

Portal Wissen

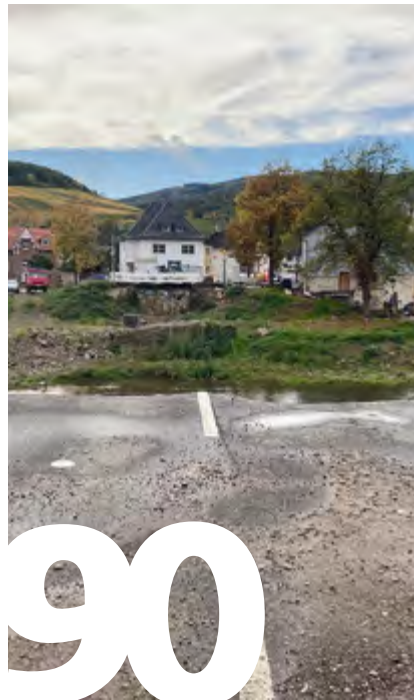
Das Forschungsmagazin der Universität Potsdam

Zwei 2023



EXZELLEZENZ





Inhalt

„Ambitioniert, aber nicht vermessen“
Präsident Oliver Günther über Spitzenforschung an der Uni Potsdam ... 4

„Das wäre der Ritterschlag!“
Brandenburgs Ministerin für Wissenschaft, Forschung und Kultur, Dr. Manja Schüle, hofft auf Potsdamer Erfolg bei der Exzellenzstrategie des Bundes. 6

„Wir brauchen ein komplexeres Bild ökologischer Prozesse“
Warum ein Paradigmenwechsel hin zu einer individuenbasierten Ökologie nötig ist. 8

ATLAS eröffnet der Tierökologie ganz neue Möglichkeiten
Wie moderne Tracking-Technologie der neuesten Generation die Forschung voranbringt. 16

Diversität sorgt für Stabilität
Im Projekt „DynaTrait“ verknüpfen Biologinnen und Biologen mathematische Modelle und Freilanduntersuchungen. 20

Mit Kudu, Eland und Springbock
Wie Wildtiermanagement der Savanne helfen kann. 24

Die große Arteninventur
Für besseren Artenschutz sind jede Menge Daten notwendig – und gute mathematische Modelle. 28

„Wir erkennen an, dass Tiere Individuen sind“
An der Universität Potsdam untersuchen Forschende die Persönlichkeiten wildlebender Tiere. 32

Kippunkte in Savannen verstehen
Die Ökologin Prof. Anja Linstädter erforscht, wie der Mensch die Entwicklung von afrikanischen Savannen und Grasländern beeinflusst. 36

„Jetzt ist der richtige Zeitpunkt und hier ist der richtige Ort“
In den Potsdamer Kognitionswissenschaften arbeiten Forschende verschiedener Disziplinen seit vielen Jahren erfolgreich zusammen. ... 38

Der Augenblick dazwischen
Audrey Bürki untersucht kognitive Prozesse beim Sprechen. 46

Lehrreiches Stimmengewirr
Seit mehr als 20 Jahren untersuchen Forschende im BabyLAB auf dem Campus Golm, wie Kinder sprechen lernen. Ein Besuch im Labor. 48

Grenzen erforschen, um Möglichkeiten zu erkennen
Der Sonderforschungsbereich 1287 beschäftigt sich mit der „Variabilität der Sprache“. 54

Früherkennung auf Tastendruck
Prof. Natalie Boll-Avetisyan hat ein Spielzeug entwickelt, das ein Risiko für Sprachstörungen anzeigen soll. 58

Von Angesicht zu Angesicht
David Schlangen will künstliche Agenten befähigen, in Echtzeit mit uns zu interagieren. 62

Nicht geheuer
Mathias Weymar erforscht menschliches Verhalten bei sozialer Bedrohung. 66

Gefahren bei Überschwemmungen und Dürren erkennen
Wissenschaft nimmt Risiken bei Extremereignissen in den Blick. 68

Aus dem All und der Luft, mit Laser und Neutronen
Moderne Sensortechnologien helfen dabei, die Erde immer besser zu verstehen. 76

Extreme verstehen
Das Graduiertenkolleg NatRiskChange entwickelt Methoden, um Naturgefahren und Risiken in einer Welt im Wandel zu analysieren und zu quantifizieren. 82

Über Berg und Tal
Prof. Peter van der Beek erforscht die Triebkräfte der Gebirgsbildung. ... 86

Nach der Flut
Im Forschungskonsortium KAHR untersuchen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Hand in Hand mit Behörden, Kommunen und Betroffenen, was man aus dem Wiederaufbau in den Flutgebieten an Ahr und Erft lernen kann. 90

„Wassersicherheit ist eines der zentralen Anliegen für unsere Gesellschaft“
Neues „WaterHub“ soll Forschung zu Wasserextremen vernetzen. ... 96

ANGEZEICHNET 98

Impressum

Portal Wissen
Das Forschungsmagazin der Universität Potsdam
ISSN 2194-4237

Herausgeber: Referat für Presse- und Öffentlichkeitsarbeit im Auftrag des Präsidiums

Redaktion: Dr. Silke Engel (verantwortlich), Matthias Zimmermann
Mitarbeit: Luisa Agrofylax, Lena Himmler, Antje Horn-Conrad, Heike Kampe, Dr. Stefanie Mikulla, Dr. Jana Scholz

Anschrift der Redaktion:
Am Neuen Palais 10, 14469 Potsdam
Tel.: (0331) 977-1474
Fax: (0331) 977-1130
E-Mail: presse@uni-potsdam.de

Titelbild: Andreas Töpfer

Layout/Gestaltung: unicom-berlin.de

Redaktionsschluss für die nächste Ausgabe:
31. Oktober 2023

Formatanzeigen: unicom MediaService,
Tel.: (030) 509 69 89 -15, Fax: -20
Gültige Anzeigenpreisliste: Nr. 1
www.hochschulmedia.de

Druck: ARNOLD group – arnoldgroup.de

Auflage: 3.500 Exemplare

Nachdruck gegen Belegexemplar bei Quellen- und Autorenanfrage frei.

Portal Wissen finden Sie online unter
www.uni-potsdam.de/portal

EXZELLENZ

Was nicht nur gut oder sehr gut ist, nennen wir gern exzellent. Aber was meint das eigentlich? Vom lateinischen „excellere“ kommend, beschreibt es Dinge, Personen oder Handlungen, die „hervor-“ oder „herausragen“ aus der Menge, sich „auszeichnen“ gegenüber anderen. Mehr geht nicht. Exzellenz ist das Mittel der Wahl, wenn es darum geht, der Erste oder Beste zu sein. Und das macht auch vor der Forschung nicht halt.

Wer auf die Universität Potsdam schaut, findet zahlreiche ausgezeichnete Forschende, hervorragende Projekte und immer wieder auch aufsehenerregende Erkenntnisse, Veröffentlichungen und Ergebnisse. Aber ist die UP auch exzellent? Eine Frage, die 2023 ganz sicher andere Wellen schlägt als vielleicht vor 20 Jahren. Denn seit dem Start der Exzellenzinitiative 2005 gelten als – wörtlich – exzellent jene Hochschulen, denen es gelingt, in dem umfangreichsten Förderprogramm für Wissenschaft in Deutschland einen Zuschlag zu erhalten. Egal ob in Form von Graduiertenschulen, Forschungs-

clustern oder – seit Fortsetzung des Programms ab 2019 unter dem Titel „Exzellenzstrategie“ – ganzen Exzellenzuniversitäten: Wer im Kreis der Forschungsuniversitäten zu den Besten gehören will, braucht das Siegel der Exzellenz.

In der gerade eingeläuteten neuen Wettbewerbsrunde der „Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder“ bewirbt sich die Universität Potsdam mit drei Clusterskizzen um Förderung. Ein Antrag kommt aus der Ökologie- und Biodiversitätsforschung. Ziel ist es, ein komplexes Bild ökologischer Prozesse zu zeichnen – und dabei die Rolle von einzelnen Individuen ebenso zu betrachten wie das Zusammenwirken vieler Arten in einem Ökosystem, um die Funktion der Artenvielfalt genauer zu bestimmen. Eine zweite Skizze haben die Kognitionswissenschaften eingereicht. Hier soll das komplexe Nebeneinander von Sprache und Kognition, Entwicklung und Lernen sowie Motivation und Verhalten als dynamisches Miteinander erforscht werden – wobei auch mit den Erziehungs-

wissenschaften kooperiert wird, um verknüpfte Lern- und Bildungsprozesse stets mitzudenken. Der dritte Antrag aus den Geo- und Umweltwissenschaften nimmt extreme und besonders folgenschwere Naturgefahren und -prozesse wie Überschwemmungen und Dürren in den Blick. Die Forschenden untersuchen die Extremereignisse mit besonderem Fokus auf deren Wechselwirkung mit der Gesellschaft, um mit ihnen einhergehende Risiken und Schäden besser einschätzen sowie künftig rechtzeitig Maßnahmen einleiten zu können.

„Alle drei Anträge zeichnen ein hervorragendes Bild unserer Leistungsfähigkeit“, betont der Präsident der Universität, Prof. Oliver Günther, Ph.D. „Die Skizzen dokumentieren eindrucksvoll unser Engagement, vorhandene Forschungsexzellenz sowie die Potenziale der Universität Potsdam insgesamt. Allein die Tatsache, dass sich drei schlagkräftige Konsortien in ganz unterschiedlichen Themenbereichen zusammengefunden haben, zeigt, dass wir auf unserem Weg in die Spitzengruppe der

deutschen Universitäten einen guten Schritt vorangekommen sind.“

In diesem Heft schauen wir, was sich in und hinter diesen Anträgen verbirgt: Wir haben mit den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern gesprochen, die sie geschrieben haben, und sie gefragt, was sie sich vornehmen, sollten sie den Zuschlag erhalten und ein Cluster an die Universität holen. Wir haben aber auch auf die Forschung geschaut, die zu den Anträgen geführt hat und die schon länger das Profil der Universität prägt und ihr national wie international Anerkennung eingebracht hat. Wir stellen eine kleine Auswahl an Projekten, Methoden und Forschenden vor, um zu zeigen, warum in diesen Anträgen tatsächlich exzellente Forschung steckt!

Übrigens: Auch „Exzellenz“ ist nicht das Ende der Fahnenstange. Immerhin lässt sich das Adjektiv exzellent sogar steigern. In diesem Sinne wünschen wir exzellentestes Vergnügen beim Lesen!

MATTHIAS ZIMMERMANN

„Ambitioniert, aber nicht vermessen“

Präsident Oliver Günther über Spitzenforschung an der Uni Potsdam

Die Universität Potsdam (UP) will sich in der Spitzengruppe der Forschungsuniversitäten etablieren – und hat dafür in der kommenden Runde der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder (ExStra) drei Anträge eingereicht. Matthias Zimmermann sprach mit Uni-Präsident Prof. Oliver Günther, PhD. über die Anfänge als Forschungsuni und die Chancen auf Exzellenzcluster.

