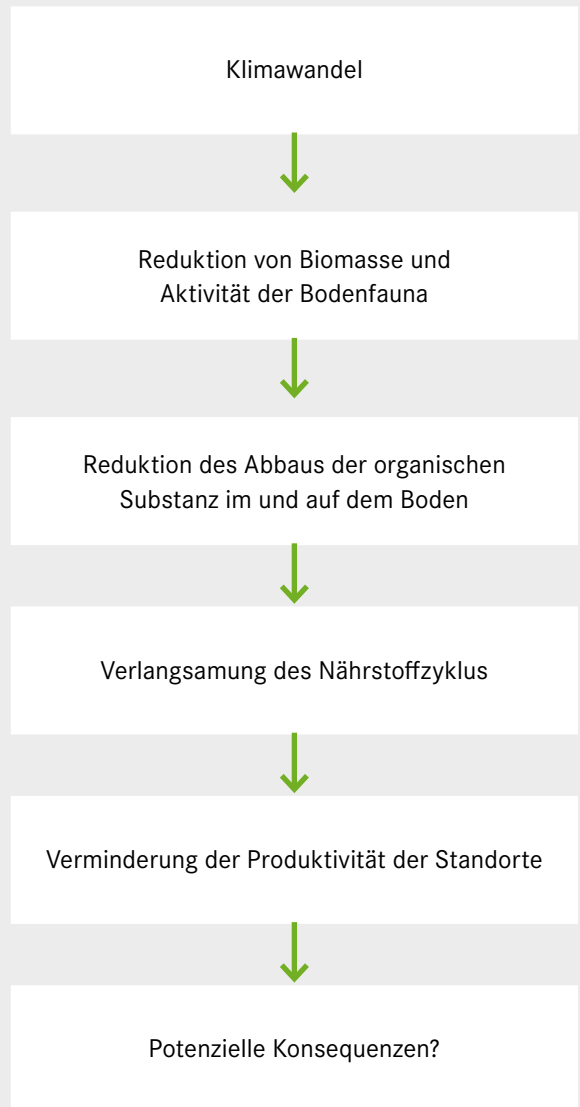
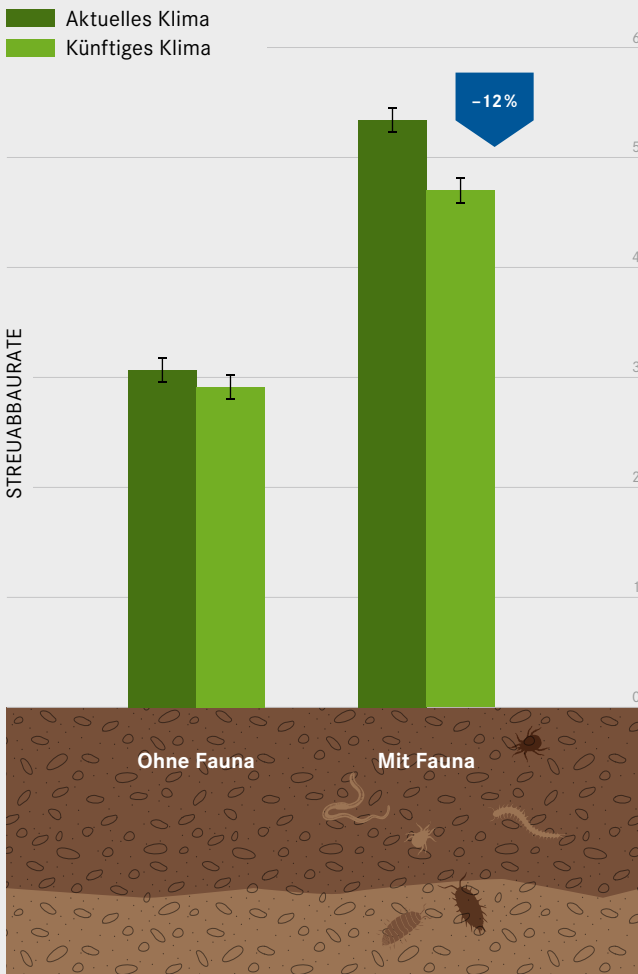
Die GCEF ist für mindestens 15 Jahre angelegt. Damit bietet sie Forschenden die einmalige Gelegenheit, grundlegenden Fragestellungen nachzugehen, für deren Beantwortung eine typische Projektdauer von drei bis fünf Jahren nicht ausreichen würde. „Die unterschiedlichen jährlichen Klimabedingungen, natürliche Schwankungen in Artengemeinschaften und die Dynamik vieler ökologischer Prozesse bedingen es, dass diese Forschung langfristig angelegt sein muss, um eine solide Wissensgrundlage zu liefern“, sagt Martin Schädler. Doch auch wenn finale Ergebnisse für manche Fragestellungen erst in zehn Jahren zu erwarten sind, können die Forscher schon jetzt spannende Zwischenbefunde präsentieren. So nimmt die landwirtschaftliche Produktivität bei allen fünf Landnutzungsvarianten unter den künftigen Klimabedingungen in manchen Jahren um



## Rolle der Bodenfauna unter künftigen Klimabedingungen

Bisherige Ergebnisse zeigen, dass unter künftigen Klimabedingungen und unter Bedingungen einer intensiveren Landnutzung sowohl die Biomasse der Bodenfauna als auch deren Aktivität abnehmen. Damit einhergehend verlangsamt sich der Abbau organischer Substanz (Streu). Ob diese Prozesse auch langfristig zur Reduzierung mobiler Nährstoffe im Boden mit dauerhaft negativen Konsequenzen für das Pflanzenwachstum führen, lässt sich jedoch erst im Laufe der nächsten Jahre sicher nachweisen.

Die negativen Effekte des Klimawandels auf den Streuabbau sind weniger dem veränderten Einfluss der Mikroben zuzuschreiben, sondern vor allem einer modifizierten Fauna. Das zumindest zeigen die Ergebnisse im Untersuchungszeitraum 2015/2016.



Quellen: Yin, R., Eisenhauer, N., Gruss, I., Schmidt, A., Purahong, W., Siebert, J., Schädler, M. (2019): **Climate change does not alter land-use effects on soil fauna communities.** *Applied Soil Ecology* 140:1-10. | Siebert, J., Thakur, M.P., Reitz, T., Schädler, M., Schulz, E., Yin, R. Weigelt, A. & Eisenhauer, N. (2019): **Extensive grassland-use sustains high levels of soil biological activity, but does not alleviate detrimental climate change effects.** *Advances in Ecological Research* 60: 25-58. | Yin, R., Eisenhauer, N., Auge, H., Purahong, W., Schmidt, A., Schädler, M. (2019): **Additive effects of experimental climate change and land use on faunal contribution to litter decomposition.** *Soil Biology and Biochemistry* 131: 141-148.





— UFZ-Doktorandin Sara Wahdan bringt mit Praktikantin Chakriya Sansupa Streubeutel mit Pflanzenmaterial auf den Ackerbauparzellen der GCEF aus, um den Abbau von Pflanzenmaterial und den Befall mit Pathogenen unter sich ändernden Klimabedingungen zu untersuchen.

20 bis 25 Prozent ab. Dies erkläre sich vor allem, so Schädler, mit reduzierten Niederschlägen im Sommer. Diese treffen die Pflanzen in ihrer Hauptwachstumsphase. Ein Effekt, den auch die leicht erhöhten Temperaturen während des gesamten Jahres und die höheren Niederschläge im Frühjahr und Herbst nicht mehr ausgleichen können.

Ein für die Wissenschaftler unerwartetes Muster zeigte sich bezüglich der Zersetzung von organischem Bodenmaterial durch Wirbellose, Bakterien und Pilze – ein für die Landnutzung elementarer Prozess, durch den wichtige Pflanzennährstoffe wie Stickstoff oder Phosphor bereitgestellt werden. Bislang ging man immer davon aus, dass sich artenreichere Systeme besser an höhere

Temperaturen anpassen können. Umso verwunderter waren die Bodenökologen, dass auf den ersten Blick die Bioaktivität auf den extensiv genutzten, artenreicheren Wiesen und Weiden der GCEF bei Zunahme der Temperatur stärker abnahm als auf intensiv bearbeiteten, artenarmen Wiesen. Das lässt sich laut Martin Schädler etwa damit erklären, dass andere Arten die Funktionen von jenen Arten übernehmen, die verschwinden. Allerdings weisen die Beobachtungen auch daraufhin, dass artenreichere Systeme nach einer Art Schock zu Beginn einer Störung sehr wohl reagieren können. „Bislang sind das spannende Muster. Doch um wirklich langfristige Trends aufzeigen zu können, müssen wir noch wesentlich mehr Daten erheben.“



### GrENE-Net – ein Evolutionsexperiment

Die Acker-Schmalwand (*Arabidopsis thaliana*) ist eine unscheinbare Pflanzenart, deren Genom im Jahr 2000 vollständig entschlüsselt wurde. Das macht sie interessant für die Forschung. Im Evolutionsexperiment GrENE-Net beispielsweise untersuchen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler seit 2017 rund um den Globus, welche der 231 verschiedenen Herkünfte der Pflanze an welchen Orten unter welchen klimatischen Bedingungen am vitalsten sind. 45 Forschungsstandorte in Europa, Nordamerika und Asien sind am Experiment beteiligt, darunter auch die UFZ-Forschungsstation Bad Lauchstädt. Unter Leitung des Pflanzengenetik-Experten Dr. Walter Durka vom UFZ analysieren und sequenzieren Forscher derzeit Blüten und Blätter der Bad Lauchstädter Versuchsserie. Ergebnisse werden Ende 2020 erwartet.

<https://grenenet.wordpress.com/news/>

Quelle: Johann Georg Sturm (1796): **Deutschlands Flora in Abbildungen**. Zeichnung von Jacob Sturm

Auch innerhalb der Streuschicht haben GCEF-Forscher Veränderungen unter sich wandelnden Klimabedingungen festgestellt. Diese oberste Bodenschicht aus organischen Abfällen übernimmt für den Nährstoffkreislauf eine zentrale Rolle. Sie kann sie aber nur dann ausspielen, wenn insbesondere die Bodenfauna, also Asseln, Milben, Springschwänze, Fadenwürmer & Co., ideale Bedingungen für ihre Zersetzungstätigkeit vorfinden. Diese herrschen jedoch bei geringeren Niederschlägen und erhöhten Temperaturen im Sommer offensichtlich nicht. Auf der GCEF zeigte sich nämlich, dass sich unter wärmeren Bedingungen die Zersetzungsraten in der Streuschicht bei allen fünf Landnutzungsformen im Schnitt um zehn Prozent, im Grünland zum Teil um bis zu 36 Prozent verringerten. „Wenn sich das über die Jahre akkumuliert, kann das für die Landwirtschaft negative Folgen für die Fruchtbarkeit von Böden haben“, resümiert Martin Schädler.

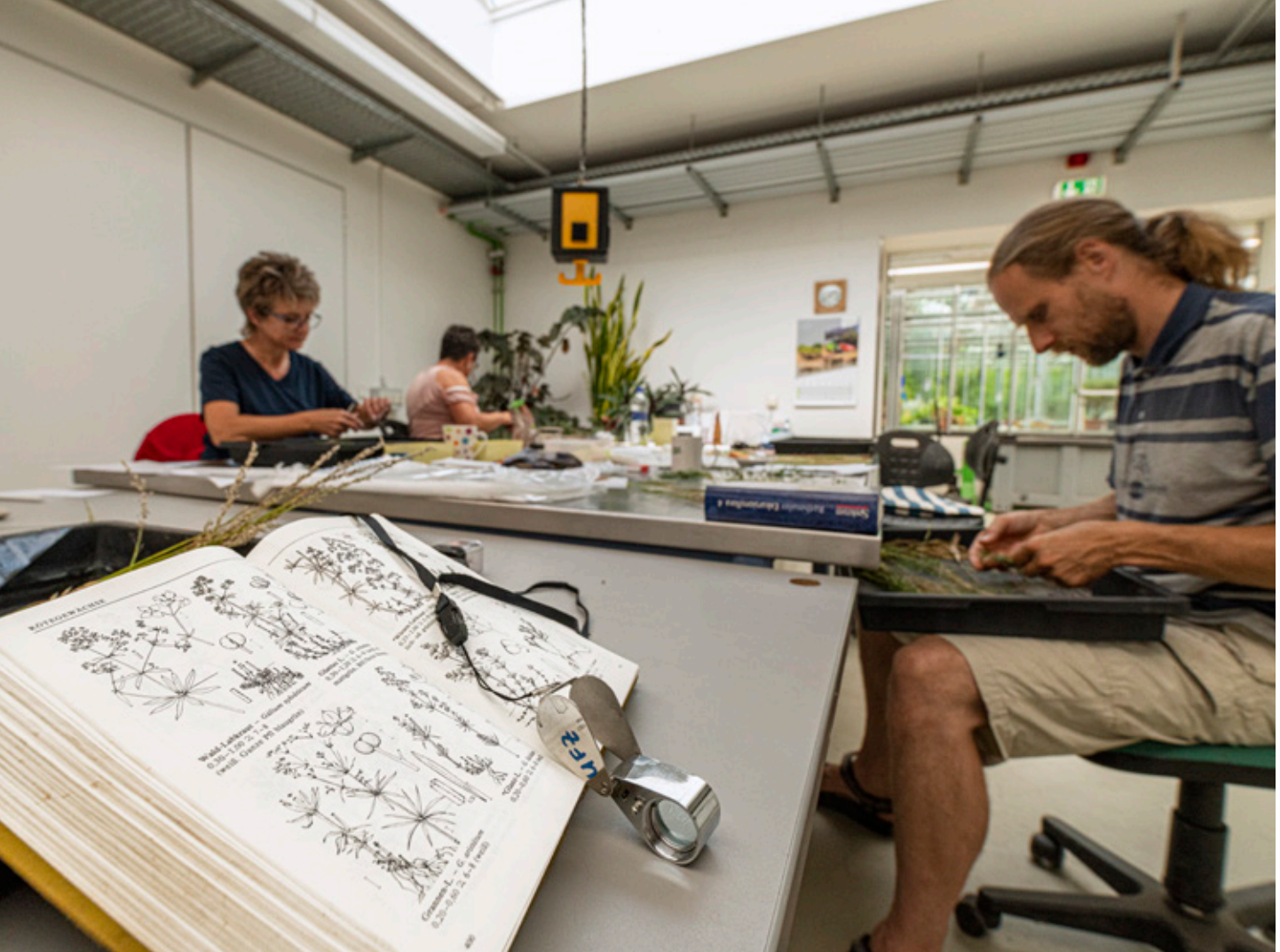
**Wir brauchen weltweit solche realistischen Freilandexperimente wie die GCEF.**

Steigen die Temperaturen, verändert sich aber nicht nur das Verhalten der Bodenfauna, sondern auch das von Mikroorganismen wie etwa Pilzen und Bakterien. Damit beschäftigt sich in der GCEF Prof. François Buscot. Der UFZ-Bodenökologe untersucht am Beispiel des Weizens, der auf den Flächen der GCEF wächst, die Dynamik von Bakterien, die im Boden den wichtigen Pflanzennährstoff Phosphor aktivieren. Buscot und sein Mitarbeitersteam fanden heraus, dass die Phosphormobilisierung auch unter wärmeren Bedingungen klappt. Diese Funktion übernehmen jedoch je nach Entwicklungsphase des Weizens Bakterien, von denen man bisher gar nicht wusste, dass sie diese Aufgabe stemmen können. „Es gibt bei der Vielfalt der Bodenmikroorganismen offensichtlich immer welche, die unter neuen Bedingungen in der Lage sind, den Pflanzen zu helfen, ihre Leistung zu bringen“, sagt der UFZ-Forscher. Er sieht darin einen Beleg dafür, dass sich die Biologie im Boden dem Klimawandel anpassen kann – unter der Voraussetzung, dass dort die biologische Vielfalt erhalten bleibt. Dies ist aber eher im ökologischen Anbau als in der intensiven Landwirtschaft der Fall.

In einem weiteren GCEF-Experiment zeigte sich, dass sich mit einer Zunahme von Temperatur und Trockenheit auch die Gefahr von Pathogenen erhöht. Dies stellten



— Martin Andrzejak interessiert sich in seiner Doktorarbeit dafür, welche Einflüsse Klimabedingungen auf die Bestäubung durch Insekten und damit auf die Pflanzendemographie haben. In einem seiner Versuche umschließt er zur Unterbindung der Bestäubung die Blüten der Pflanzen mit Tüten.



— Lupe und Bestimmungsliteratur sind Voraussetzung, um die Pflanzenarten richtig bestimmen zu können, die auf den Parzellen wachsen. Nur so lassen sich die richtigen Rückschlüsse ziehen, wie sich beispielsweise die Artenvielfalt auf extensiv und intensiv bewirtschafteten Grünländern durch den Klimawandel verändert.



### **SOILCan – mithilfe von Lysimetern Bodenprozesse untersuchen**

Die Forschungsstation Bad Lauchstädt ist Teil des Lysimeter-Netzwerks SOILCan, das in das bundesweite TERENO-Netzwerk zur Erdbeobachtung integriert ist. In SOILCan werden seit 2010 auf 13 Forschungsflächen in unterschiedlichen Klimazonen Deutschlands Bodenhydrologie, Kohlenstoff- und Nährstoffkreislauf sowie Treibhausgase und Pflanzenvielfalt untersucht. Ziel ist herauszufinden, welche Auswirkungen der Klimawandel auf Böden hat. In Bad Lauchstädt ließ UFZ-Bodensystemforscher Prof. Hans-Jörg Vogel 18 Lysimeter in den Boden versenken – mit Erde gefüllte Stahlbehälter, in denen das durch die Bodensäule wandernde Wasser und die darin enthaltenen Nähr- und Schadstoffe

erfasst und analysiert werden. Erste Analysen zeigen, dass die Pflanzen bei trockenen Bedingungen die zunehmend knappen Wasservorräte effizient im Boden nutzen, weil Wasserverluste durch Evaporation an der Bodenoberfläche reduziert werden. Außerdem wurden das Gedächtnis der Böden für längere Trockenperioden gemessen und neue Erkenntnisse gewonnen, wie sich Niederschlagswasser innerhalb der Bodenprofile verteilt. So kann beispielsweise je nach Bodenstruktur die vertikale Infiltration deutlich schneller sein als die gleichmäßige Durchfeuchtung des Oberbodens.

[www.tereno.net](http://www.tereno.net)

die UFZ-Bodenökologen fest, indem sie nach der Ernte Weizenstreu in den Boden einarbeiteten. Erntereste zurückzuführen ist eine übliche Praxis, um den Anteil an organischer Substanz im Boden zu stabilisieren. Allerdings wird Streu immer von Pilzen besiedelt, und darunter sind viele, die pathogene Wirkungen auf die jeweilige Kulturpflanze haben. „Wir wollten wissen, ob sich das Spektrum dieser Pilze unter veränderten Klimabedingungen verschiebt“, erläutert François Buscot. Zu seiner Überraschung habe sich dieses Spektrum erweitert. Unter den künftigen Klimabedingungen nehmen also die Vielfalt der Pathogene in der Streu und damit die potenzielle Infektionsgefahr für den Weizen zu. „Wir könnten in Zukunft mit mehr und neuen Infektionskrankheiten bei den Kulturpflanzen konfrontiert werden“, warnt er.

Es sind solche ökologischen Freilandexperimente, die aus Sicht von François Buscot, der gemeinsam mit den UFZ-Kollegen Dr. Stefan Klotz und Dr. Harald Auge maßgeblich den Aufbau der GCEF im Jahr 2008 initiiert hat, die Besonderheit dieser Versuchsanlage ausmachen. „Die Möglichkeit, den Einfluss von Klima und Landnutzung auf die regionale Artenvielfalt unter realen Bedingungen in dieser Bandbreite und mit diesen Möglichkeiten der Manipulation von Temperatur und Niederschlag zu untersuchen, ist außergewöhnlich“, sagt er. Das unterstreicht auch eine im Vorjahr veröffentlichte Studie mitteldeut-



scher Biodiversitätsforscher im Fachblatt „Global Change Biology“. Demnach sind die meisten der Ökosystem-Klima-Experimente im Freiland unrealistisch, weil sie nicht auf gängigen Klimavorhersagen für die jeweilige Region basieren. Folglich gebe es fast keine verlässlichen Daten, wie sich Ökosysteme künftig entwickeln werden. „Um Vorhersagen darüber zu treffen, wie Pflanzengemeinschaften auf den Klimawandel reagieren und wie unsere Ökosysteme in Zukunft aussehen werden, brauchen wir weltweit realistische Freilandexperimente wie die GCEF“, fordert deshalb Autorin Prof. Tiffany Knight, die seit 2016 als Humboldt-Professorin an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, dem Deutschen Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) und dem UFZ forscht.



### **Trophin Oak/PhytoOakmeter – die Eiche als Modellbaum**

Die Stiel-Eiche ist in Europa weit verbreitet und eignet sich deshalb hervorragend als Modell, um die Auswirkungen des globalen Wandels auf langlebige Waldbäume zu erforschen. Die UFZ-Bodenökologen Dr. Sylvie Herrmann und Prof. François Buscot untersuchen seit 2010 in Bad Lauchstädt im Projekt TrophinOak, wie Eichenstecklinge in bestimmten Wachstumsphasen auf unterschiedliche Tierarten und Mikroorganismen wie Motten, Fadenwürmer, Springschwänze oder pilzähnliche Wurzelschädlinge reagieren. So fanden sie beispielsweise heraus, dass die Spross-Streckungsphase entscheidend ist für die Entwicklung der Eiche. Dabei spielt ein symbiotischer Mykorrhizapilz eine wesentliche Rolle im Kampf gegen Trockenstress oder extreme Temperaturschwankungen. Parallel dazu analysieren die UFZ-Forscher in dem Freiland-Versuch PhytoOakmeter, wie die von ihnen gezüchteten Stieleichen in verschiedenen Regionen Europas auf unterschiedliche Böden und Klimabedingungen reagieren.