Die Universität Potsdam hat sich in den vergangenen Jahren einen sehr guten Ruf als Forschungsuni erarbeitet. Was ist Ihrer Ansicht nach das „Geheimnis“ dieses Erfolges?

Dieser Erfolg hat viele Gründe. Ich denke, die Universität Potsdam hat schon in ihren Anfangsjahren darauf geachtet, Stärken zu entwickeln – z.B. in den Verwaltungswissenschaften, der Kognitionsforschung oder den Klima- und Erdwissenschaften. Diese Schwerpunkte haben wir konsequent ausgebaut, aber auch weitere hinzufügen können. Entscheidende Grundlage dafür ist die Berufungspolitik, mit der wir herausragende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nach Potsdam holen konnten. Dank unseres Tenure-Track-Programms gilt das auch schon für jüngere Forschende. Und wir fördern gezielt auch die Weiterentwicklung der Verwaltungsstrukturen, die eine exzellente Forschung erst ermöglichen. Die Früchte dieser Arbeit zeigen sich in unseren eingeworbenen Drittmitteln und den sehr guten Platzierungen in wichtigen Rankings wie dem internationalen THE-Ranking, bei dem wir im Kreis der jungen Universitäten unter 50 Jahren auf Platz 28 liegen, innerhalb Deutschlands sogar auf Rang 1. Eine wichtige Folge dieses Weges ist ein gesundes Selbstbewusstsein, das es vor zehn Jahren so noch nicht gab. Lange Zeit empfand man sich etwas im Schatten der außeruniversitären Forschungseinrichtungen der Region. Jetzt sehen wir aber, dass wir international mithalten können – und unsere Beziehungen zu den Außeruniversitären uns dabei nicht einschränken, sondern beflügeln. Das schlägt sich nun in unseren drei Anträgen für Exzellenzcluster nieder.

Sie sind seit 2012 Präsident der Universität Potsdam. Welche Vision für die Forschung an der Universität haben Sie mitgebracht – und konnten Sie sie umsetzen?

Meine Vision war, die Uni Potsdam aus dem unteren Mittelfeld der Forschungslandschaft nach oben zu bringen, in die Spitzengruppe der besten 20 bis 30 deutschen Hochschulen. Das ist gelungen, wie beispielsweise das THE-Ranking belegt. Wenn man sich umschaute, werden wir inzwischen auch entsprechend wahrgenommen. Das wäre nicht möglich gewesen ohne den Schulterschluss zwischen der Professorenschaft, dem Mittelbau und der Verwaltung. Dieser Aufstieg war für mich ein wichtiges Ziel, aber ich denke, es kann für uns noch weiter nach oben gehen. Wir wollen unsere Stärken weiter ausbauen und sichtbar machen. Ein oder mehrere Exzellenzcluster wären dafür wichtig und ein eindrucksvoller Beleg. Aber wir wollen auch die Zahl der Sonderforschungsbereiche an der Uni Potsdam steigern.

Sie sind viel unterwegs und vertreten die Universität in aller Welt. In welchen Disziplinen wird sie als besonders stark wahrgenommen?

Bekannt sind natürlich zumeist die Forschungsschwerpunkte. Aber mir ist wichtig zu betonen, dass wir, auch wenn wir keine Medizin und keine klassischen Ingenieurwissenschaften haben, in der Forschung sehr breit aufgestellt sind. Letztlich reüssieren bei unseren Partnern in aller Welt immer die Forschungsbereiche, die auch dort gut aufgestellt sind. Mal die Geo-, mal die Kognitions-, Bio- oder Lebenswissenschaften. An technischen Unis wird oft unsere Informatik und ihre Anwendung wahrgenommen. Aber auch die Geisteswissenschaften sind nicht zu vernachlässigen. In Indien habe ich mal den Fernseher eingeschaltet und wen sehe ich da? Unseren Militärgeschichtler Sönke Neitzel, wie er den Zuschauern den Zweiten Weltkrieg erklärt. Auch das ist ein wichtiger Teil der Sichtbarkeit unserer Forschung und belegt ihre Bandbreite.

In der vergangenen Runde der Exzellenzinitiative ist es nicht gelungen, ein Cluster nach Potsdam zu holen. Für die kommende Runde wurden gleich drei UP-Anträge eingereicht. Was hat sich seit 2018 getan?

Ich denke, eine Universität muss nach ihrer Gründung erst einmal einen Reifeprozess durchlaufen, das zeigt sich nicht nur in Potsdam. In fünf Jahren lässt sich sowas nicht aus dem Boden stampfen. Nachwendegründungen in der Unilandschaft sind erst jetzt in einer Situation, wo sie die Strukturen und das Selbstbewusstsein haben, das zu schaffen. Das sieht man auch an den Exzellenzanträgen: In den ersten beiden Runden waren die Anträge nicht schlecht, aber der Track Record hat einfach nicht gereicht. Jetzt gehen wir mit drei Anträgen ins Rennen, die alle noch einmal besser aufgestellt sind. Das ist keine mangelnde Wertschätzung der vorherigen Generationen, sondern schlicht das Ergebnis der Entwicklung, der Berufungspolitik und der besseren finanziellen Ausstattung.

Wo sehen Sie die Forschungsuniversität Potsdam in fünf Jahren?

Ich hoffe, dass wir mit möglichst vielen Clusteranträgen Erfolg hatten und dass sich auch die Anzahl der Sonderforschungsbereiche erhöht hat. Fünf wäre eine schöne Zahl für eine Uni unserer Größe. Wenn das gelingt, ist es durchaus denkbar, in 10 bis 20 Jahre in die Spitze der 10 bis 15 forschungstärksten Unis aufzusteigen. Das ist sicher ambitioniert, aber nicht vermessen.

DIE FRAGEN STELLTE MATTHIAS ZIMMERMANN.

„Das wäre der Ritterschlag!“

Brandenburgs Ministerin für Wissenschaft, Forschung und Kultur,
Dr. Manja Schüle, hofft auf Potsdamer Erfolg bei der Exzellenzstrategie des Bundes



Wissenschaftsministerin
Manja Schüle

Die Universität Potsdam will in der kommenden Runde der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder (ExStra) drei Anträge einreichen. Matthias Zimmermann befragte Brandenburgs Ministerin für Wissenschaft, Forschung und Kultur, Dr. Manja Schüle, zu den Erfolgsaussichten und Zukunftsperspektiven.

Sie sind selbst Alumna der Potsdamer Universität. Was hat sich seit Ihrer Zeit in der universitären Forschung getan?

Eine Menge. Die Universität Potsdam hat sich ein unverwechselbares Profil geschaffen: herausragend und innovativ in der Lehre, forschungsstark, international aufgestellt – und auf kreative und vielfältige Förderung junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ausgerichtet. Als ehemalige Studentin der Sozialwissenschaften weiß ich um die leidenschaftliche Debattenkultur an dieser, meiner Hochschule, die mich stark geprägt hat. Ich halte insbesondere die Profilierung der Uni Potsdam mit den Forschungsschwerpunkten Kognitionswissenschaften, Data-Centric Sciences, Earth and Environmental Systems und Evolutionary Systems Biology für einen Meilenstein. Das Drittmittelaufkommen hat dadurch eindeutig einen Schub bekommen und sich gegenüber meiner Uni-Zeit praktisch verdoppelt. Besonders erfreulich ist, dass der Schwerpunkt hier bei den forschungspolitisch herausgehobenen DFG-Mitteln liegt. Daneben hat die Uni in den vergangenen Jahren weitere wichtige Aufgaben für das Land übernommen und erfolgreich ausgebaut, etwa in der Lehrkräftebildung.

Warum ist jetzt der richtige Zeitpunkt für ein oder mehrere Potsdamer Exzellenzcluster? Ist die Universität Potsdam jetzt „reif“ dafür?

Absolut. Zum einen kann die Universität Potsdam auf ihre Erfahrungen in der letzten Runde der ExStra zurückgreifen – bei der wir sie schon damals finanziell unterstützt haben. Zum anderen habe ich mich bei den jüngsten erfolgreichen Verhandlungen mit dem Bund und den anderen Ländern über die Fortschreibung der Exzellenzstrategie vehement dafür eingesetzt, dass künftig explizit kleine und mittlere Universitäten stärker zum Zuge kommen können – etwa, indem sie Verbünde bilden. Ich würde sagen: Beste Voraussetzungen für einen erneuten Anlauf.

Im aktuellen THE-Ranking positioniert sich die Universität Potsdam unter den 250 besten Hochschulen weltweit, bei den jungen Unis unter 50 Jahren ist sie deutschlandweit sogar die Nummer 1. Was macht die Forschungsstärke der Universität Potsdam Ihrer Ansicht nach aus?

Zunächst möchte ich der Universität Potsdam zu diesem Erfolg herzlich gratulieren! Leider stellen Rankings nur ein Indiz zur Identifizierung von Forschungsstärke dar. Der beste Ausweis exzellenter Forschungsstärke der Uni Potsdam wäre es, wenn sie bei der kommenden Ausschreibungsrunde der ExStra ein oder mehrere der begehrten Exzellenzcluster nach Brandenburg holen könnte – keine Frage, ein großer Kraftakt angesichts der starken Konkurrenz. Und weitere Erfolge bei der DFG würden dieses Gesamtbild abrunden. Dabei sollten wir natürlich nicht vergessen, den universitären Lernort auch als individuelles, von wissenschaftlicher Debatte geprägtes Erlebnis zu begreifen.

Welche Bedeutung hätten ein oder mehrere Exzellenzcluster für die Forschungsregion Potsdam und das Land Brandenburg?

Das wäre der Ritterschlag! Gerade, weil bezüglich der Exzellenzförderung praktisch immer noch eine Ost-West-Teilung besteht – und damit langfristig die Gefahr einer Zwei-Klassen-Hochschullandschaft. Aber das wird sich ja mit der Fortschreibung der Exzellenzstrategie hoffentlich künftig ändern. Wenn es gelingt, dass Potsdam und Brandenburg künftig von den Exzellenzfördermitteln profitieren, würde das einen echten Unterschied machen: aufgrund der Finanzen, der gestärkten Profilierung, Strategiefähigkeit und der besseren internationalen Sichtbarkeit der Hochschule.

Wo sehen Sie die Universität Potsdam in fünf bzw. zehn Jahren?

Ich wünsche mir eine mittelgroße Spitzenuniversität, der es in fünf bis zehn Jahren gelungen ist, in einzelnen Disziplinen international noch stärker sichtbar zu sein. Und die die Potenziale der Kooperation mit Potsdams Spitzenforschungsinstituten geschickt nutzt, um einen Beitrag zur Lösung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen zu leisten. Und ich wünsche mir eine Universität, die auch in regional bedeutenden Aufgaben, etwa in der Lehrkräftebildung, weiter überregionale Impulse gibt.

DIE FRAGEN STELLTE MATTHIAS ZIMMERMANN.