[www.ufz.de/trophinoak-phytoakmeter](http://www.ufz.de/trophinoak-phytoakmeter)



## Mit Miniökosystemen das Verhalten einzelner Individuen analysieren

Von der wissenschaftlichen Strahlkraft der GCEF profitiert der gesamte UFZ-Forschungsstandort, denn: Andere Forschungsexperimente suchen deren Nähe und siedeln sich dort an. Das, was die GCEF-Forscher im großen Maßstab erforschen, analysiert der Biologe Prof. Nico Eisenhauer im Kleinen im iDiv-Ecotron – eine Forschungsplattform mit 24 Miniatur-Ökosystemen, in denen der Professor für Experimentelle Interaktionsökologie der Universität Leipzig Licht, Temperatur und Niederschläge passend zur jeweiligen Forschungsfrage einstellen kann. Das in Leipzig angesiedelte Deutsche Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) und das UFZ haben für diese Anlage 3,7 Millionen Euro eingeworben. Seit 2017 kann Eisenhauer in diesen Versuchskammern Tier- und Pflanzenarten zusammenbringen und untersuchen, wie die Ökosysteme darauf reagieren. „Der Vorteil dieser geschlossenen Systeme ist, dass wir unter absolut kontrollierten Bedingungen Temperatur, Luft- oder Bodenfeuchte messen, mit unterirdischen Scannern analysieren, wie Wurzeln wachsen, oder gar das Verhalten einzelner Käferindividuen nachverfolgen können“, sagt er. Zudem kann er in den Miniatur-Ökosystemen schnell und flexibel auf aktuelle Forschungsfragen reagieren. Als Ende 2017 das Thema Insektensterben aufpoppte, wies er beispielsweise mit Kollegen der Universität Jena nach, dass sich der Rückgang von Insekten auf die Häufigkeit und die Blühdauer von bestimmten Pflanzen im Grünland auswirkt. So blüht etwa der Hornklee später, wenn weniger Insekten fliegen. Und während der Wiesenklee-Bestand bei einem Rückgang der Insekten schrumpft, nimmt die Häufigkeit des Spitzwegerichs zu.

### In den Miniatur-Ökosystemen des iDiv-Ecotrons können ökologische Mechanismen gezielt untersucht und im Detail verstanden werden.

In einem anderen Experiment ließ Eisenhauer Marienkäfer, Blattläuse und größere Zersetzerorganismen wie Regenwürmer und Springschwänze zusammenbringen. Er wollte so herausfinden, wie sich unterschiedliche Dichten von



Blattläusen und Marienkäfern auf die Bodenfauna auswirken, wie das Zusammenspiel der Zersetzerdiversität und die Marienkäferdichte die Blattläuse bei der Wahl ihres Lebensraums beeinflusst und welche Folgen die Anwesenheit von Pflanzenfressern und ihrer Räuber auf Ökosystemfunktionen hat. Das Resultat: Mit dem Rückgang der Marienkäfer nahm die Zahl der Blattläuse zu, Pflanzenarten wie die Ackerbohne wuchsen weniger gut und die Bodengemeinschaften veränderten sich. „Die Gemeinschaftsstruktur dieser Kleinstlebewesen hängt von der Häufigkeit der Marienkäfer ab, weil die Gemeinschaften oberhalb und im Boden verknüpft sind“, erklärt Eisenhauer. Pflanzen verbinden diese Nahrungsnetze miteinander, indem sie in beiden Teilsystemen als primäre Nahrungsquelle dienen und in ihrem Wachstum und in ihren chemischen Inhaltsstoffen auf Veränderungen in der Umwelt reagieren. „Mit Forschungsansätzen wie diesen, mit denen sich das Verhalten einzelner Individuen von Tier- und Pflanzenarten mit der Biodiversitätsforschung verschmelzen lässt, ist das iDiv-Ecotron ein wichtiger Bestandteil der Forschungsstation“, sagt der Ökologe.

Dies mündet auch in gemeinsamen Projekten. Geplant ist beispielsweise, Böden eines in Bad Lauchstädt laufenden Baumexperiments zu entnehmen und diese in den Versuchskammern zu inkubieren. Ökologische Mechanismen könnten so gezielt untersucht und im Detail verstanden werden. „Diese Versuchsanlage stellt ein wichtiges Bindeglied zwischen den sehr kontrollierten Gewächshaus- und Mikrokosmosexperimenten sowie den großen und naturnäheren Feldstudien dar“, urteilt Eisenhauer.

— 24 dieser Miniatur-Ökosysteme gehören zum iDiv-Ecotron. Darin lassen sich Umweltbedingungen komplett kontrollieren und ökologische Prozesse beispielsweise durch den gezielten Einsatz bestimmter Arten (z.B. Heimchen, *Acheta domesticus*, siehe kleines Foto oben) messen. Ziel ist, durch diese Manipulation miteinander interagierender Tier- und Pflanzenarten die Effekte auf Ökosystemfunktionen genauer zu erforschen.

## Einzigartiger Hub für globale Vergleichsstudien von Grünland

Infrastrukturen wie die GCEF und das iDiv-Ecotron sorgen auch dafür, dass die Feldversuchsstation in Bad Lauchstädt international Aufmerksamkeit auf sich zieht. So ist die Anlage nicht nur Teil des weltweiten Dürre-Netzwerks DroughtNet und des Netzwerks DragNet, das Wechselwirkungen zwischen Landnutzungsänderung und Nährstoffzufuhr untersucht, sondern auch seit 2015 Bestandteil des Nutrient Networks (NutNet) – ein Langzeitexperiment, bei dem Forscher auf mehr als 130 Flächen rund um den Globus untersuchen, wie Grasland-Ökosysteme auf den Eintrag von Nährstoffen wie Phosphor und Stickstoff reagieren. Wie beeinflusst die Produktivität von Grünland die Artenvielfalt und andersherum? Welche Auswirkungen haben bislang weniger beachtete Nährstoffe wie Kalium, Magnesium oder Kalzium auf Wiesen und Weiden? Wie verändert sich die Pflanzenvielfalt durch den Eintrag von Nährstoffen aus der Atmosphäre oder durch Beweidung? Zentrale Fragen wie diese untersucht UFZ- und iDiv-Forscher Prof. Stan Harpole mit seinem Team in Bad Lauchstädt auf 24 Flächen á 5 Meter x 5 Meter. Auf den Grünlandarealen erhebt der Ökologe den Deckungsgrad jeder Pflanzenart, die Lichtverfügbarkeit und die Nährstoffgehalte des Bodens und analysiert die Folgen von Düngung oder Beweidung. Der Versuchsaufbau und die Fragestellungen sind an allen NutNet-Standorten, die sich über unterschiedliche Klima- und Vegetationszonen der Erde erstrecken, identisch. Deshalb lassen sich die Daten hervorragend vergleichen. Technische Infrastruktur ist kaum notwendig, die Kosten sind entsprechend niedrig. Deswegen beteiligen sich daran auch Wissenschaftler aus jenen Regionen der Erde, in denen Forschungsgelder nicht so üppig fließen. Das alles macht das Netzwerk für Stan Harpole interessant. „Wir brauchen für die globalen Probleme, vor denen wir stehen, globale Antworten. Die Stärke von NutNet ist, dass wir die Ergebnisse der vielen einzelnen Standorte zusammenbringen und so zu globalen Lösungen kommen können“, sagt er.

Stan Harpole, der die Idee für NutNet als Postdoc mit seinen Kollegen an der US-amerikanischen University of California in Irvine entwickelte, hat zum Beispiel festgestellt, dass das Pflanzenwachstum auf Grünland nicht nur von der Verfügbarkeit gängiger Nährstoffe wie etwa Phosphor und Stickstoff abhängig ist, sondern auch Kalium, Magnesium oder Kalzium eine wichtige Rolle spielen. „Es ist nicht nur ein einzelner Faktor, sondern eine Kombi-



nation aus vielen Faktoren und Nährstoffen, die darüber entscheidet, welche Pflanzenarten auf einer Fläche eine ökologische Nische finden“, sagt er. Welche Nährstoffe dabei welche Rolle übernehmen, ist noch unklar und damit nur eine von mehreren Forschungsfragen, mit denen sich Stan Harpole weiter beschäftigen wird. „Die Forschungsstation in Bad Lauchstädt ist ein einzigartiger Hub für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, weil es hier exzellente Infrastruktur und ausreichend Raum für weitere Experimente gibt“, sagt Harpole. So soll in Bad Lauchstädt einer von europaweit 250 Standorten der europäischen Infrastruktur zur Langzeit-Ökosystemforschung (eLTER RI) entstehen. Koordiniert vom UFZ soll diese Infrastruktur bis 2024 betriebsbereit gemacht werden. Ziel ist, in allen biogeografischen Gebieten





— **DroughtNet** ist ein Forschungsnetzwerk, in dem Ökologen seit 2015 an mehr als 100 Standorten weltweit die Auswirkungen von häufigen und schweren Dürren auf Landökosysteme untersuchen. Die Effekte fallen je nach Ökosystemtyp sehr unterschiedlich aus. In Bad Lauchstädt haben die Projektleiter Prof. Nico Eisenhauer (Uni Leipzig, iDiv) und Dr. Harald Auge (UFZ) 25 Versuchsfelder à 4 Quadratmeter angelegt. Zehn davon sind überdacht, dort herrscht mit 55 Prozent weniger Niederschlag extreme Dürre. Auf den Flächen variieren sie aber nicht nur den Niederschlag, sondern auch die Zufuhr von Stickstoff, Phosphor und Kalium. Vorläufige Ergebnisse weisen darauf hin, dass Trockenheit besonders starke Effekte auf Bodenprozesse hat und dass sich der Boden davon nur sehr langsam erholen kann.

<https://drought-net.colostate.edu>

Europas biologische, biogeochemische, hydrologische und sozio-ökologische Daten nach gemeinsamen Standards zu erheben und zu analysieren.

So wird sich die Forschungsstation in Bad Lauchstädt, die einst 1895 als landwirtschaftliche Versuchsanlage gegründet wurde, immer weiter entwickeln. Die Forscherinnen und Forscher werden in den kommenden Jahren mehr und mehr Früchte ihrer wissenschaftlichen Freilandarbeit ernten. Profitieren wird davon aber auch die Landwirtschaft: Sie kann aus den wissenschaftlichen Erkenntnissen wertvolle Rückschlüsse für die Landnutzung der Zukunft ziehen.

—  
BENJAMIN HAERDLE



**Dr. Martin Schädler**

UFZ-Department Biozönoseforschung  
[martin.schaedler@ufz.de](mailto:martin.schaedler@ufz.de)

**Prof. Dr. Nico Eisenhauer**

Universität Leipzig / iDiv  
[nico.eisenhauer@idiv.de](mailto:nico.eisenhauer@idiv.de)

**Prof. Dr. W. Stan Harpole**

UFZ-Department Physiologische  
Diversität / iDiv  
[stan.harpole@ufz.de](mailto:stan.harpole@ufz.de)



— Auf einem 4.000 Quadratmeter großen Versuchsfeld wachsen zwei Maisgenotypen mit unterschiedlichen Wurzeleigenschaften. Durch die in den Boden eingelassenen Plexiglasfenster können die Forscherinnen und Forscher die Wurzeln beim Wachsen beobachten.

## PROJEKT

# ZU BESUCH IM UNTERGRUND

Etliche wichtige Zukunftsfragen werden unter der Erde mitentschieden. Wie werden die Ernten künftig ausfallen? Ist die Versorgung mit Nahrungsmitteln gesichert? Und welche Mengen von Treibhausgasen werden die Böden der Welt speichern können? All das hängt von einem komplexen Geflecht von Beziehungen zwischen Boden, Pflanzenwurzeln und Mikroorganismen ab. Was dort aber im Einzelnen vor sich geht, weiß niemand so genau. Daher ist 2018 ein vom UFZ koordiniertes Schwerpunktprogramm der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gestartet, das mit modernen Untersuchungsverfahren mehr Licht ins Dunkel bringen soll.

Wurzeln sind Geheimniskrämer. Botaniker wissen zwar, dass diese Pflanzenorgane zu rekordverdächtigen Leistungen fähig sind. So hat ein Feigenbaum in Südafrika eine Wurzel rund 120 Meter in die Tiefe geschickt, um eine Wasserquelle anzupapfen. Und selbst eine beliebige Durchschnittswurzel hat raffinierte Tricks auf Lager, mit denen sie sich den Weg durchs Erdreich bahnt, Nährstoffe und Ressourcen erschließt oder mit Bakterien und Pilzen kommuniziert.

Nur findet das alles weitgehend im Verborgenen statt. „Wurzelforschung ist schwierig, weil der Boden eben nicht durchsichtig ist“, sagt Prof. Doris Vetterlein, die das DFG-Schwerpunktprogramm am UFZ koordiniert. Deshalb ließen sich bisher meist nur einzelne Aspekte des komplexen

Geschehens im Untergrund analysieren. Nun aber ziehen Fachleute für Mikrobiologie und Pflanzengenetik, für Bodenchemie, Bodenphysik und Modellierung an einem Strang. Gemeinsam will das Team von 18 Forschungsinstitutionen die Vorgänge in der sogenannten Rhizosphäre beleuchten.

„Das ist die Kontaktzone, in der die Wurzeln unmittelbar den Boden beeinflussen“, erklärt Doris Vetterlein. Hier wimmelt es oft von Bakterien und Pilzen, Fadenwürmern und anderen Bodenbewohnern. Sie finden hier oft auf kleinstem Raum gute Lebensbedingungen für die unterschiedlichsten Ansprüche. Dieses Mosaik an Mini-Biotopen erzeugen die Pflanzen zu einem guten Teil selbst. So geben sie eine ganze Reihe von organischen Verbindungen ans Erdreich ab, mit denen sie zum Beispiel den pH-Wert verändern oder

Nährstoffe mobilisieren können. Manche dieser Substanzen wirken auch wie eine chemische Botschaft, die bestimmte Bakterien und Pilze anlockt und andere vertreibt. Auf diese Weise können sich die Wurzeln ein Umfeld aus möglichst nützlichen Nachbarn schaffen.

An ihrer Spitze geben sie zum Beispiel eine schleimige Substanz ab, die ihnen hilft, in den Boden einzudringen. Dieser Cocktail aus Mehrfachzuckern wird von vielen Mikroorganismen gerne als Nahrung genutzt. Ob er tatsächlich abgegeben wird, hängt allerdings auch von den Eigenschaften des Bodens ab. Fehlt diesem etwa der Mikronährstoff Bor, kann die Pflanze unter Umständen den Schleim nicht bilden. „Solche komplexen Vorgänge können wir nur interdisziplinär untersuchen“, betont Doris Vetterlein.

Die Hauptdarsteller in diesen Studien sind oft Pflanzen, die im Labor in Töpfen wachsen. Doch es gibt viele Fragestellungen, bei denen das nicht genügt. „Wenn man zum Beispiel wissen will, wie sich Wurzeln Nährstoffe aneignen, muss man ihnen ein größeres Bodenvolumen zur Verfügung stellen“, erklärt die Agrarbiologin. Bei den im Projekt verwendeten Maispflanzen werden daher alle Prozesse jenseits der ersten drei Wochen im Freiland untersucht.

Der zentrale Feldversuch des DFG-Schwerpunktprogramms findet auf dem Gelände der UFZ-Versuchsstation in Bad Lauchstädt statt. Dort haben die Projektteilnehmer 2018 ein 4.000 Quadratmeter großes Versuchsfeld angelegt. „Das war ein Riesenaufwand“, erinnert sich Doris Vetterlein. Die Fläche ist in 24 kleine Parzellen unterteilt, von denen jede einen Meter tief ausgehoben werden musste. Dann galt es, die eine Hälfte davon mit einem genau definierten Sandboden, die andere mit einer lehmigen Variante aufzufüllen. Auf jedem dieser Minifelder wachsen nun entweder Maispflanzen mit voll ausgebildeten Wurzelhaaren oder solche, bei denen diese Strukturen verkümmert sind.

So kann das Team nun unter die Lupe nehmen, welche physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse sich bei unterschiedlichen Bodenarten und Wurzelformen in der Rhizosphäre abspielen. Dabei müssen die Forscherinnen und Forscher tatsächlich oft in sehr kleinem Maßstab arbeiten. Denn auch wenn Maiswurzeln mehrere Meter zur Seite und nach unten wachsen können, ist der Großteil von ihnen nur sehr dünn: Ungefähr die Hälfte bringt es höchstens auf einen Durchmesser von 200 Mikrometern – also nicht einmal einem Fünftel Millimeter.

Trotzdem stehen selbst die feinsten Fäden unter genauer Beobachtung. Mithilfe von in den Boden eingelassenen Plexiglasfenstern und hochaufgelösten Bildern aus dem Computertomografen können die Forscher den Wurzeln beim Wachsen zusehen. Zudem haben sie eine Vielzahl von Sensoren installiert, die zum Beispiel mehr über den Wasserhaushalt in verschiedenen Bodentiefen oder den Wassertransport im Stängel verraten. Dazu kommt eine ganze Palette von physikalischen und chemischen Untersuchungen. Und ein Teil der mikrobiologischen Arbeit besteht darin, mit einer Zahnbürste die Bodenkrümel von den winzigen Wurzeln abzubürsten und auf Pilze und Bakterien zu untersuchen.

Mit dem bisherigen Verlauf der Experimente ist Doris Vetterlein schon recht zufrieden – auch wenn das erste Versuchsjahr 2019 dem Team seine Arbeit nicht gerade leicht gemacht hat. „Erst war das Frühjahr zu kalt, dann der Sommer zu trocken“, erinnert sich die Agrarbiologin. „Und zwischendurch haben Rabenvögel mit Vorliebe unser teures Saatgut gefressen.“ Trotzdem zeichnen sich schon erste Ergebnisse ab. So hat sich gezeigt, dass intakte Wurzelhaare wichtig für die Nährstoffaufnahme der Pflanzen sind. Ob das auch für die Versorgung mit Wasser gilt, ist dagegen noch unklar.

In den nächsten Jahren wollen die Projektmitarbeiter noch viele weitere Mosaiksteine für das neue Bild der Rhizosphäre zusammentragen. Vor allem wollen sie genau wissen, welche Prozesse wo und wann stattfinden. Denn nur so lässt sich herausfinden, wie Boden, Pflanzen und Mikroorganismen ihre eng verflochtenen Beziehungen aufrechterhalten. „Wir glauben, dass sie ein selbstorganisiertes System bilden, das von sich aus eine gewisse Stabilität gegen Störungen entwickeln kann“, sagt die Forscherin. Das aber wäre nicht nur für die Ernten und die Lebensmittelversorgung der Zukunft interessant, sondern zum Beispiel auch für die Rolle der Böden als Speicher für Treibhausgase. Die Geheimniskrämer im Untergrund haben noch viel Spannendes zu erzählen.

—  
KERSTIN VIERING



**Prof. Dr. Doris Vetterlein**  
UFZ-Department Bodensystemforschung  
[doris.vetterlein@ufz.de](mailto:doris.vetterlein@ufz.de)

## PROJEKT

# BODEN IM GENERATIONEN-EXPERIMENT

Jedes Jahr Stallung ausbringen, Mineraldünger streuen, säen, ernten, analysieren. Und das alles nach einem fast 120 Jahre alten Schema. Generationen von Wissenschaftlern und Technikern halten den Statischen Düngungsversuch in Bad Lauchstädt seit 1902 am Laufen – Dürrejahre, Kriegen und politischen Umwälzungen zum Trotz. Dieses Durchhaltevermögen macht sich heute bezahlt. Denn Böden reagieren nur in Zeitlupe auf Veränderungen in der Umwelt und Bewirtschaftung. Wer wissen will, wie sich ihre Leistungen auch in Zukunft aufrechterhalten lassen, muss ihre Entwicklung daher über einen langen Zeitraum beobachten.

Das Experiment sieht aus wie ein Mosaik. Da wechseln sich nicht nur Winterweizen, Sommergerste und Mais ab, auch der Wuchs und das Grün der Pflanzen unterscheiden sich deutlich. Der Grund dafür findet sich im Boden – und in der Geschichte der UFZ-Versuchsstation in Bad Lauchstädt. Schon 1902 hatten der Agrarwissenschaftler Wilhelm Schneidewind und sein Versuchsleiter Willi Gröbler hier einen großen Düngungsversuch angelegt. „Man wollte damals wissen, wie sich organische und mineralische Dünger auf den Ertrag und die Qualität der Ernten auswirken“, erklärt Dr. Ines Merbach, die seit dem Jahr 2000 am UFZ für den Versuch verantwortlich ist. Also wurde eine vier Hektar große Fläche in 250 Quadratmeter große Parzellen unterteilt, die jeweils unterschiedliche Düngergaben erhielten. Manche bezogen ihre Nährstoffe aus größeren oder kleineren Mengen von Stallmist, andere bekamen Mineraldünger mit verschiedenen Kombinationen von Stickstoff, Phosphor und Kalium. Und die sogenannten Nullparzellen wurden zum Vergleich gar nicht gedüngt.

„Es hat im Laufe der Jahre natürlich Veränderungen gegeben“, sagt Ines Merbach. So wurde 1956 aus unterschiedlich gedüngten Parzellen Boden entnommen und als Schwarzbrache, also ohne Bewuchs, weiter beprobt. Im Jahr 1978 wurde der Versuch auf Initiative des Humusforschers Prof. Martin Körschens, der später im UFZ viele Jahre die Sektion Bodenforschung geleitet hat, so erweitert, dass auf einem Viertel der Fläche die Düngevarianten „umgedreht“ wurden. Seitdem erhalten dort die mit Humus angereicherten Parzellen wenig und die an Humus verarmten viel Dünger. Im Jahr 2015 schließlich wurde die ursprüngliche Fruchtfolge verändert. Winterweizen und Sommergerste werden weiter angebaut, die arbeitsintensiven Kartoffeln und Zuckerrüben aber durch Mais ersetzt.

Das Grundprinzip des Langzeitversuchs mit seinen unterschiedlichen Düngevarianten gilt jedoch noch heute. Die

Auswirkungen lassen sich an den Messwerten ablesen, die über all die Jahre standardmäßig erfasst werden. Neben dem pH-Wert gehören dazu die Gehalte an Kohlenstoff und Stickstoff, Phosphor und Kalium im Boden. Auffällig sind dabei die großen Unterschiede, die sich zwischen den einzelnen Parzellen herausgebildet haben. Die Spannweite der Kohlenstoffvorräte beträgt zum Beispiel mehr als 18 Tonnen pro Hektar, und auch beim Phosphor- und Kaliumgehalt gibt es Unterschiede von 36 Milligramm pro 100 Gramm Boden. Diese Spannweite der über lange Zeiträume gemessenen Daten verleiht dem Versuch seine Bedeutung für die Agrarforschung, aber auch darüber hinaus – etwa für die Kalibrierung von Sensoren für die Fernerkundung.