„Wir brauchen ein komplexeres Bild ökologischer Prozesse“

Warum ein Paradigmenwechsel hin zu einer individuenbasierten Ökologie nötig ist

Die Welt ist in der Krise. Doch nicht nur der Klimawandel sorgt für Alarmstimmung unter Forschenden, auch die Biodiversitätskrise hat bedrohliche Ausmaße angenommen. Noch gibt es schätzungsweise zehn Millionen Tier-, Pflanzen- und Pilzarten auf der Welt. Doch über zwei Millionen von ihnen sind vom Aussterben bedroht. Genau lässt sich das aber kaum beziffern. Der Großteil der Arten ist bislang gar nicht erforscht und die komplexen ökologischen Systeme, in denen die Lebewesen miteinander existieren, sind vielerorts noch kaum verstanden. Um letzteres zu ändern, wollen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Potsdamer Ökologie- und Biodiversitätsforschung einen Paradigmenwechsel anstoßen – hin zu einer individuenbasierten Ökologie. Matthias Zimmermann sprach mit der Makroökologin Prof. Dr. Damaris Zurell und dem Naturschutzökologen Prof. Dr. Florian Jeltsch über gewachsene Expertise, wichtige Netzwerke und die Frage, was der Blick aufs Detail fürs große Ganze bringen kann.

In welcher Hinsicht ist die Potsdamer Ökologie- und Biodiversitätsforschung einzigartig?

Jeltsch: Das sind vor allem drei Dinge: Erstens unsere spezifische Ausrichtung auf eine quantitative, prozessorientierte Ökologie. Schon lange arbeiten mehrere Arbeitsgruppen des Instituts für Biologie und Biochemie an einem besseren Verständnis komplexer ökologischer Zusammenhänge. Insbesondere

die konsequente Anwendung quantitativer Methoden zur Erforschung ökologischer Mechanismen und Prozesse zeichnet unsere Arbeit aus.

Zurell: Tatsächlich hat die quantitative Forschung in Potsdam stetig an Bedeutung gewonnen. Dabei hat sich die ökologische Modellierung in den vergangenen 20 Jahren einen exzellenten Ruf aufgebaut. Ich konnte das aus der Ferne beobachten, denn ich habe meine ersten Schritte als Forscherin in Potsdam gemacht und bin 2020 hierher zurückgekommen. In den vergangenen zehn Jahren hat die quantitative Komponente zudem einen besonderen Spin bekommen – dank neuer und weiterentwickelter Sensortechnologien wie GPS-Sendern, Kamerasystemen und Methoden zur automatisierten Aufnahme von Biodiversität. Zum Markenzeichen wurde dabei die gekonnte Verknüpfung dieser experimentellen und empirischen Forschung mit mathematischer und computerbasierter Prozess-Modellierung.

Jeltsch: Diese Verknüpfung, unserer zweiten Stärke, ermöglicht es, detaillierte empirische und experimentelle Ergebnisse zu verallgemeinern und somit auf

WEITERE INFORMATIONEN:

 www.uni-potsdam.de/de/individuen-basierte-oekologie



Prof. Damaris Zurell
und Prof. Florian Jeltsch

diverse (Umwelt-)Bedingungen und größere Skalen anzuwenden. Beispielsweise widmet sich die Arbeitsgruppe Ökologie und Ökosystemmodellierung vor allem dem Verständnis der Dynamiken in aquatischen Lebensgemeinschaften und komplexen Nahrungsnetzen. Unter Leitung von Ursula Gaedke untersucht das Team des DFG-Schwerpunktprogramms „DynaTrait“ Plankton und Biofilme als empirische Modellsysteme, in denen sich zahlreiche Räuber- und Beutearten wechselseitig anpassen können. Die Kombination von Laborexperimenten und Freilanddaten vom Bodensee mit mathematischen Modellen erlaubt, die Forschungsergebnisse zu abstrahieren, um allgemeine Regeln von Interaktionen in Ökosystemen abzuleiten. Die Gruppe von Anja Linstädter erforscht, wie die biologische Vielfalt durch Landnutzungsänderungen, Klimawandel und andere menschliche Einflüsse, insbesondere in Agrarlandschaften, beeinträchtigt wird. Auch hier bilden quantifizierende, prozessbasierte Untersuchungen – in diesem Fall von Pflanzenmerkmalen – einen Schwerpunkt. Ein Forschungsschwerpunkt meiner eigenen Arbeitsgruppe ist die Bewegung von Organismen – ein Schlüsselmechanismus, der die biologische Vielfalt durch die Verteilung von Genen, Ressourcen, Individuen und Arten in Raum und Zeit beeinflusst. Dafür nutzen wir modernste sensorische

Technologien wie GPS-Telemetrie mit internen Beschleunigungssensoren, die wir mit fortschrittlichen statistischen Analysen und räumlich-expliziten, individuenbasierten Modellierungsansätzen kombinieren. Das ermöglicht es uns, die Ursachen und Folgen von veränderten Bewegungsmustern in dynamischen, anthropogenen Landschaften für Wildtierpopulationen und die Dynamik der biologischen Vielfalt zu untersuchen, z.B. im Rahmen unseres Graduiertenkollegs „BioMove“. Auch in den Gruppen von Jana Eccard und Damaris Zurell spielt die quantifizierende Untersuchung von Prozessen eine zentrale Rolle.

Was Potsdam, drittens, auszeichnet, ist die einzigartige Dichte und Vielfalt der Forschungslandschaft in der Biodiversitätsforschung ...

Zurell: Diese starke Vernetzung der Potsdamer Forschung spiegelt sich auch in der Vielfalt der untersuchten Systeme. Beispielsweise betrachten wir diverse Ökosysteme nicht nur einzeln, sondern verknüpfen unsere Erkenntnisse, etwa aus aquatischen und terrestrischen Untersuchungen miteinander. Unsere Forschung beschäftigt sich mit Städten als ökonomisch-sozial-ökologischer Einheit ebenso wie mit sich wandelnden Agrarlandschaften, Trockengebieten und aquatischen Lebensgemeinschaften. Dabei umfassen

unsere Forschungssubjekte Mikroorganismen, Pflanzen und Wildtierpopulationen gleichermaßen. Gestärkt wird diese Vernetzung durch die Zusammenarbeit mit den vielen außeruniversitären Forschungseinrichtungen der Region, die ihren institutionellen Rahmen im Berlin-Brandenburgischen Institut für Biodiversitätsforschung (BBIB) gefunden haben.

Was macht die Potsdamer Ökologie- und Biodiversitätsforschung so erfolgreich?

Jeltsch: Lange Zeit ging ökologische Forschung der Einfachheit halber von Populationen aus, die aus identischen Individuen bestehen, basierte also auf Mittelwerten, ohne individuelle Unterschiede und deren Verteilung zu berücksichtigen. Das genügt nicht mehr! Insbesondere im Hinblick auf Herausforderungen durch globale Veränderungen brauchen wir ein genaueres, teils komplexeres Bild ökologischer Prozesse. Daher verfolgen wir den Ansatz, Individuen und deren Wechselwirkungen in den Mittelpunkt unserer Forschung zu stellen. Wir betrachten einzelne Lebewesen als kleinste natürliche Einheit, die auf Umweltwandel reagieren. Nur auf dieser Basis können Veränderungen auch in Populationen und Artengemeinschaften verstanden werden.

Zurell: In Potsdam wurde schon früh begonnen, individuenbasierte Modelle als starkes theoretisches Hilfsmittel zu etablieren. Letztendlich reagiert nicht eine ganze Population oder Lebensgemeinschaft gleichgesteuert auf Umweltveränderungen, sondern Individuen reagieren und die unterschiedlichen Reaktionen aller Individuen ergeben dann die Systemantwort. Das können mittelwertbasierte Ansätze nicht gut erfassen. Mittlerweile kommen wir an den Punkt, dass wir daraus Vorhersagemodelle entwickeln und zukünftige Biodiversitätstrends abschätzen können.

Dafür müssen wir viele komplexe Prozesse verstehen: Wie weit werden sich bestimmte Arten durch

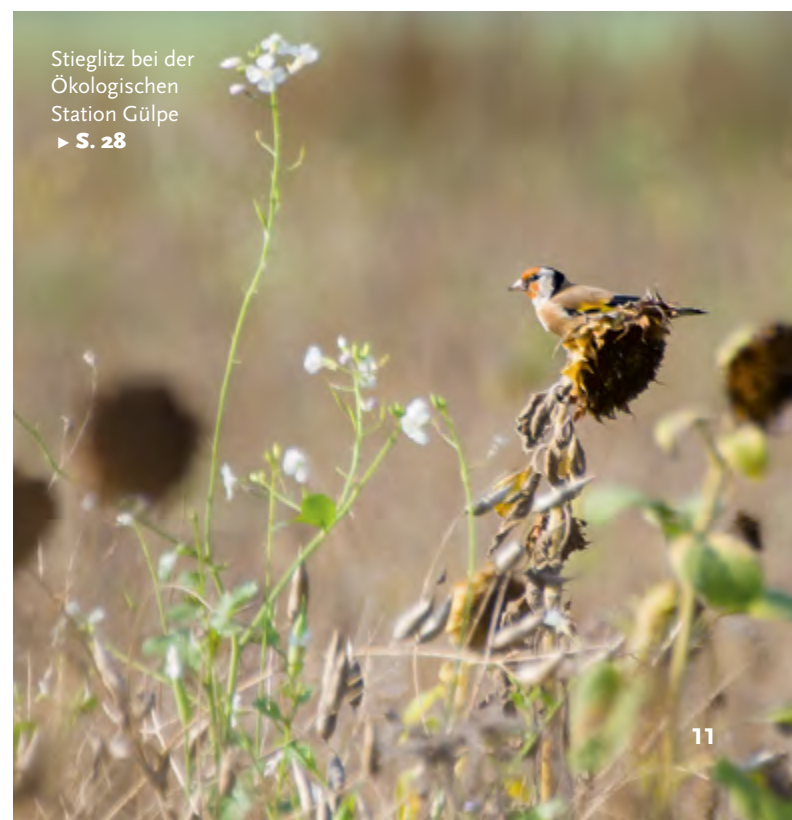
den Klimawandel nach Norden ausbreiten, wie ändern sich dadurch die biotischen Interaktionen, und sind heimische Arten in der Lage schnell genug darauf zu reagieren? Wie schränkt die menschliche Landnutzung Tiere und Pflanzen ein und wie interagieren diese mit der sich wandelnden Umwelt? Diese Fragen treffen auf eine intensive öffentliche Debatte, weil die Folgen des Klimawandels inzwischen für viele Menschen sicht- und spürbar werden. Mit Blick auf die zukünftige Entwicklung der Biodiversität und geeignete Managementstrategien kann unsere Forschung einen Unterschied machen.