Heute haben Wissenschaftler verschiedenster Fachrichtungen hier die Gelegenheit, mehr über die Physik, die Chemie und die Bewohner des Bodens herauszufinden. Prof. François Buscot, der am UFZ das Department Bodenökologie leitet, interessiert sich zum Beispiel für die komplexen Lebensgemeinschaften, die den Untergrund bevölkern. „Wir wissen, dass es unter unseren Füßen eine viel größere biologische Vielfalt gibt als oberirdisch“, sagt der Pilzexperte. So enthalten zwei Handvoll Boden allein sieben Milliarden Bakterien – also etwa so viele, wie es Menschen gibt. Dazu kommen noch unzählige Pilze und kleine Tiere.

Ohne deren Aktivitäten sähe es für die Bauern und die Ökosysteme der Erde düster aus. Denn all die unscheinbaren Bodenbewohner sind ständig damit beschäftigt, totes organisches Material in Humus zu verwandeln und Nährstoffe für die Pflanzen verfügbar zu machen. „Dabei arbeiten sie im Team, für jeden Schritt sind andere Gruppen zuständig“, erklärt François Buscot. Er und seine Kollegen wollen herausfinden, wie diese Arbeitsgemeinschaften funktionieren. Schließlich sind Böden dafür bekannt, dass sie nur langsam auf Veränderungen reagieren. Flächen, deren Nutzung seit



— Maisernte im Statischen Düngungsversuch 2019. Die unterschiedlichen Farben der Pflanzen zeigen deutlich die unterschiedliche Nährstoffversorgung in den einzelnen Parzellen.

über hundert Jahren genau dokumentiert ist, sind daher ein Eldorado für ihn. „Wir haben dort zum Beispiel festgestellt, dass die Netzwerke der Bodenorganismen je nach Düngung unterschiedlich komplex sind“, sagt François Buscot. So schafft Mineraldünger eher einfach strukturierte, Stallmist dagegen deutlich vielfältigere und dadurch stabilere Lebensgemeinschaften.

Doch nicht nur über den Workflow im Untergrund kann der Dauerversuch in Bad Lauchstädt neue Erkenntnisse liefern, sondern auch über die Rolle des Bodens als Klimaschützer. Jedes Kilogramm Kohlenstoff, das er aufnimmt und festhält, landet erst einmal nicht als Treibhausgas in der Atmosphäre. Doch welche Mengen kann er speichern? Unter welchen Umständen und für welche Zeit? „Auch das kann man nur herausfinden, wenn man sehr lange Zeitreihen hat“, sagt Prof. Hans-Jörg Vogel, Leiter des UFZ-Departments Bodensystemforschung. Es ist bekannt, dass die Größe des Kohlenstoffspeichers vom Standort und der Bewirtschaftung abhängt. Je mehr feines Material der Boden enthält und je mehr Kohlenstoff jedes Jahr über Erntereste, Wurzeln und organische Dünger eingebracht wird, umso mehr speichert er. Der größte Teil davon wird durch Mikroorganismen umgesetzt und für Pflanzen verfügbar gemacht. Der Gehalt an stabilem organischem Kohlenstoff (Humus) beträgt in Ackerböden nur 1 bis 4 Prozent. Und auch der kann durch die Aktivitäten von Bodenbewohnern durchaus wieder freigesetzt werden. Anders als früher vermutet, wird er nämlich nicht durch seine chemische Form vor den Angriffen von Bakterien und Co. geschützt. „Inzwischen wissen wir, dass er einfach an einem Ort innerhalb der porösen Bodenstruktur liegt,

wo die Mikroorganismen nicht hinkommen“, erklärt Hans-Jörg Vogel. Wird die Struktur des Bodens beispielsweise durch Bodenbearbeitung regelmäßig gestört, wird dieser Kohlenstoff leicht wieder freigesetzt.

Solche dynamischen Prozesse können UFZ-Mitarbeiter Dr. Uwe Franko und seine Kollegen mit Computermodellen wie CANDY („Carbon And Nitrogen Dynamics“), CIPS („Carbon In Pore Space“) und dem aktuell entwickelten CNP („Carbon Nitrogen Phosphorus“) simulieren. Sie geben Informationen über die Eigenschaften des Bodens, das Wetter und die Bewirtschaftung ein und berechnen auf dieser Grundlage die Übergänge zwischen den Kohlenstoff-Pools. Künftig soll das virtuelle Bild sogar noch detaillierter werden. Die Forscher sind nämlich dabei, ein noch komplexeres Modell namens BODIUM aufzubauen, das zum Beispiel auch die Bodenbearbeitung und die Wühltätigkeit von Regenwürmern in mathematische Formeln fasst. Wie realistisch diese Computer-Welt ist, müssen die Wissenschaftler allerdings immer wieder an realen Messwerten überprüfen. Wie gut, dass ihre Kollegen vor fast 120 Jahren in Bad Lauchstädt diesen zukunftssträchtigen Versuch gestartet haben.

—  
KERSTIN VIERING



**Dr. Ines Merbach**  
Koordinatorin  
Statischer Düngungsversuch

*ines.merbach@ufz.de*

## PORTRÄT

## MOLEKULARBIOLOGIE IM FELD

**Mit den Methoden der Molekularbiologie und der Populationsgenetik nimmt Dr. Stefan Michalski am UFZ die Welt der Pflanzen unter die Lupe. Wie verändern sich Arten, Lebensgemeinschaften und ganze Ökosysteme, wenn der Klimawandel die Temperaturen in die Höhe treibt und einigen Regionen lange Dürreperioden beschert? Was passiert im Erbgut, wenn Lebensräume in immer kleinere Fragmente aufgeteilt werden? Schlummern in den Genen der Pflanzen vielleicht Eigenschaften, mit denen sie sich an die neuen Gegebenheiten anpassen können?**

Während unten im Tal die Blüten der Gemeinen Schafgarbe hoch über dem Boden im Wind wippen, steht die gleiche Pflanze als Bonsai-Ausgabe oben auf den kühlen Höhen. Einen ähnlichen Spagat schafft auch der Wiesen-Glatthafer, der im warmen Italien viel weiter in den Himmel wächst als im kühleren Schweden. Bieten solche Unterschiede in Zeiten des Klimawandels nicht auch gute Möglichkeiten, sich an Veränderungen der Umwelt anzupassen? Dieser Frage geht Dr. Stefan Michalski derzeit am UFZ nach. Und wirft dabei nicht nur in diesem, sondern in einem bunten Strauß weiterer Projekte einige tiefe Blicke in die Evolution von weit mehr Pflanzen als nur Schafgarbe und Glatthafer.

Erklärt der Forscher seine Vorhaben, ahnt sein Gesprächspartner bald, dass die Antwort auf solche naheliegenden Fragen gar nicht so einfach fällt. Dabei schildert der Mann mit den halblangen Haaren selbst komplizierte Sachverhalte einfach und klar. Kein Wunder, Stefan Michalski gewann bereits 2006 als damals 29-jähriger Doktorand den ersten Durchgang des vom UFZ angestoßenen Wettbewerbs „Wissenschaft verstehen“. Sein Vortrag „Vom Winde weht ... wenn Wissenschaft in die Binsen geht“ ist nichts anderes als die populäre Übersetzung seiner Arbeit, die in der nüchternen Sprache der Wissenschaft so klingt: „Populationsgenetik und Reproduktionsbiologie der Schwarzen Binse (*Juncus atratus*)“.

Diese Pflanzen sind in seiner Forschung inzwischen zugunsten anderer Arten ein wenig in den Hintergrund getreten: „Ob es Sinn macht, Glatthafer und Schafgarbe aus dem warmen Süden weiter im Norden oder in der Höhe wachsen zu lassen, wenn der Klimawandel dort die Temperaturen nach oben treibt, hängt ja nicht nur vom Anpassungsvermögen dieser Pflanzen an eine wärmere Umgebung ab“, erläutert der Botaniker und Molekularbiologe die Fallgruben solcher Überlegungen. Gibt es doch eine ganze Reihe von Faktoren, die das Wachsen von Pflanzen beeinflussen. So sind die Südlicher ja

auch an kürzere Tage und längere Nächte in den Sommermonaten angepasst. Diese Tageslängen aber ändert auch der Klimawandel nicht. Die in den Norden gekommene Pflanze kennt zwar die dort inzwischen gestiegenen Temperaturen aus ihrer südlichen Heimat. Ob sie aber mit den langen Tagen und kurzen, hellen Nächten in den Sommermonaten Schwedens sowie mit vielen weiteren Faktoren wie unterschiedlichen Böden oder unbekanntem Krankheitserregern zurecht kommt, muss sich erst noch herausstellen.

Genau solchen Fragen geht Stefan Michalski am UFZ nach. Wie wirken sich von Menschen ausgelöste Änderungen wie der Klimawandel oder das Zersplittern von Lebensräumen in kleinere Fragmente auf das Erbgut der heimischen Pflanzen aus? Welches Potenzial zum Anpassen an diese neuen Gegebenheiten steckt in den Genen? Einfache Antworten auf diese Fragen erwartet der Forscher nicht. Stefan Michalski weiß, dass er sich erst einmal langsam an die Grundlagen herantasten muss.

So sind die Klimaforscher davon überzeugt, dass in einigen Regionen im Osten Deutschlands mit dem Klimawandel längere Trockenperioden in der Zeit auftreten, in der die Pflanzen wachsen. Also untersuchen Stefan Michalski und seine Mitarbeiter zum Beispiel anhand des Wiesenklees und des Süßgrases Aufrechte Trespe, wie gut sich diese beiden Arten an solche Veränderungen anpassen. Dazu bestimmen sie zunächst in der UFZ-Freilandversuchsanlage GCEF (Global Change Experimental Facility) in Bad Lauchstädt in einer wahren Sisyphe-Arbeit bei sehr vielen Pflanzen eine ganze Reihe von Eigenschaften: Wie hoch wachsen Klee und Trespe, wann blühen sie, wie viele Blätter bildet eine Pflanze? Wie viele Blütenstände hat ein Gewächs, wie viel Biomasse bringt es auf die Waage, wie weich sind seine Blätter und wie viele Haare hat es? Die beiden letzten Fragen liefern wichtige Hinweise auf das Risiko, mit dem die Pflanze im Maul eines Pflanzenfressers



## Dr. Stefan Michalski

— steckt in einer blühenden Wiese sitzend zumindest bildlich bereits mitten in seiner Forschung: Nach seinem Biologie-Studium an den Universitäten Jena und Leipzig nahm der 1977 geborene Botaniker und Molekularbiologe in seiner Doktorarbeit am UFZ und der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg die Vermehrung und das Erbgut von Beständen der Schwarzen Binse unter die Lupe. Neben dieser Art untersucht der Forscher am UFZ mit seiner „Molekularbiologie im Feld“ inzwischen eine ganze Reihe weiterer Wiesenpflanzen.

landet. Ist ein Blatt sehr hart und behaart, machen viele Pflanzenfresser einen großen Bogen und suchen sich möglichst eine einfacher zu verdauende Mahlzeit.