Jeltsch: Im Graduiertenkolleg „BioMove“ etwa untersuchen wir Bewegungsmuster unterschiedlicher Arten, z.B. Fledermäuse, Hasen, Wildschweine oder auch verschiedene Vogelarten, – und schauen, wie diese sich durch Landnutzung, etwa auf landwirtschaftlichen Flächen, verändern. Diese Änderungen von Bewegungsmustern können wiederum Konsequenzen für andere Arten haben, und so letztlich höhere Ebenen wie etwa die Zusammensetzung von Artengemeinschaften beeinflussen. Andere Projekte wie „DynaTrait“ nehmen die evolutionären Eigenschaften von Individuen in den Blick. Die Abkehr von mittelwertbasierten Ansätzen sehen wir bei vielen Vorhaben. So haben wir in Kooperation mit Bayer CropScience die Effekte von Herbiziden auf Nicht-Zielpflanzen untersucht und dafür individuenbasierte Graslandmodelle entwickelt. Mit deren Hilfe können wir beschriebene Herbizideffekte und Wechselwirkungen zwischen einzelnen Pflanzen dann auf ganze Graslandssysteme hochskalieren. Dieses methodische Vorgehen hat uns in den vergangenen Jahren erfolgreich gemacht.

Fotos: Manuel Roeleke (li); Lars Erik Janner (re)



Faltenlippenfledermäuse
► S. 16



Stieglitz bei der
Ökologischen
Station Gülpe
► S. 28



Brachionus calyciflorus

Welche Rolle spielen besondere methodische Zugänge?

Zurell: Biodiversität und die Prozesse, die sie beeinflussen, sind enorm komplex. Wir müssen auf die Arten bzw. Artengemeinschaften schauen, darauf, wie sich ihre Umwelt verändert, wie Individuen verschiedener Arten miteinander interagieren, und auch, wer welche Möglichkeiten zur Anpassung hat. Dafür müssen wir unsere Ansätze verfeinern und diese an verschiedenen Orten einsetzen können, um Gemeinsamkeiten und Besonderheiten verschiedener Ökosysteme zu verstehen. Wir müssen Details untersuchen, um zu verstehen, wann die Variabilität von einzelnen Individuen eine entscheidende Rolle spielt und in die Modelle für das Gesamtsystem aufgenommen werden muss – und wann nicht.

Jeltsch: Unser Ansatz eines ökologischen Paradigmenwechsels hin zu einer individuenbasierten Ökologie erfordert eine bessere, individualisierte Datenerfassung. Wechselwirkungen zwischen Individuen zu erfassen, ist enorm aufwendig, aber möglich. Zum Beispiel gibt es neue Methoden, bei denen sich mithilfe von Sendern die Bewegung, das Verhalten und auch die Physiologie von Tieren gut erfassen lassen. Diese sind in einigen unserer Projekte im Einsatz. Aber auch andere (z.B. akustische) Sensoren werden immer feiner und die Auswertungsmethoden immer präziser. Sensoren werden aber nicht nur zur Untersuchung von Tieren genutzt, sondern auch zur Beobachtung von Pflanzen und ihrer Interaktionen. Ein Feld, das sich rasant entwickelt. Ein anderes Beispiel sind neu entwickelte Experimente zum individuellen Verhalten, wie sie in der Arbeitsgruppe von Prof. Jana Eccard eingesetzt werden.



Im Klimaschrank des „DynaTrait“-Projekts
► S. 20



Freilebende Wühlmaus beim
Verhaltensexperiment
► S. 32

Zurell: Um Erkenntnisse einzelner Individuen erfolgreich auf große Skalen und Zusammenhänge anwenden zu können, brauchen wir aber zum Einen Daten von sehr vielen Individuen und zum Anderen Expertise, diese richtig zu verarbeiten. Hunderttausende Individuen und abiotische Faktoren zusammzubringen, braucht Big-Data-Expertise. Da liegt noch einiges an Arbeit vor uns, aber wir sind auf einem guten Weg.

Jeltsch: Immer wichtiger wird auch die Erforschung der evolutionären Seite der Biodiversität. Wir bewegen uns längst parallel auf verschiedenen Zeitskalen und schauen sowohl auf kurzfristige Anpassung als auch auf längere Zeiträume. Daher sind wir froh, mit Ralph Tiedemann einen Evolutionsbiologen an Bord zu haben. Dies gilt auch für die aktuell laufenden gemeinsamen Berufungen von Christian Voigt vom Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) und Lynn Govaert vom Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), die beide an der Schnittstelle von Ökologie und Evolution arbeiten. Und natürlich auch für die bereits gemeinsam berufenen Kollegen Hans-Peter Grossart vom IGB und Joerns Fickel vom IZW, die ebenfalls an solchen wichtigen Schnittstellen forschen.

Zurell: Tatsächlich ist für ökologische Forschung essenziell, auf welcher Skala die Experimente stattfinden. Denn neben der zeitlichen spielt auch die räumliche Dimension für uns eine zentrale Rolle. So beeinflussen sich Pflanzenarten in Landschaften mal kleinräumig, mal über große Entfernungen. Um diese Verbindungen zu vermessen, haben wir unter dem Dach des Berlin-Brandenburgischen Instituts für Biodiversitätsforschung (BBIB) die ScapeLabs entwickelt und etabliert. Experimentalplattformen, in denen wir Biodiversitätsforschung auf die Ökosystem- und Landschaftsebene ausdehnen können. Also vom einzelnen Individuum bis auf die regionale Ebene. Mit den AgroScapeLabs, den CityScapeLabs und den LakeScapeLabs verfügen wir über solche Mehrzweck-Landschaftslabore für Agrarflächen, urbane Räume und Süßwassersysteme. Das ist einzigartig in der ökologischen Forschung. In meiner Arbeitsgruppe für Makroökologie gehen wir noch darüber hinaus und benutzen Beobachtungsdaten aus aller Welt, um allgemeingültige Zusammenhänge und Besonderheiten zu erkennen.

Welche Rolle spielen Vernetzungen mit anderen Disziplinen innerhalb der Uni oder auch Einrichtungen außerhalb der Hochschule?

Zurell: Wie wichtig die Vernetzung für die Biodiversitätsforschung ist, zeigt sich beispielsweise an einem bemerkenswerten Fakt: 2022 hat der Weltklimarat seinen sechsten Sachstandsbericht herausgegeben, der Weltbiodiversitätsrat 2019 gerade mal seinen ersten. Biodiversität ist so wahnsinnig komplex und wir sind auf dem Weg zu einer Disziplin, die Vorhersagen machen kann, noch ganz am Anfang. Es gibt rund zehn Millionen Arten und 200 oder mehr Ökosysteme auf der Welt, die durch den globalen Wandel bereits erheblich Schaden genommen haben. Um diese vor weiterem Schaden zu bewahren oder ihren Zustand zu verbessern, brauchen wir fachübergreifendes Wissen und Methodiken. Dazu zählen verschiedenste Bereiche der Ökologie, Evolutionsforschung und Mikrobiologie wie auch die Datenwissenschaften. Künstliche Intelligenz kann zum Beispiel nicht nur bei der Datenaufnahme und -auswertung helfen, sondern auch in Werkzeugen zur Entscheidungsfindung eingesetzt werden, z.B. zur Optimierung von Managementstrategien.

Jeltsch: Mit dem erwähnten Berlin-Brandenburgischen Institut für Biodiversitätsforschung (BBIB) gibt es schon länger eine Plattform von Institutionen, die in der Region zur Biodiversität forschen. Das BBIB ist unser Dach, ein Konsortium aus vier Universitäten und fünf außeruniversitären Forschungseinrichtungen, das uns hilft, im Großraum Berlin vorhandene Kompetenzen in den ökologischen, evolutionären, sozialen und politischen Wissenschaften zu bündeln. Dass das gelingt zeigt sich an Großprojekten wie „DynaTrait“, „BioMove“ oder auch „BIBS – Bridging in Biodiversity Science“. Letzteres schaffte – wie der Name schon sagt – bereits erfolgreich den Brückenschlag zwischen einer Vielzahl von Disziplinen, um unser Verständnis der Biodiversität zu verbessern. Ich denke, es zählt zu den besonderen Stärken unserer Region, dass fachliche Vernetzung in verschiedenen Konstellationen etabliert ist und gut funktioniert. Dabei helfen die zahlreichen Institutionen mit den unterschiedlichen Schwerpunkten. Mit vielen davon gibt es gemeinsame Berufungen. Darunter sind das Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) mit dem Fokus auf Arktis und Antarktis, das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), wo Volker Grimm intensiv zu ökologischer Modellierung forscht, das Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie (ATB) in Bornstedt und das Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) in Müncheberg mit ihrer Expertise zu agrarischen Landschaften, das Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), das Deutsche Entomologische Institut Senckenberg in Müncheberg und das Leibniz-Institut für



Besonderter Feldhase



Aufbau der Stellnetze im AgroScapeLab Quillow, um Feldhasen zu fangen und diese mit GPS-Halsbändern auszustatten

► S. 19

Zoo- und Wildtierforschung (IZW). Zusammen mit den Berliner Universitäten und der Universität Potsdam ist das Netzwerk ungewöhnlich gut aufgestellt.

Zurell: Für den synthetisierenden Blick aufs Ganze, der die vielen experimentellen Daten zusammenbringt, hat in den vergangenen Jahren die Modellierung einen immer größeren Stellenwert erlangt. Das spiegelt sich auch in unseren Netzwerken wider. Was die Integration der Data Science angeht, haben wir zum Glück an der Uni Potsdam sehr gute Kollegen, etwa Ralf Metzler aus der Theoretischen Physik, dessen methodische Kompetenz uns sehr hilft.

Die Potsdamer Biodiversitätsforschung hat in der kommenden Runde der Exzellenzinitiative einen Antrag für ein Exzellenzcluster eingereicht. Warum ist Potsdam der richtige Ort dafür? Warum jetzt?

Jeltsch: Durch unsere langjährige Erfahrung im Bereich der individuenbasierten Ökologie und bei der Verknüpfung quantitativer Daten mit skalenübergreifender Modellierung sind wir für die Erforschung des Themas sehr gut aufgestellt. Dazu kommt unser weitreichendes Netzwerk mit seiner hohen Dichte an Forschungseinrichtungen, die eine Vielzahl von Kompetenzen, und eine große und interdisziplinäre

thematische Bandbreite garantiert. Es gibt hier also enorm viel Erfahrung und Kapazitäten in Sachen Biodiversitätsforschung.

Zurell: Warum jetzt? Weil es drängt! Die Biodiversitätskrise ist da und wir müssen schnellstens so viel wie möglich investieren, um den Biodiversitätswandel besser zu verstehen, Vorhersagen zu ermöglichen, und ein besseres Management der menschlichen Einflüsse auf Ökosysteme zu initiieren. Die Methoden dafür gibt es, aber sie müssen zusammengeführt werden. Damit fangen wir an. Am besten mit einem Exzellenzcluster.

Wie möchten Sie im Cluster junge Forschende einbinden und fördern?

Jeltsch: Das Graduiertenkolleg „BioMove“, das bereits seit 2016 sehr erfolgreich läuft und 2019 verlängert wurde, kann uns dafür als hervorragende Blaupause dienen. Es zeigt uns, welche Innovationskraft junge Forschende mitbringen. Insofern würde ich sagen, dass ein solches Kolleg nicht nur dazu dient, jungen Forschenden etwas beizubringen, sondern dass es einen Austausch mit Mehrwert für beide Seiten bringt.



Namibia: Kudu wird mit GPS-Halsband versehen.

► S. 24



Sensoren zur Messung der Transpiration werden an Mopane-Bäumen angebracht.



Datenerhebung im NamTip-Projekt
► S. 36

Fotos: Dr. Niels Blaum (li.); Dr. Katja Geißler (re. o.); Vistorina Amputo (re. u.)

Und ehrlich gesagt geht das schon auf dem Bachelor- und Masterlevel los, wo das Engagement der Studierenden eine enorme Bereicherung für unsere Forschung bedeutet. Sie bringen eine Kreativität mit, die man in jedem möglichen Rahmen fördern muss. Insofern ist es an uns, die nötige Freiheit und Sicherheit zu schaffen, dass junge Wissenschaftler*innen entdecken und gestalten können. Das ist die Grundlage für innovative Forschungsansätze, -projekte und -ideen.

Zurell: Diese Kreativität ist besonders wichtig für uns, weil Biodiversitätsforschung mit immenser Geschwindigkeit digitaler wird. Und gerade unsere individuenbasierte Agenda wird durch neue digitale Möglichkeiten bereichert. Da hilft es natürlich enorm, dass die jungen Generationen an Forschenden und Studierenden „digital natives“ sind und Impulse aus verschiedensten Bereichen einbringen können. Diesbezüglich zeigt sich noch einmal ein besonderer Standortvorteil, denn wir profitieren von der quantitativ orientierten Ausbildung in unserem Master „Ecology, Evolution and Conservation“ – mit den statistischen Methoden der Bewegungsökologie und dem Fokus auf Modellierung.

Jeltsch: Ein wichtiges Pfund in der Nachwuchsförderung ist auch die Potsdam Graduate School (PoGS), die seit vielen Jahren Promovierende aller Fächer unterstützt und wesentlichen Anteil am Erfolg von BioMove hat. Darauf können wir aufbauen.

Zurell: Die PoGS bietet wichtige individuelle Programme rund um Forschung und Lehre, aber auch darüber hinaus, wie etwa Mentoring oder Karriereberatung. Und das beginnt auch nicht erst mit der Promotionsphase. Tatsächlich profitieren schon etliche unserer Masterstudierenden sehr von diesen Programmen.

Wie sollen die Forschungsergebnisse in die Gesellschaft getragen werden?

Jeltsch: Der Biodiversitätswandel interessiert viele Menschen, auch solche, die nicht in der Wissenschaft aktiv sind. Insofern trifft unsere Forschung ganz sicher auf offene Ohren! Zum Glück gibt es in Berlin-Brandenburg etablierte Schaufenster dafür, etwa die Naturkundemuseen in Berlin und Potsdam oder die Botanischen Gärten, mit denen wir unsere Zusammenarbeit noch weiter verstärken wollen. Außerdem gibt es Überlegungen, gemeinsam mit der Biosphäre Potsdam unsere Themen stärker in die Öffentlichkeit zu bringen.

Zurell: Gemeinsam mit Kolleginnen aus der digitalen Bildungsforschung wie Katharina Scheiter und Ulrike

Lucke arbeiten wir zudem daran, nicht nur unsere Ergebnisse, sondern auch die Forschung selbst erlebbar zu machen – beispielsweise mit multimedialen Anwendungen, Apps oder Spielen. Auf diesem Weg können wir etwa ökologische Modelle, die Was-wäre-wenn-Szenarien testen, erlebbar machen und visualisieren. Die Digitalisierung bietet also nicht nur für unsere Forschung, sondern auch für deren Vermittlung ganz neue Möglichkeiten. Wir können den Menschen zeigen, wie sich unsere Umwelt im Zuge des Klimawandels verändert. Was passiert, wenn wir diese oder jene Maßnahmen umsetzen? Wie kann man Arten unterstützen? Wie sieht wirkungsvoller Naturschutz aus? Wir haben damit bei Veranstaltungen wie dem Potsdamer Tag der Wissenschaften bereits erste Erfahrungen gesammelt – und wollen das ausbauen. Außerdem dient unser Masterstudiengang dazu, die Ergebnisse unserer Forschung auf kürzestem Weg in die Ausbildung des akademischen Nachwuchses zu integrieren, was einen sehr wirkungsvollen Wissenstransfer bedeutet.

Jeltsch: Zu guter Letzt fließen unserer Erkenntnisse im Idealfall auch in politische Entscheidungsprozesse ein. Politikberatung auf der Grundlage wissenschaftlicher Expertise ist ein immer wichtiger werdendes Feld, das hat die Corona-Pandemie gezeigt. Und Formate wie die UN-Artenschutzkonferenz COP 15, die im Dezember 2022 in Montreal stattfand, sind wichtige Plattformen dafür. Ein Exzellenzcluster würde dafür natürlich die ideale Ausgangsposition bieten.

DIE FRAGEN STELLTE MATTHIAS ZIMMERMANN.



DIE FORSCHENDEN

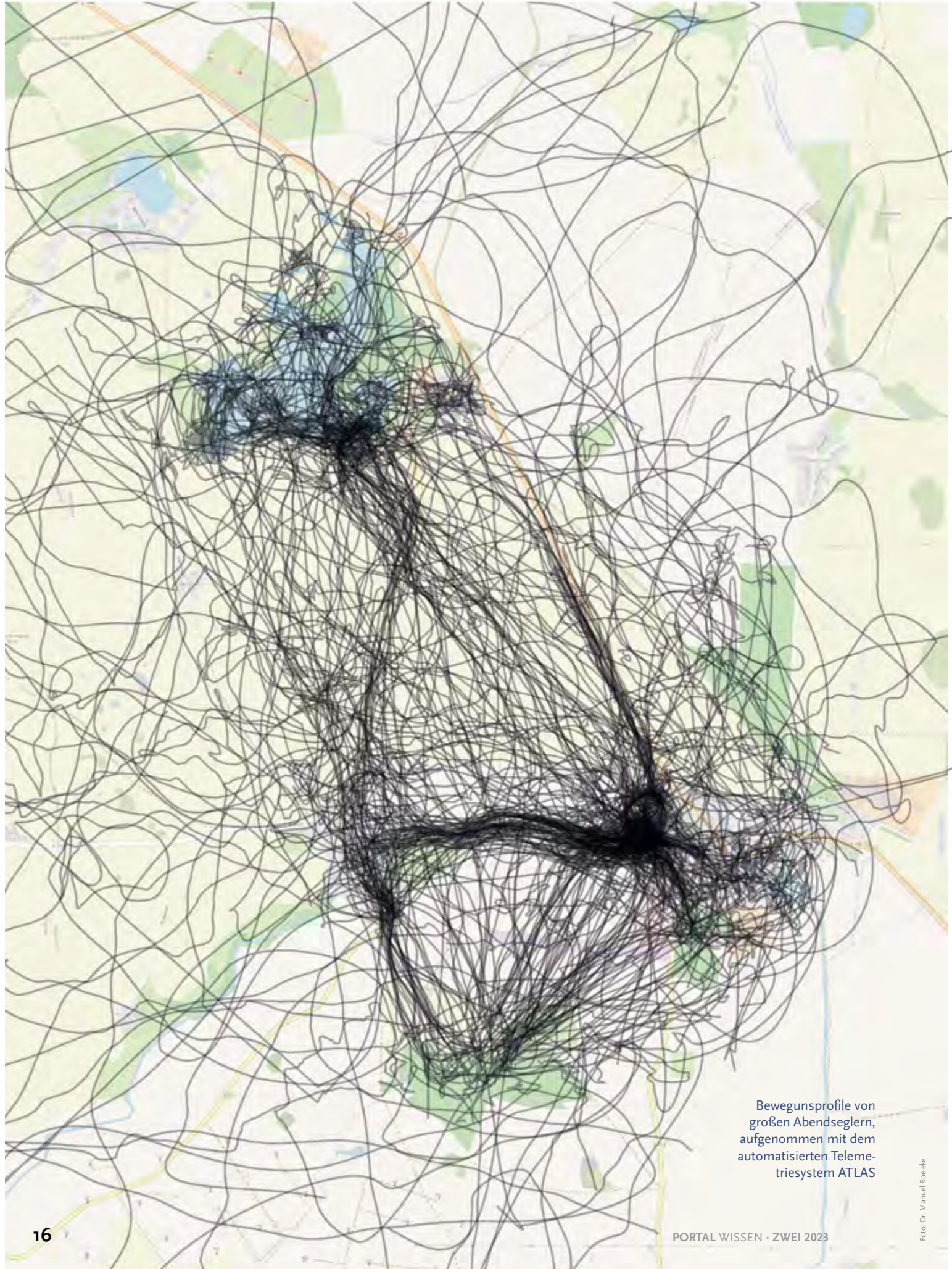
Prof. Dr. Florian Jeltsch studierte Physik und Theoretische Ökologie in Marburg und ist seit 2000 Professor für Vegetationsökologie und Naturschutz an der Universität Potsdam.

✉ florian.jeltsch@uni-potsdam.de



Prof. Dr. Damaris Zurell studierte Geoökologie an der Universität Potsdam. Nach Stationen in Zürich und Berlin ist sie seit 2020 Professorin für Ökologie/Makroökologie an der Universität Potsdam.

✉ damaris.zurell@uni-potsdam.de



Bewegensprofile von großen Abendseglern, aufgenommen mit dem automatisierten Telemetriesystem ATLAS

ATLAS

eröffnet der Tierökologie ganz neue Möglichkeiten

Wie moderne Tracking-Technologie der neuesten Generation die Forschung voranbringt

Der Mensch hat die Welt, in der er lebt, eigentlich noch kaum verstanden. Nicht nur die Pflanzenwelt, auch die Tiere unserer Erde geben uns in vielerlei Hinsicht nach wie vor Rätsel auf. Dabei haben wir von ihnen viel zu lernen. Um das Verhalten von Tieren besser untersuchen und verstehen zu können, arbeiten die Potsdamer Ökologinnen und Ökologen seit einiger Zeit mit einem neuen System, das den wohlklingenden Namen ATLAS trägt. Matthias Zimmermann sprach mit Dr. Manuel Roeleke, der es bereits erfolgreich eingesetzt und die „soziale Ader“ von Fledermäusen untersucht hat.

ATLAS – was ist das?

ATLAS steht für „Advanced Tracking and Localization of Animals in real-life Systems“ und ist ein automatisiertes radio-tracking System, Das von unseren Partnern, Prof. Dr. Sivan Toledo von der Tel Aviv University und Prof. Dr. Ran Nathan von der Hebrew University of Jerusalem entwickelt wurde. ATLAS-Systeme werden in Israel, den Niederlanden, England und von uns in der Uckermark bzw. Nordostdeutschland zur automatisierten Aufnahme von Tierbewegungen eingesetzt. Dafür müssen die Tiere einmalig gefangen und mit kleinen Radio-Sendern ausgestattet werden.