An die 2.000 Pflanzen hat das Forscherteam im Jahr 2019 so vermessen. Mithilfe der ebenfalls abgenommenen genetischen Fingerabdrücke schätzen sie nun, wie viele der beobachteten Unterschiede sich auf das Erbgut zurückführen lassen. Und schließen daraus, wie gut die Pflanzen sich an Veränderungen anpassen könnten. Erste Ergebnisse zeigen, dass im Erbgut des Wiesenklees durchaus Eigenschaften schlummern, die ihm helfen, mit solchen Dürresommern wie 2018 und 2019 klar zu kommen. Und er kann dieses Potenzial auch nutzen: Zwar leidet der Wiesenklee zunächst durchaus unter dem Wassermangel, passt sich in den nächsten Generationen aber an das Problem an und wächst wieder besser.

Auch wenn die Tage im Labor lang sind und zu Hause eine Familie mit vier Kindern wartet, auf sein seit seiner Jugend gepflegtes Hobby Fotografie möchte Stefan Michalski nur ungern verzichten. Nur braucht man leider viel Zeit, wenn man eine Landschaft nicht abknipsen will, sondern sie in einer ganz besonderen Stimmung festhalten möchte – und zum Beispiel wartet, bis der Morgennebel sich gerade auflösen beginnt. In einer ähnlichen Situation würden andere vielleicht ihr Hobby aufgeben. Stefan Michalski dagegen greift eine uralte Technik aus den Anfangstagen der Fotografie auf: Er bastelt sich – zum Beispiel aus leeren Filmdosen – eine Lochkamera. Einige solcher mit

Schwarzweiß-Fotopapier bestückten, einfachen Kameras befestigt er dann an Bäumen oder anderen Objekten. Nach Tagen, Wochen und oft sogar Monaten zwischen Laborarbeit und Familienleben holt er seine Lochkameras dann wieder ab. Und findet auf dem Fotopapier ein natürliches Kunstwerk: Über die Konturen der durch das Loch aufgenommenen Landschaft hat das Licht der Sonne jeden Tag eine etwas veränderte Bahn gezogen.

Auch die aus seiner Doktorarbeit stammende Begeisterung für Binsen hat er noch längst nicht aufgegeben. Schließlich können diese Pflanzen im Boden Schadstoffe wie zum Beispiel das giftige Phenol abbauen. Nur zu gern würde Stefan Michalski wissen, ob sich Pflanzen der gleichen Binsen-Art mit jeweils unterschiedlichen, im Erbgut verankerten Eigenschaften bei dieser natürlichen Sondermüll-Abfuhr gegenseitig ergänzen und so den Abbau verbessern können. Wer Stefan Michalski ein wenig kennt, ahnt, dass er einen zeitsparenden Weg finden wird, auch diese Frage anzugehen.

—  
ROLAND KNAUER



**Dr. Stefan Michalski**  
Department Biozönoseforschung  
[stefan.michalski@ufz.de](mailto:stefan.michalski@ufz.de)



INTERVIEW

## **BIODIVERSITÄT IST UNSERE VERSICHERUNG FÜR DIE ZUKUNFT**

Die Corona-Krise hat es an den Tag gelegt und damit die Befürchtungen vieler Fachleute bestätigt: Greift der Mensch zu stark in die Natur ein, zerstört er nicht nur unwiederbringlich die Biodiversität, sondern setzt sich auch zusehends der Gefahr aus, mit gefährlichen Viren in Kontakt zu kommen. Prof. Josef Settele, UFZ-Agrarwissenschaftler und Co-Vorsitzender des Globalen Assessments des Weltbiodiversitätsrats IPBES, plädiert deswegen dafür, Artenvielfalt als Teil der Solidargemeinschaft zu sehen, die in Schadensfällen eintreten soll, die durch Klimawandel, Parasiten oder Pestizide verursacht werden. Notwendig ist dafür ein transformativer Wandel der Gesellschaft, zu dem alle beitragen können.

**Der Mensch betrachtet Natur häufig entweder als nachwachsende Ressource, die sich annähernd beliebig ausbeuten lässt, oder aber als eine vom Menschen unberührte Wildnis. Sie sehen die Biodiversität auch als eine Versicherung für die Zukunft. Warum?**

Das Evolutionspotenzial der Arten liegt in deren genetischer Vielfalt. Sie reduziert das Aussterberisiko einer Art, da es innerhalb einer Art immer auch Individuen gibt, die mit Veränderungen der Rahmenbedingungen wie beispielsweise dem Klimawandel besser zurechtkommen als der Durchschnitt aller Populationen einer Art. Im Prinzip gilt das dann genauso auf der Ebene der Arten: Je mehr

Arten einer Gruppe wir haben, umso höher ist die Chance, dass eine für die andere unter veränderten Bedingungen einspringen kann. Das ist wichtig. Lassen Sie uns das mal an Bienenarten jenseits der Honigbiene betrachten: Die Honigbiene ist bei uns ja nur eine von hunderten verschiedener Bienenarten. Während es ihr recht gut geht – das ist für ein Nutztier auch nicht so überraschend –, ist die Lage bei den Wildbienen wesentlich kritischer. Rund die Hälfte der Wildbienenarten ist im Rückgang begriffen und somit gefährdet. Je mehr Arten wir verlieren, umso geringer ist das Potenzial, dass eine geeignete Art bei veränderten Bedingungen einspringen kann. Dies ist bei praktisch allen Ökosystemleistungen relevant, lässt sich aber bei der Bestäubung besonders gut nachvollziehen.



## Prof. Josef Settele

— geboren 1961 in Marktoberdorf/Allgäu, studierte Agrarbiologie an der Universität Hohenheim und promovierte dort 1992 zum Thema „Einflüsse der Intensivierung des bewässerten Reisanbaus auf terrestrische Arthropodengemeinschaften philippinischer Reisterrassen“. Er hat sich 1998 an der Universität Hohenheim habilitiert und im Jahr 2002 an die Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg umhabilitiert. Seit 1993 arbeitet Josef Settele am UFZ und leitet dort stellvertretend das Department Biozönoseforschung. Seit 2016 ist er außerplanmäßiger Professor für Ökologie an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Josef Settele war wissenschaftlicher Koordinator vieler internationaler Forschungsprojekte und zuletzt zwischen 2016 und 2019 Co-Vorsitzender des Global Assessment des Weltbiodiversitätsrats IPBES. Im Juni 2020 wurde er in den Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) berufen.

### Kann man denn von einer „Solidargemeinschaft“ sprechen, also einer Gemeinschaft, in der beide Seiten füreinander eintreten?

Bei der Sicht auf Biodiversität als Versicherung geht es nicht so sehr um den direkten monetären Schadensausgleich wie bei der Solidargemeinschaft menschlicher Versicherungsnehmer. Es betrifft bereits das Beheben einer Schadensursache beziehungsweise die Minderung des Risikos beim Ausfall einer Art oder Varietät, wenn sie durch eine andere Art oder Varietät funktional zumindest in erheblichen Anteilen ersetzt werden kann. Also wird der Schaden oder das Risiko durch das Einspringen einer anderen Art oder anderen Varietät begrenzt – und zwar auch in seinen ökonomischen Folgen für den Menschen. So weist der Beitrag der Bestäubung, also vor allem der geleisteten Arbeit von Wild- und Honigbienen, zur menschlichen Ernährung global einen monetären Wert von mehreren hundert Milliarden Euro pro Jahr auf.

Ein anderes Beispiel ist die Banane. Die heute beliebte Sorte „Cavendish“ ist als Ersatz für eine von Pilzen betroffene Sorte angebaut worden. Doch jetzt ist sie selbst bedroht – wiederum durch einen Pilz, der sogenannten Panamakrankheit TR4. Lösungen für dieses Problem könnten resistente, genetisch veränderte Bananen sein. Häufig ist aber bei resistenten Sorten über kurz oder lang zu beobachten, dass sich der Schadorganismus anpasst. Damit überwindet er die Resistenzen, insbesondere wenn diese Sorten auf großen Flächen als Monokulturen angebaut werden. Ein diversifizierter Anbau mit einer größeren Sortenvielfalt ist viel weniger schadensanfällig, da die Wahrscheinlichkeit größer ist, dass er Varietäten beinhaltet, denen der Schädling nicht so viel anhaben kann. Eben jene Varietäten stellen die Basis der Zukunftsversicherung dar.

### An welchem Punkt kommt der Aspekt der Solidargemeinschaft ins Spiel?

Die Vielfalt des Lebens ist Teil der Solidargemeinschaft, die in Schadensfällen eintritt, die durch Klimawandel, Parasiten oder Ackergifte verursacht wurden. Im Schadensfall forciert die biologische Vielfalt eine Ökosystemleistung zum Nutzen des Menschen. Durch unsere Forschung am UFZ konnten wir zeigen, dass bewässerter Reisanbau in Asien keine großen Schädlingsprobleme hat, solange nicht gegen Schädlinge gespritzt wird. Der Einsatz von Insektiziden zerstört nämlich die Vielfalt der Nützlinge. Dadurch ermöglicht er den Schädlingen, sich ohne Feinde viel schneller zu erholen und zu wachsen. Dies führt erst zu gravierenden Ausbrüchen, gefolgt von Ertragseinbußen. Insektizide zu vermeiden hat in diesem System zur Folge, dass die hohe Artenvielfalt bewahrt bleibt. Diese umfasst immer auch viele Arten, die als Gegenspieler der Schädlinge aktiv werden können.

### Welche Rolle muss der Mensch übernehmen?

Stellt der Erhalt von Biodiversität eine Zukunftsversicherung dar, hat der Mensch die Option, sozusagen eine entsprechende Police abzuschließen und sich dazu zu verpflichten, die Diversität des Lebens aktiv zu schützen. Er kann damit grundlegend sein Verhältnis zur und sein Verständnis von „Natur“ verändern. Letzteres ist eine zentrale Komponente des transformativen Wandels, den die internationale Staatengemeinschaft im Rahmen des Globalen Assessments des Weltbiodiversitätsrats IPBES als Basis für zukunftsorientierte Entwicklung definiert hat.

## Verbreitungsatlas der Tagfalter und Widderchen Deutschlands

Welche Schmetterlingsarten gibt es in welchen Regionen? Welche Bestände sind in den letzten Jahrzehnten verschwunden, welche haben noch eine Chance? Und wo haben sich Neankömmlinge etabliert? Die Antworten auf solche Fragen liefert der neue Verbreitungsatlas, ein Gemeinschaftswerk von Wissenschaftlern und Praktikern, u.a. vom UFZ. Zum ersten Mal gibt es damit einen gesamtdeutschen Überblick über die Vorkommen dieser populären Insekten.

Der neue Atlas stellt die 184 in Deutschland heimischen Tagfalterarten und 24 verschiedene Widderchen vor – mit attraktiven Fotos, einer detaillierten Verbreitungskarte und einem kurzen Porträt, in dem Informationen zu Lebensräumen und Biologie, Gefährdung und Schutz zusammengefasst sind.



Verlag Eugen Ulmer 2020  
ISBN: 978-3-8186-0557-5  
Preis: 49,99 EUR

## Was sind weitere Kernelemente eines solchen transformativen Wandels, um Biodiversität als Zukunftsversicherung zu erhalten?