Was kann das System?

Das System kann die Bewegung von sehr vielen Tieren gleichzeitig und mit sehr genauer zeitlich-räumlicher Auflösung erfassen. Das bedeutet, es erfasst je nach Programmierung die besenderten Tiere alle ein bis acht Sekunden etwa auf fünf Meter genau.

Wie funktioniert ATLAS genau?

ATLAS nutzt eine sogenannte Reverse-GPS Technologie. Bei herkömmlichen GPS-Tracking-Systemen werden Tiere mit Empfängern bestückt, die Signale mehrerer Satelliten empfangen. Da die Position der Satelliten bekannt ist, lässt sich durch die Signallaufzeitunterschiede die Entfernung zwischen Empfänger und Satellit bestimmen. Durch Trilateration kann so der Standort des Tiers vom GPS-Empfänger berechnet werden.

Beim ATLAS-System läuft es genau anders herum, was einige Vorteile liefert. Hier werden innerhalb des Studiengebiets mehrere 15 Meter hohe Empfangsantennen aufgestellt. Die Tiere erhalten einen Sender, dessen Signal von den Antennen empfangen wird. Anhand der Laufzeitunterschiede wird bei ATLAS die Position der Tiere von den Empfängern berechnet. Momentan sind je nach Studie etwa zehn Empfangsantennen in Betrieb, die ein Gebiet von etwa 100 Quadratkilometern umschließen. Die Antennen sind mit einem Server in der Uni Potsdam verbunden, der die Positionsberechnungen innerhalb von wenigen



DER FORSCHER

Dr. Manuel Roeleke studierte Biologie in Ulm und Berlin. Seit 2019 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe Vegetationsökologie und Naturschutz an der

Universität Potsdam.

✉ manuel.roeleke@uni-potsdam.de



Jan Pufelski, verantwortlicher Techniker für das ATLAS-System, verbindet die Komponenten einer autonomen Basestation für den Einsatz im Feld.

Sekunden vornimmt und den Wissenschaftler*innen nahezu live zur Verfügung stellt sowie in einer Datenbank hinterlegt. Forschende von verschiedenen Einrichtungen, wie der Uni Potsdam und dem IZW sowie aus dem „BioMove“-Graduiertenkolleg haben Zugriff auf diese Daten.

Was unterscheidet es von früheren sensorischen Methoden?

Zur Verfolgung individueller Tierbewegungen wurden bisher hauptsächlich GPS-Empfänger eingesetzt. Diese sind teuer und müssen einzeln programmiert werden. Außerdem benötigen sie große Batterien zum Empfang und der Berechnung der Position, was sie um ein vielfaches schwerer macht als Radiosender. Nicht zuletzt sind die Positionsdaten auf dem Gerät gespeichert, weshalb die Wissenschaftler*innen den



Besenderte Fledermäuse

Empfänger entweder zurückerhalten und damit das Tier nochmals fangen müssen, oder aber die GPS-Logger haben noch eine zusätzliche Sendeeinheit, welche die Daten übermittelt. Das ist aber wiederum sehr energieintensiv, was sich durch größere Batterien, mehr Gewicht und kürzere Laufzeit bemerkbar macht.

ATLAS-Sender sind hingegen um ein Vielfaches leichter, da sie sehr energieeffizient arbeiten. Die kleinsten wiegen nur ein Gramm. Sie senden alle paar Sekunden lediglich einen kurzen Ping, die Speicherung der Daten und die Berechnung der Positionen erfolgen zentral auf dem Server in der UP. Der kleinste ATLAS-Sender läuft bei einem Ping-Intervall von acht Sekunden z.B. drei Wochen. Damit kann er über 200.000 Positionen übermitteln, während ein gleich schweres GPS-Tag nur um die 100 Positionen speichern kann – und danach wiedergefunden werden muss, um die Daten auszulesen. Vorteil von GPS-Geräten ist, dass sie weltweit funktionieren, während die Nutzung von ATLAS auf ein gewisses Gebiet beschränkt ist. Der Einsatz von GPS-Empfänger-Sender-Einheiten bietet sich also bei schweren Tieren an, die einen sehr großen Bewegungsradius haben, oder um die Migration großer Tiere zu verfolgen. Mit ATLAS können wir hingegen auch kleine Tiere sehr genau verfolgen, und das viel kostengünstiger und mit höherer Auflösung, als es mit traditioneller GPS-Technologie möglich wäre. Durch den hohen Automatisierungsgrad und die geringen Kosten ist ATLAS zudem

geeignet, sehr viele Tiere gleichzeitig zu beobachten. So können wir viel besser individuelle Unterschiede und Interaktionen erkennen.

Wo wird ATLAS an der UP noch eingesetzt?

Nach einer einjährigen Test- und Entwicklungsphase startete das erste Projekt 2018 mit einem System bestehend aus sechs Empfangseinheiten in den AgroScapeLabs in der Uckermark. Seitdem ist das System dort stetig gewachsen und je nach Studie verwenden wir zehn bis zwölf Empfangsantennen – Tendenz steigend. Unterstützung durch Infrastruktur und Logistik erhalten wir dabei durch unsere Kollegen vom ZALF. Insbesondere die gute Vernetzung des ZALF in der Region und die vorzüglich ausgestattete Feldstation, die wir nutzen dürfen, sind dabei sehr wertvoll. Zudem haben wir unschätzbare Unterstützung durch Landwirte und Privatpersonen in der Region, die uns etwa Flächen und Strom zum Betrieb der Empfangsstationen bereitstellen. Mittlerweile ist es uns aber auch möglich, Stationen autark mit Sonnenenergie zu betreiben – innerhalb von drei Stunden können wir eine mobile Station umziehen, wenn entsprechende Aufstellflächen verfügbar sind. Aktuell laufen Planungen zu weiteren unabhängigen Systemen im ländlichen sowie im urbanen Raum.

ATLAS wurde bisher hauptsächlich im Graduiertenkolleg „BioMove“ genutzt: In einem der ersten Projekte haben wir es zum Tracking von Fledermäusen eingesetzt. Laufende Folgeprojekte sind die Erforschung des Informationsaustauschs bei Fledermäusen und die Erfassung von Ökosystem-Dienstleistungen. Insgesamt wurden bis jetzt ca. 150 Fledermäuse getrackt.

In weiteren Projekten werden verschiedene Schwalbenarten getrackt, um Interaktionen und Konkurrenz zwischen Arten zu untersuchen. In einem neuen „BioMove“-Projekt sollen Stare überwacht werden, um zu erforschen, wie ihr Jagdverhalten und Bruterfolg zusammenhängen. Andere Projekte nehmen die Interaktion von verschiedenen Singvogel-Arten oder den Einfluss von invasiven Waschbären auf bodenbrütende Vögel in den Blick. ATLAS eröffnet der Tierökologie ganz neue Möglichkeiten.

Welche Erkenntnisse konnten dank ATLAS schon gewonnen werden?

Bei den Fledermäusen konnten wir zeigen, dass die Tiere extrem flexibel in Raumnutzung und Jagdstrategie sind. Durch die langjährigen Daten sehen wir, dass die Tiere innerhalb eines Jahres, aber auch zwischen den Jahren, die Nutzung der Jagdgebiete sehr schnell der Beuteverteilung anpassen können.

Wenn Beute schwer zu finden ist, greifen die Tiere auf soziale Strategien zurück, um ihre Jagdeffizienz zu erhöhen. Bei gleichmäßiger Beuteverteilung jagen die Tiere hingegen einzeln.

Erste Daten von Wiebke Ullmanns Untersuchungen zu den Singvögeln deuten darauf hin, dass sich Rauchschnalben und Mehlschnalben teilweise in der Raumnutzung überschneiden. Ob sie Konkurrenz durch Nutzung unterschiedlicher Flughöhen vermeiden und ob diese Strategie auch bei sinkender Verfügbarkeit von Nahrungsinsekten aufrechterhalten werden kann, wird sie demnächst genauer untersuchen.

DIE FRAGEN STELLTE MATTHIAS ZIMMERMANN.



Das Graduiertenkolleg „BioMove“ erforscht, wie sich die Bewegungen von Organismen in dynamischen Agrarlandschaften auf die Biodiversität auswirken. Dafür verknüpfen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Forschungsfelder Biodiversität und Bewegungsökologie. „Die fortschreitende Intensivierung der Landnutzung verringert die verbliebenen Restflächen, die als Habitat für Wildtiere und Pflanzen dienen können, dramatisch“, sagt Prof. Florian Jeltsch, der Sprecher des Graduiertenkollegs. Dabei seien diese Flächen wichtige Biodiversitäts-Hotspots in der Landschaft. Allerdings führe die geringe Flächengröße häufig zu einer intensivierten Interaktion und Verdrängung innerhalb der vorhandenen Arten. „Für ein Verständnis der mittel- und langfristigen Folgen unterschiedlicher Landnutzungsoptionen für die Zukunft der Biodiversität ist es daher wichtig, sowohl die Bewegungsmuster der Arten in der modernen Agrarlandschaft besser zu verstehen als auch die veränderten Interaktionen zwischen ihnen.“

<https://bio-move.org/>



➔ Artikel über „BioMove“

DiverSITÄt

sorgt für

STABILITÄT

Im Projekt „DynaTrait“ verknüpfen
Biologinnen und Biologen mathematische
Modelle und Freilanduntersuchungen



Im Klimaschrank ist es angenehm warm und hell. Auf den ersten Blick sieht man nicht, dass es in den zahlreichen Glaskolben, die die beleuchteten Regale der begehbaren Kammer füllen, vor Leben wimmelt. Bei konstanten 20 Grad Celsius wachsen hier verschiedene Algenarten, Rädertierchen und Wasserflöhe, die von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Arbeitsgruppe für Ökologie und Ökosystemmodellierung gut versorgt werden. „Ein- bis zweimal in der Woche brauchen die Algen ein frisches Nährmedium und die Zooplankter werden mit Algen gefüttert“, erklärt der Biologe Dr. Toni Klauschies, der mit den Organismen arbeitet.

Algen und Zooplankton werden hier am Institut für Biologie und Biochemie nicht ohne Grund gehegt und gepflegt. Es sind wichtige Modellorganismen, die die Grundlage des Nahrungsnetzes in einem Gewässer abbilden. Die Forscherinnen und Forscher wollen mit ihrer Hilfe verstehen, wie verschiedene Arten in einem Ökosystem zusammenleben – wie sie sich gegenseitig fördern oder unterdrücken, fressen und gefressen werden oder wie sie sich vermehren. Im von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Schwerpunktprogramm „DynaTrait“ schauen sie sich vor allem die Eigenschaften der Organismen an – die sogenannten „Traits“ – die erstaunlich variabel sein können.

Lebensgemeinschaften wandeln sich ständig

Stark vereinfacht sieht das Nahrungsnetz in einem natürlichen See so aus: Auf der untersten Stufe wandeln Mikroalgen – das sogenannte Phytoplankton – Sonnenenergie durch Photosynthese in Biomasse um. Die Algen sind Nahrungsgrundlage des Zooplanktons, zu dem Wasserflöhe, Räder- und Wimpertierchen und weitere, meist weniger als einen Millimeter große Tierchen gehören. Das Zooplankton wird von kleinen Fischen gefressen, die wiederum Nahrung für große Fische sind.

Ein solches Nahrungsnetz ist allerdings kein statisches, sondern ein überaus dynamisches Gebilde. Je nach Jahreszeit, Temperatur, Nährstoffangebot und anderen Umweltbedingungen schwanken die Organismendichten stark, Arten konkurrieren miteinander um Ressourcen und passen sich permanent den verschiedenen Umweltbedingungen an. Auf jeder Ebene des Nahrungsnetzes interagieren zahlreiche Arten miteinander, die ganz verschiedene Eigenschaften und Fähigkeiten haben. Die Algen und Zooplankter im Klimaschrank sind nur ein kleiner, aber sehr wichtiger Baustein des gesamten aquatischen Nah-

rungsnetzes, mit deren Hilfe die Forschenden untersuchen, welche Mechanismen in so einem komplexen System wirken.

Toni Klauschies zeigt auf einen Glaskolben, der eine etwas trübe Flüssigkeit enthält. Würde man sich den Inhalt eines daraus entnommenen Wasserstropfens unter dem Mikroskop anschauen, würden viele kleine Punkte durch das Bild wuseln. Schaut man noch genauer hin, erkennt man das Rädertierchen Cephalodella – ein schlauchförmiges, durchsichtiges Tier mit einem Wimperkranz am oberen Ende, mit dem es seine Nahrung in den Schlund strudelt. In der Laborkultur führt Cephalodella ein sorgenfreies Leben. Es wird regelmäßig mit Algen versorgt, die genau die richtige Größe und Struktur haben. In der Natur sieht es ganz anders aus. Hier muss das Rädertier mit anderen Arten um Nahrung konkurrieren, es ist selbst Beute von größeren Organismen und hat nicht immer das perfekte Futter zur Verfügung.

Wenn die Bedingungen optimal sind, gibt es sehr viele Individuen dieser Art, wenn sie weniger gut sind, nimmt die Population ab. Diese Zyklen schaut sich Toni Klauschies genauer an. Zum einen am Computer, wo er mithilfe mathematischer Modelle die Lebenszyklen verschiedener Arten nachbildet. Und zum anderen experimentell im Labor, wo getestet wird, wie hoch die Wachstumsraten des Rädertierchens unter verschiedenen Temperaturen, Futterquellen und mit einem Konkurrenten sind.



DIE FORSCHENDEN

Prof. Dr. Ursula Gaedke studierte Biologie an der Universität Oldenburg und Angewandte Statistik an der Oxford University. Seit 1999 ist sie Professorin für Ökologie und Ökosystemmodellierung an der Universität Potsdam und leitet seit 2014 das DFG-Schwerpunktprogramm DynaTrait.

✉ ursula.gaedke@uni-potsdam.de

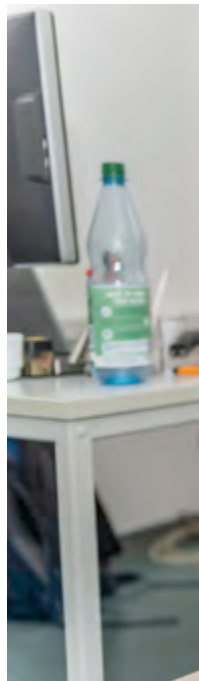


Dr. Toni Klauschies studierte Biologie und Mathematik auf Lehramt an der Universität Potsdam. Seit 2016 forscht er im Projekt „DynaTrait“ über Koexistenz in Räuber-Beute-Systemen und den Einfluss von globalen Veränderungen auf Lebensgemeinschaften.

✉ toni.klauschies@uni-potsdam.de



Dr. Toni Klauschies im Klimaschrank



DAS PROJEKT

„DynaTrait (Flexibility matters: Interplay between trait diversity and ecological dynamics using aquatic communities as model systems)“ ist ein Schwerpunktprogramm der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Es untersucht, wie sich die Anpassungsfähigkeit von Organismen auf Nahrungsnetze und Ökosystemfunktionen auswirkt.

Beteiligt: Geomar Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel, Max-Planck-Institut für Evolutionsbiologie, Universität Potsdam, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Ruhr-Universität Bochum, Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Technische Universität Dresden, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Universität Konstanz, Universität Osnabrück, Universität zu Köln, Ludwig-Maximilians-Universität München, Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Universität Duisburg-Essen, Helmholtz-Zentrum Hereon, Leibniz-Zentrum für Marine Tropenforschung, Laufzeit: 2014–2024

www.dynatrait.de



Algen haben Verteidigungsstrategien

„In der klassischen ökologischen Theorie wird angenommen, dass Organismen feste Eigenschaften haben“, erklärt Arbeitsgruppenleiterin Ursula Gaedke. „Aber das stimmt so nicht, denn die einzelnen Arten

sind in ihren Eigenschaften nicht so starr, wie oft angenommen wurde. Räuber und Beute passen sich aneinander an.“ Einige Algen können etwa lange, stachelähnliche Fortsätze ausbilden, um nicht gefressen zu werden. Sind viele Zooplankter wie das Rädertierchen vorhanden, die diese Algen gerne fressen, können sie dank ihrer Abwehrmechanismen trotzdem überleben. Die Strategie hat aber ihren Preis: Wer sich mit Stacheln oder anderen Mitteln der Verteidigung wehrt, kann sich langsamer fortpflanzen und hat weniger Nachkommen. Und auch die Räuber reagieren auf ihre Beute: Sie passen ihre Größe an, um größere Partikel fressen zu können. Räuber und Beute rüsten also permanent gegenseitig auf und sind mitunter sehr flexibel in ihren Strategien und Eigenschaften.



Im „DynaTrait“-Programm sind die Forschenden den vielfältigen Anpassungsmechanismen auf der Spur und wollen herausfinden, wie sich diese Flexibilität auf Funktionen des Ökosystems und auf Populationsdynamiken auswirkt.

Seit 2014 arbeiten mehr als 60 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus ganz Deutschland in über 20 Teilprojekten an diesen Fragen. Sie werten Langzeitdaten aus dem Bodensee aus, lassen verschiedene Arten von Phyto- und Zooplankton in langen Laborversuchen gemeinsam wachsen, ermitteln Wachstumsraten einzelner Arten unter verschiedenen Bedingungen und modellieren Nahrungsnetze und ihre einzelnen Bausteine am Computer. Ihre Ergebnisse tauschen sie untereinander aus und nähern sich so Schritt für Schritt einem Gesamtbild. „Wir finden in der Natur so eine enorme Vielfalt von Arten. Wie kommt das eigentlich? Warum können so viele Arten parallel nebeneinander existieren?“ Diese grundlegenden Fragen stehen hinter den Forschungsarbeiten, erklärt Ursula Gaedke.

Wie gut sich ein Ökosystem an sich verändernde Bedingungen anpassen oder Störungen überstehen kann, hängt auch davon ab, wie viele Arten vorhanden sind. „Biodiversität führt zu Stabilität“, sagt die Wissenschaftlerin und beschreibt damit eine wichtige Erkenntnis aus der bisherigen Arbeit, die durch weitere Forschung noch genauer untersucht werden soll. Fallen etwa eine oder mehrere Arten aus – durch Krankheit, Hitze oder ein Starkregenereignis, das zu viele Nährstoffe in ein Gewässer spült –, kann das für ein artenarmes System zu einem großen Problem werden. Verluste am unteren Ende der Nahrungskette setzen sich dann rasch auf den oberen Ebenen fort:

Gibt es etwa weniger Zooplankton, finden auch die Fische nicht mehr ausreichend Nahrung. Das Problem hat damit auch eine wirtschaftliche Dimension.

In intakten, diversen Ökosystemen gibt es diese starken Schwankungen nicht. Macht eine Art schlapp, springt hier sofort eine andere ein, die mit den Bedingungen besser zurechtkommt. In der Modellsimulation verglichen die Forschenden, wie eine sehr artenarme und eine artenreiche Gemeinschaft aus Algen und Zooplankton auf einen starken Nährstoffeintrag reagierten. Während sich in der artenarmen Gemeinschaft eine Algenblüte entwickelte, die in Gewässern Fischsterben und andere Probleme verursachen kann, blieb diese in der diversen Gemeinschaft aus. Hier konnten verschiedene Zooplanktonarten die Algen gut regulieren und eine Massenvermehrung verhindern.

Mit Modellorganismen werden grundlegende ökologische Fragen untersucht

Einzelne Ergebnisse aus der Modellierung wollen die Forschenden nun im Labor unter experimentellen Bedingungen nachprüfen. Die Versuche sollen außerdem zeigen, ob die im Modell gefundenen Mechanismen in natürlichen Systemen auftreten und dort relevant sind. Sie nutzen dabei den Vorteil, dass Phyto- und Zooplankton sehr gute Modellorganismen sind, die im Labor leicht kultiviert werden können und sich rasch fortpflanzen. Mit ihnen lassen sich grundlegende ökologische Fragestellungen untersuchen, die auch auf andere Ökosysteme übertragbar sind. In den Experimenten soll etwa getestet werden, ob Temperaturveränderungen das Miteinander von Organismen beeinflussen oder wie sich Salzstress auf das Wachstum einzelner Arten auswirkt. „Wie sehen die Populationsdynamiken aus? Wann können Arten miteinander koexistieren? Und wann werden die Systeme instabil?“ Diese Fragen möchte Toni Klauschies mit den Experimenten beantworten.

Der Forscher weiß aus eigener Erfahrung, dass es gar nicht so einfach ist, die Natur im Labor nachzubilden. Wachsen mehrere Arten gemeinsam in einem Versuch, verschwinden immer wieder einzelne Arten ungeplant. „Im Labor konkurrieren sich die Arten schneller aus. In der Natur wirken dagegen verschiedene Mechanismen zusammen, die eine Koexistenz ermöglichen“, erklärt er. Viel Fingerspitzengefühl und Geduld sind deshalb notwendig, um ein experimentelles Laborsystem mit mehreren Arten zu etablieren. Ebenso wichtig findet Toni Klauschies aber die enge Verzahnung mit der Modellierung: „Das hilft sehr dabei, andere Optionen durchzuspielen, die man im Labor nicht nachbilden kann.“

HEIKE KAMPE

Installation einer solarbetriebenen Telemetrie-Basisstation. GPS-Lokalisationen und Aktivitätsdaten mit dreidimensionalen Beschleunigungsmessungen werden automatisch vom Halsbandsender heruntergeladen, wenn die Tiere an der Wasserstelle trinken.