Letztlich geht es um unser gesamtes Wirtschaftssystem, das mit der Natur versöhnt werden muss. Ökologie und Ökonomie müssen integriert werden. Nicht umsonst klingen die beiden Begriffe sehr ähnlich, denn es geht in beiden Fällen um unser „Haus“ – aus dem Griechischen „Oikos“ – und wie wir damit umgehen. Dabei hat jeder eine Rolle, vom Konsumenten über die Gemeinde, die privaten Unternehmen, die Verwaltung, die Planung bis hin zu regionalen und nationalen Regierungen und die Staatengemeinschaft. Ein solcher transformativer Wandel, national wie international, ist eine wichtige Voraussetzung für eine nachhaltige Zukunft.

## Noch ist die Menschheit von einer Partnerschaft mit der Natur weit entfernt. Das zeigt sich beispielsweise auch an der Entstehung von Pandemien.

Studien haben gezeigt, dass schrumpfende Lebensräume und damit einhergehende Verhaltensveränderungen von Tieren das Risiko erhöhen, dass Krankheiten von Tieren auf Menschen übertragen werden. Die große Mehrheit an Krankheitserregern harret noch der Entdeckung, wir kratzen da erst an der Oberfläche. Viele Fachleute waren aber vom Ausbruch des Coronavirus nicht wirklich überrascht.

## Wieso?

Die Menschheit schafft geradezu die Bedingungen dafür, dass sich Krankheiten ausbreiten. Wir reduzieren die Barrieren zwischen den Menschen und den Wirtstieren, in denen solche Viren natürlicherweise zirkulieren. Wir mussten von der Ausbreitung einer pandemischen Influenza ausgehen, genauso wie von vielen Todesfällen. Und wir können damit rechnen, dass es weitere Erreger mit zum Teil noch gravierenderen Auswirkungen geben wird. So führt die Ausdehnung der Landnutzung zum Verlust von Lebensräumen, was höhere Populationsdichten einiger Generalisten – also Arten, die dann ideale Bedingungen vorfinden – und auch mehr Kontakte mit Menschen zur Folge hat. Die Arten, die überleben, ändern mitunter ihr Verhalten und teilen sich in zunehmendem Maß Lebensräume mit anderen Tieren und eben mit dem Menschen.

## **Das Globale Assessment, das 2019 vom Weltbiodiversitätsrat veröffentlicht wurde, zeigte, dass viele Regierungen nicht entschlossen genug gegen Naturzerstörung vorgehen. Müssen wir folglich mit mehr Pandemien rechnen?**

Die Wahrscheinlichkeit von Pandemien steigt mit zunehmender Vernichtung von Ökosystemen und Biodiversität. Es stimmt mich aber hoffnungsvoll, dass unser IPBES-Bericht bei vielen Bevölkerungsschichten und auch bei politischen Entscheidern klar vernommen wurde. Es wurden Initiativen gestartet, der Beeinträchtigung der Natur entgegenzuwirken – im Einklang mit Aktivitäten wie Fridays for Future, aber auch mit anderen Initiativen, etwa mit der Landwirtschaft oder dem Lebensmittelhandel. Nicht zuletzt finden sich wichtige Elemente des Berichts in der neuen EU-Biodiversitätsstrategie.

## **Sie bringen den Zusammenhang von Naturzerstörung und Pandemien in die Öffentlichkeit. Was ist Ihre Hoffnung?**

Dafür gibt es zwei wesentliche Motivationen. Erstens ist es wichtig, dass man diesen Zusammenhang erkennt, damit wir verstehen, was die indirekten und oft wichtigsten Ursachen der Pandemien sind. Das versetzt uns in die Lage, auch hier das Vorsorgeprinzip anzuwenden, anstatt abzuwarten und dann die Symptome zu bekämpfen – wozu wir derzeit gezwungen sind. Der Zusammenhang zwischen Gesundheit und Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen ist offensichtlich. Deshalb hoffe ich zweitens, dass das Wissen und Erfahren solcher Zusammenhänge zu einer wesentlich höheren Bereitschaft beitragen, einen transformativen Wandel unserer Gesellschaft anzugehen, so wie er auch im IPBES-Bericht als Ausweg aus der Krise aufgezeigt wurde.

## **Verstärkt der Klimawandel das Risiko neuartiger Epidemien?**

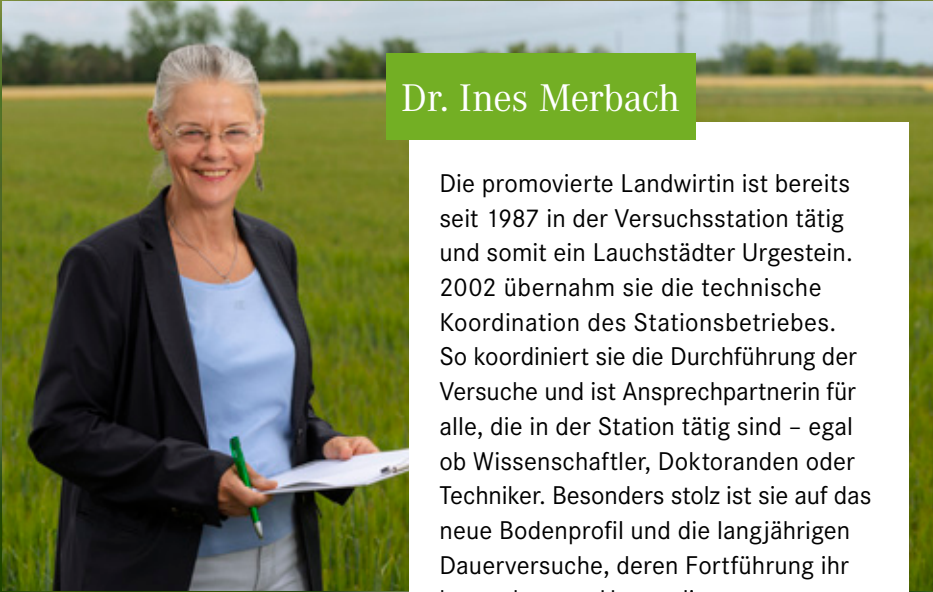
Die Gefahr, dass grippeähnliche Viren übertragen werden, ist bei feucht-warmem Wetter geringer. Aber der Klimawandel macht es Arten, die bisher hier nicht anzutreffen sind, möglich, sich in Deutschland niederzulassen. Ein bekanntes Beispiel ist die tropische Tigermücke, die schon in Hamburg gefunden wurde und die ein berüchtigter Überträger von Tropenkrankheiten wie dem Zika-Fieber ist.

## **Der Zusammenhang von Naturzerstörung und Epidemierisiko wurde bislang eher als eine Sache (sub)tropischer Länder gesehen. Besteht auch bei uns ein reales Risiko?**

Das reale Risiko bei uns würde ich für sehr gering halten, zumal wir über die theoretisch infrage kommenden Arten, die ja in aller Regel Wirbeltiere sind, schon sehr gut Bescheid wissen. Unsere Essgewohnheiten sind andere, das jagdbare Wild ist klar definiert. Wildnis gehört bei uns schon lange der Vergangenheit an, wir leben in einer historisch über große Zeiträume gewachsenen und vom Menschen geprägten Kulturlandschaft.

## **Wie kann die EU zeigen, dass sie vor dem Hintergrund der Pandemie aus der Biodiversitätskrise die richtigen Schlüsse zieht?**

Mit der Corona-Pandemie hat das auf den ersten Blick wenig zu tun – doch wichtig ist es trotzdem. Der Plan für die nächste Periode der EU-Agrarpolitik ist voriges Jahr vom EU-Ministerrat beschlossen worden. Wenn er so bleibt, wie er ist, dann ist das nicht nur bedenklich für die biologische Vielfalt, sondern dann droht Ursula von der Leyens „European Green Deal“ schon zu scheitern, bevor er überhaupt angefangen hat. Schon deshalb ist eine Nachbesserung dringend anzuraten, die alle Geldströme eng an ökologische Vorgaben bindet und die Einhaltung auch kontrolliert. Bisher waren das eher warme Worte und Absichtserklärungen. Den gleichen Restriktionen müssten auch die deutsche und die europäische Bioökonomie-Strategien unterworfen werden. Weil Biodiversität natürlich auch ein globales Anliegen ist, muss zudem die Außenwirkung bedacht werden, indem etwa die Einfuhr von Biomasse als Futtermittel und Biosprit heruntergefahren wird. Wenn das passiert, kann die EU mit einer ganz anderen Glaubwürdigkeit in die Verhandlungen auf der geplanten UN-Biodiversitätskonferenz im nächsten Jahr in China gehen, auf der ein neues Abkommen zum Biodiversitätsschutz beschlossen werden soll. Die unlängst veröffentlichte „Vom Hof auf den Teller“-Strategie der EU, vor allem, wenn sie in Kombination mit der neuen Brüsseler Biodiversitätsstrategie gedacht und umgesetzt wird, lässt hoffen – auch wenn natürlich noch viel Luft nach oben ist.



Dr. Ines Merbach

Die promovierte Landwirtin ist bereits seit 1987 in der Versuchsstation tätig und somit ein Lauchstädter Urgestein. 2002 übernahm sie die technische Koordination des Stationsbetriebes. So koordiniert sie die Durchführung der Versuche und ist Ansprechpartnerin für alle, die in der Station tätig sind – egal ob Wissenschaftler, Doktoranden oder Techniker. Besonders stolz ist sie auf das neue Bodenprofil und die langjährigen Dauerversuche, deren Fortführung ihr besonders am Herzen liegen.



v.l.n.r.

Steffi Wagner

Renate Hintz

Christa Wolfram

## Was wäre die Wissenschaft ohne sie

– die tatkräftigen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter – die jahrein, jahraus tagtäglich dafür sorgen, dass die Forschungsstation Bad Lauchstädt „funktioniert“.



Andreas Schubutz

Die Lauchstädter Schafherde 2020. Inmitten von Muttertieren und Lämmern der neue Schäfer, Andreas Schubutz. Von seinem Opa übernahm er mit Beginn des Jahres diesen Job und kümmert sich seitdem um die Schafe und darüber hinaus um Pflegearbeiten im Gelände.



Thomas Bienert

Der Landmaschinenschlosser ist erst seit 2018 im Team. Er hat viele Jahre seines Berufslebens in einer Gärtnerei gearbeitet und dadurch ein gutes Gespür für Pflanzen. Diese Kombination aus Technikverstand und grünem Daumen macht ihn schon jetzt für die Versuchsstation unentbehrlich.



Birgit Sawall

Sabine Straßenburg

Seit Gründung des UFZ haben die Frauen Generationen von Studenten und Doktoranden aller Herren Länder geduldig bei Gefäß- und Freilandexperimenten begleitet – und lassen sich auch von 8.000 Versuchsgefäßen gleichzeitig nicht aus der Ruhe bringen. Vom Unkraut-Jäten in den Biodiversitätsexperimenten lassen sie sich weder durch brütende Hitze im Sommer noch nasskaltes Wetter im Frühling oder Herbst abschrecken. Schließlich sorgen sie dafür, dass die vielen Pflanzenproben, die übers Jahr anfallen, entsprechend sortiert, getrocknet, gemahlen, korrekt beschriftet und zugeordnet werden.

Eckhard Winter

Er kam 2002 mit viel Berufserfahrung in landwirtschaftlichem Versuchswesen und Landtechnik nach Lauchstädt und sorgt seitdem für die notwendige Technik in den zahlreichen Versuchen. Rationalisierung ist „sein“ Thema. Ständig tüfelt er an neuen Lösungen, denn keine (neue) Maschine ist so gut, dass sie nicht noch verbessert werden könnte...



Sven Meyer

Gerd Schubutz

Konrad Kirsch

Morgendliche Fütterungs- und Kontrollrunde. Sven Meyer fährt den Traktor. Seit 2002 ist er als Techniker in Lauchstädt tätig und unheimlich bewandert in allem, was mit dem Versuchswesen zu tun hat, das er von der Pike auf gelernt hat. Rechts auf dem Hänger Konrad Kirsch – Technikexperte, Wettergott und Kommunikationstalent – sorgt seit 2013 dafür, dass das größte und technisch sicher anspruchsvollste Experiment, die GCEF, funktioniert. Links daneben Gerd Schubutz, der fast 15 Jahre unermüdlich in der Versuchsstation im Einsatz war und seit 2014 die GCEF-Schafherde hält.

## PERSONALIA



### Prof. Josef Settele / Prof. Wolfgang Köck

Das Bundeskabinett hat mit dem Agrarökologen Josef Settele und dem Umweltjuristen Wolfgang Köck erstmals UFZ-Forscher in den Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) berufen. Josef Settele wird für Naturschutz / Ökologie / Biodiversität / Landnutzung zuständig sein. Er möchte diese Bereiche sektorenübergreifend stärken und so einen Beitrag zum transformativen Wandel leisten. Wolfgang Köck wird für Umwelt- und Planungsrecht zuständig sein. In besonderer Weise fühlt er sich der Transformation des Agrar- und Ernährungssektors verbunden sowie der nachhaltigen Stadtentwicklung.



### Prof. Jian Peng

Der Erdsystemwissenschaftler trat am 1. Juni die Professur „Remote sensing of the water cycle“ als gemeinsame Berufung des UFZ mit der Uni Leipzig an. Am UFZ wird er das neue Department Fernerkundung leiten. Jian Peng beschäftigt sich mit boden-, luft- und satellitengestützten Fernerkundungstechniken, mit denen sich Vegetation, Bodenfeuchte oder Verdunstung auf unterschiedlichen räumlichen / zeitlichen Skalen analysieren lassen. Jian Peng promovierte am MPI für Meteorologie in Hamburg, forschte danach an der Ludwig-Maximilians-Universität München und zuletzt an der Universität Oxford.



### Prof. Ana Claudia Zenclussen

Die Immunologin wurde zum 1. Juli gemeinsam von UFZ und Medizinischer Fakultät der Uni Leipzig auf die Professur „Pädiatrische Umweltepidemiologie / Immunologie“ berufen. Sie wird zugleich das UFZ-Department Umweltimmunologie leiten. Ana Claudia Zenclussen promovierte an der Universität Buenos Aires, habilitierte an der Berliner Charité und trat 2007 eine Professur an der Universität Magdeburg an. Sie forscht zu den Themen Reproduktionsimmunologie, hormonell bedingte Veränderungen von Immunzellen sowie zu den Folgen von Umweltchemikalien auf die Gesundheit von Müttern und Föten.



### Dr. Marie Muehe

Die Umweltnaturwissenschaftlerin leitet seit 1. Mai am Department Umweltmikrobiologie die Helmholtz-Nachwuchsgruppe „Pflanzen-Biogeochemie“. In den kommenden sechs Jahren beschäftigt sie sich mit biogeochemischen Prozessen in den Rhizosphären von Nutzpflanzen. Ihre Forschergruppe will feststellen, wie das Klima die Verfügbarkeit von Metallverunreinigungen im Boden beeinflusst und wie sich diese Verschiebung auf die Pflanzenleistung auswirkt. Marie Muehe studierte und promovierte an der Uni Tübingen und forschte als Postdoc an der US-Universität Stanford.

## PROJEKTE

### BiNaKom

Seit Anfang Juli ist das UFZ Partner in einem vom BMBF finanzierten Projekt, das die Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) in rund 50 Modellkommunen in Deutschland stärken soll. Ziel des vom Deutschen Institut für Jugendforschung München (DIJ) koordinierten Projekts ist, Ansätze zur BNE mit dem kommunalen Bildungsmanagement zu verknüpfen und Prozesse vor Ort zu optimieren. In den kommenden drei Jahren führt das UFZ qualitative Befragungen und Experteninterviews mit BNE-Akteuren in rund 15 Städten durch und erstellt Fallstudien zu lokalen BNE-Strukturen.

✉ Prof. Dr. Dieter Rink,  
Dept. Stadt- und Umweltsoziologie,  
[dieter.rink@ufz.de](mailto:dieter.rink@ufz.de)

### VielFalterGarten

Ein vom UFZ koordiniertes Projektteam wird im Rahmen des vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) finanzierten Kommunikations- und Bildungsprojekts Lebensräume für Tagfalter in der Stadt Leipzig entwickeln. Angeboten werden auch Workshops für Bürger, in denen Artenkenntnis, die Ökologie von Tagfaltern sowie praktische Anleitungen für ökologische Maßnahmen vermittelt werden. Ob die Maßnahmen effektiv sind, soll eng vernetzt mit dem UFZ-Citizen Science-Projekt Tagfaltermonitoring Deutschland (TMD) überprüft werden.

✉ Dr. Andrea Büermann,  
Department Ökosystemleistungen,  
[andrea.bueermann@ufz.de](mailto:andrea.bueermann@ufz.de)

### ANDROMEDA

Die Joint Programming Initiative Healthy and Productive Seas and Oceans (JPI Oceans) startete im April mehrere Verbundprojekte, die sich mit der Erforschung von Mikroplastik befassen. ANDROMEDA ist eines davon. Es fokussiert auf die Entwicklung und Optimierung von Analyseverfahren, mit denen sich nano- und mikroplastische Partikel und deren Alterung in der marinen Umwelt quantifizieren lassen. 15 internationale Forschungseinrichtungen sind am Projekt beteiligt. Das UFZ entwickelt und optimiert als einer der Partner zum Beispiel chemische Marker für Mikroplastik oder Methoden zur Quantifizierung und Alterung von Reifenabrieb.

✉ Dr. Stephan Wagner, Department Analytik, [stephan.wagner@ufz.de](mailto:stephan.wagner@ufz.de)

### ZF-AOP

Das UFZ koordiniert seit Mai dieses vom BMBF geförderte Projekt, in dem anhand des Zebrafärbung-Embryos die Entwicklungstoxizität auf Basis bekannter Wirkungsmechanismen vorhergesagt werden soll. Ziel ist es, Tierversuche zu reduzieren, mit denen potenzielle toxische Auswirkungen von Stoffen auf die Embryonalentwicklung des Menschen identifiziert werden. Der Fischembryo ist das einzige Alternativmodell, das die komplexen Differenzierungsvorgänge eines Organismus abbildet, sich aber dennoch für kleinskalige Hochdurchsatz-Analysen eignet. Das UFZ übernimmt neben der Koordination des Projekts die bildgestützte Phänotypen-Analyse sowie konzentrations- und zeitabhängige Analysen zur Genexpression.

✉ Dr. Stefan Scholz, Department Bioanalytische Ökotoxikologie,  
[stefan.scholz@ufz.de](mailto:stefan.scholz@ufz.de)

### InTheMED

Seit März beteiligt sich das UFZ an dem auf drei Jahre angelegten internationalen Verbundprojekt, in dem Wissenschaftler aus sieben Forschungseinrichtungen ein integriertes Konzept zum Grundwassermanagement im Mittelmeerraum entwickeln. Es basiert u.a. auf Monitoring, Modellierung, einer sozioökonomischen Bewertung und einem webbasierten Unterstützungssystem für Entscheidungen. UFZ-Forscher werden eine umfassende Datenbank zur Grundwasserquantität und -qualität im Mittelmeerraum erstellen. Zudem werden sie Trends der Entwicklung von Grundwasser auf regionaler Ebene analysieren.

✉ Dr. Seifeddine Jomaa, Department Aquatische Ökosystemanalyse und Management, [seifeddine.jomaa@ufz.de](mailto:seifeddine.jomaa@ufz.de)

# IMPRESSUM

## Herausgeber

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ  
Permoserstraße 15 · 04318 Leipzig  
Telefon 0341/235-1269  
E-Mail: [info@ufz.de](mailto:info@ufz.de) · Internet: [www.ufz.de](http://www.ufz.de)

**Redaktionsbeirat** Prof. Dr. Georg Teutsch, Prof. Dr. Hauke Harms, Prof. Dr. Wolfgang Köck, Prof. Dr. H.-J. Vogel, Prof. Dr. Klaus Henle, Prof. Dr. Kurt Jax, Dr. Joachim Nöller, Dr. Michaela Hein, Dr. Ilona Bärlund, Dr. Frank Messner, Annette Schmidt, Rita Heyer, Dr. Cornelia Baeßler

**Gesamtverantwortung** Doris Wolst, Leiterin Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

**Text-/Bildredaktion** Susanne Hufe, Benjamin Haerdle, Doris Wolst  
**Satz / Layout** ARTKOLCHOSE GmbH – Die Markenagentur  
**Druck** Fritsch Druck GmbH, Leipzig

**Bildnachweise** André Künzelmann, UFZ (Titelbild, S. 2, S. 6 – 13, S. 16 – 23, S. 28 / 29, A2-Plakat) | Stefan Bernhard, iDiv (S. 14/15) | Sebastian Wiedling (S. 24, S. 30)

**Grafiken** ARTKOLCHOSE – Quellen: Tricklabor (S. 4) | Martin Schädler (S. 8) | Wikipedia/Zeichnung: Jacob Sturm (S. 10) | Google, GeoBasis-DE/BKG 2020 (Kartenmaterial A2-Plakat)

## DIE FORSCHUNG DES UFZ IST IN SECHS STRATEGISCHEN THEMENBEREICHEN ORGANISIERT:



ÖKOSYSTEME DER ZUKUNFT



WASSERRESSOURCEN UND UMWELT



CHEMIKALIEN IN DER UMWELT



UMWELT- UND BIOTECHNOLOGIE



SMARTE MODELLE UND MONITORING



UMWELT UND GESELLSCHAFT

### Bestellung UFZ-Newsletter (Print / E-Paper)

[www.ufz.de/newsletter-bestellung](http://www.ufz.de/newsletter-bestellung)

Wir versichern, dass Ihre Daten ausschließlich für den Versand des UFZ-Newsletters „UmweltPerspektiven“ genutzt werden. Sie können ihn jederzeit per mail an [info@ufz.de](mailto:info@ufz.de) abbestellen. Ihre Daten werden dann umgehend gelöscht. [www.ufz.de/datenschutz](http://www.ufz.de/datenschutz)

Spitzenforschung wird am UFZ von Frauen und Männern gleichermaßen betrieben. Der einfachen Lesbarkeit wegen nennen wir sie jedoch an vielen Stellen geschlechtsübergreifend „Wissenschaftler“ oder „Forscher“.

Gedruckt auf Circle Volume White aus 100% Altpapier, ausgezeichnet mit dem blauen Umweltengel, dem EU Ecolabel und FSC®-zertifiziert

ISSN 1868-7512