MIT KUDU, ELAND UND SPRING- BOCK

Wie Wildtiermanagement der
Savanne helfen kann

Vielerorts in Afrika herrscht dasselbe Problem: Die intensive Nutzung großer Gebiete als Weideflächen für die kommerzielle Tierhaltung schadet dem Land. Es degradiert, wie Biologinnen und Biologen sagen. Gräser und Bäume, die sich bislang die Savanne teilten, werden verdrängt von dornigen Büschen und Sträuchern. Dadurch ist das Land nicht nur für die Viehhaltung verloren, es verarmt auch ökologisch. Wie sich die Landnutzung konkret auf Savannenökosysteme auswirkt und wie man sie steuern kann, haben Forschende der Universität Potsdam gemeinsam mit Kollegen aus Berlin und Frankfurt am Main sowie mit Partnern in Namibia untersucht.

Helpen könnten ausgerechnet jene, die im Laufe der vergangenen Jahrzehnte vielerorts mehr oder weniger aus ihrer Heimat vertrieben wurden: die Wildtiere. „Sie sind viel besser an das Klima und sogar dessen Veränderungen angepasst als ‚importierte‘ Nutztiere – und können zum Erhalt der Biodiversität beitragen“, sagt Niels Blaum. Dafür braucht es ein Umdenken, das in Namibia schon seit Längerem stattfindet. „Das Land hat den Wert von indigenen Wildtieren erkannt.“ Auf politischer Ebene besitzt das Thema Priorität, vor Kurzem wurde der zweite nationale Strategie- und Aktionsplan für biologische Vielfalt veröffentlicht. Außerdem werden bereits jetzt rund 35 Prozent der Fläche Namibias – als sogenannte Conservancies – für bzw. mit Wildtieren genutzt.

Welche Auswirkungen es auf das Ökosystem der Savanne hat, dass wieder mehr Wild- statt Nutztiere gehalten werden, war bislang noch unklar, so Niels Blaum. Um zu untersuchen, ob sich Wildtiermanagement für eine nachhaltige Nutzung von Savannen eignet, haben die Potsdamer Forschenden gemeinsam mit ihren deutschen und namibischen Partnern das Projekt ORYCS auf den Weg gebracht, das von Niels Blaum geleitet wird. „Bisher gibt es noch keine Untersuchungen dazu, ob es besser ist als die vorher dominante Nutztierhaltung“, sagt er. „Deshalb haben wir die verschiedenen Nutzungsarten analysiert und geschaut, wie sie sich optimieren lassen.“

Neue Möglichkeiten dank GPS-Sendern

Die Potsdamer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben das Vorhaben koordiniert und in vier von sechs Teilprojekten geforscht. In den Feldphasen waren sie gemeinsam mit den namibischen Partnern unterwegs, um Daten zu erheben. Sie haben Tiere und Pflanzen mit Sendern und Sensoren versehen, auf abgesteckten Arealen Wasserhaushalt und Biomasse gemessen, Experimente an unterschiedlichen Vegetationssystemen durchgeführt und die Untersuchungsgebiete mit modernsten technologischen Instrumenten der Fernerkundung erfasst.

Niels Blaum hat ORYCS nicht nur geleitet, sondern in einem der Teilprojekte selbst analysiert, wo genau sich die Wildtiere aufhalten und wie sie sich bewegen. Untersuchungsgebiet war Etosha Heights, eines der größten privaten Reservate in Namibia. Springbock, Kudu, Eland und Giraffe – insgesamt 60 Tiere hat das Team um den Ökologen dort mit GPS-Sendern ausgestattet. Diese messen alle fünf Minuten deren genaue Position und Beschleunigung. Damit lässt sich nachverfolgen, wohin sich die Tiere bewegen, aber auch Rückschlüsse zu ihrem Energieverbrauch und Verhalten sind möglich. Wann fressen sie? Wann ruhen oder fliehen sie und wann legen sie größere Strecken zurück? „Wir wollten wissen, was wann ihre

Bewegungen bestimmt“, erklärt Niels Blaum. „Wie wirken sich Nahrungs- und Wassersuche, klimatische Bedingungen, aber auch menschengemachte Veränderungen – wie Zäune – aus?“ Seit 2019 sind mehr als zwei Millionen GPS-Lokalisationen und vier Millionen Aktivitätsaufzeichnungen zusammengekommen. Die Tiere haben an 13.500 erfassten Tagen insgesamt 130.000 Kilometer zurückgelegt. Jedes der besenderten Individuen, das an einer anderen Stelle im Untersuchungsgebiet gefangen wurde, repräsentiert eine ganze Gruppe. Dadurch geben die Daten letztlich Auskunft über weit mehr als nur 60 Tiere.

Dank des langen Zeitraums der Messungen, der auch mehrere Trocken- und Regenzeiten umfasste, konnten die Forschenden nachweisen, wie sehr sich die Tiere an die klimatischen Bedingungen anpassen: Während der Trockenzeit bewegen sie sich weniger, bleiben in relativer Nähe zu den gut erreichbaren Wasserstellen. Doch mit Beginn der Regenzeit, wenn die Vegetation sprießt und reichlich Nahrung zu finden ist, kommen sie in Bewegung und legen weite Strecken zurück. Um zu bestimmen, wohin, haben die Forschenden auch Satellitenbilder ausgewertet. Sie analysierten die Spektren der Aufnahmen – also die charakteristische Zusammensetzung des Lichts aus Spektralfarben. Dabei konnten sie zeigen, dass die Tiere keineswegs ziellos umherstreifen, sondern bei ihren sogenannten Migrationsbewegungen die grünen und damit besten Futterstellen suchen und finden.

Gleichwohl hat auch die Anpassungsfähigkeit der Wildtiere Grenzen: „Wenn die Temperaturen ins Extreme steigen, sinkt die Aktivität bei allen Arten“, sagt Niels Blaum. Sie bewegten sich weniger, suchten bei großer Hitze den Schatten von Bäumen. „Das kann dazu führen, dass sie ihre grundlegenden Bedürfnisse nicht mehr abdecken können.“

DAS PROJEKT

ORYCS – Option for sustainable land use adaptations in savanna systems: Chances and risks of emerging wildlife-based management strategies under regional and global change

Beteiligt: Universität Potsdam (Koordination), Namibia University of Science and Technology, Freie Universität Berlin, University of Namibia, Institut für sozial-ökologische Forschung, Ministry of Environment and Tourism

Laufzeit: 2019–2023

Förderung: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

www.orycs.org

Von kleinen zu großen Modellen

Um zu ermitteln, wie sich Wildtiere und Vegetation in der Savanne gegenseitig beeinflussen, nahmen die Forschenden in weiteren Teilprojekten die Pflanzen selbst in den Blick. „Die Wildtiere fressen an Büschen und Bäumen, sogar die neuen Keimlinge. Das machen Rinder gar nicht“, sagt Niels Blaum. „Denn viele Büsche sind mit Dornen ‚bewaffnet‘ oder lagern schlecht verdauliche Substanzen in ihren Blättern ein.“ Wildtiere würden also eher dazu beitragen, die Verbuschung in Grenzen zu halten oder gar zurückzudrängen.

Einige Auswirkungen der Wildtierbewirtschaftung ließen sich weitgehend direkt bestimmen. So zeigte sich beim Vergleich der Wasserqualität von 68 Wasserstellen in unterschiedlichen Gebieten, dass diese in Nationalparks mit langjährigem Wildtiermanagement deutlich besser ist als dort, wo Nutztiere gehalten werden. „Wildtiere kommen zur Wasserstelle, trinken und entfernen sich wieder“, erklärt Niels Blaum. „Rinder bleiben beim Wasser und verunreinigen es dadurch.“ Und auch der Boden „profitiert“ von der Anwesenheit der Wildtiere. Die Forschenden analysierten das Erdreich in Gegenden, in denen Springbock,

Kudu und Eland in großen Herden aktiv waren und stellten fest, dass es mehr Stickstoff und Kohlenstoff enthielt als anderswo. Streu und Exkremente düngen gewissermaßen den Boden und die Tiere lockern ihn mit ihren Hufen auf. „Sie schaffen gute Bedingungen für das Pflanzenwachstum“, so Niels Blaum.

Da die Wildtiere in den Conservancies von Menschen angesiedelt und gehalten werden, sollte ORYCS möglichst genau klären, wer sich mit wem „gut verträgt“. „Der Beweidungsdruck der Wildtiere beeinflusst beispielsweise die Architektur der Bäume und damit auch den gesamten Wasserhaushalt der Gebiete“, erklärt Dr. Katja Geißler. Die Ökologin beschäftigt sich mit den Wasserflüssen in der Savanne. Um dieses komplexe System zu rekonstruieren, kombinierten die Forschenden verschiedene Untersuchungsmethoden. So erfassten sie in ausgewählten typischen Arealen exemplarisch die Vegetation. Dabei erhielten sie auch Hilfe aus anderen Disziplinen, wie von dem Potsdamer Geowissenschaftler Prof. Dr. Bodo Bookhagen, der seine Expertise für die „öko-hydrogeomorphe Fernerkundung“ einbrachte. Mit der Analyse von Satellitenbildern und Drohnenaufnahmen der Region skalierten die Forschenden die ermittelte Biomasse auf das gesamte Untersuchungsgebiet. Sie erfassten die Bodenfeuchte und versahen ausgewählte Bäume mit Sensoren, die anzeigen, wo mehr oder weniger Wasser fließt. Um die Beweidung durch Wildtiere bestimmen zu können, wurden einige der untersuchten Bäume teilweise entlaubt. „Im Vergleich unterschiedlich stark beweideter Bäume können wir sehen, welchen Einfluss der Beweidungsdruck auf den Wasserhaushalt der Bäume und die Wasserflüsse hat“, so die Ökologin. Alle Messungen wurden letztlich zusammengeführt, um die „skalenübergreifenden Wasserflüsse“ abzubilden und schließlich mit den Untersuchungen zur pflanzlichen Artenvielfalt kombinieren zu können. Für diese sogenannte „ökohydrologische Modellierung der Pflanzendiversität“ kooperierten die Potsdamer mit Kollegen von der Freien Universität Berlin um Prof. Dr. Britta Tietjen.

Bei der Verhaltensbeobachtung von Wildtieren



Robert Hering bestimmt mit Hesekiel Natangwe und Joseph Haitula (Studierende der NUST) die Höhe ausgewählter Bäume für das sogenannte „ground-truthing“ von Fernerkundungsdaten.



Springbock mit GPS-Halsbandsender



DIE FORSCHENDEN

PD Dr. Niels Blaum studierte Biologie in Nizza und Frankfurt am Main. Seit 2004 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur für Vegetationsökologie und Naturschutz der Universität Potsdam.

✉ blaum@uni-potsdam.de



Dr. Katja Geißler studierte Biologie in Berlin und Aberystwyth. Seit 2009 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Professur für Vegetationsökologie und Naturschutz der Universität Potsdam.

✉ katja.geissler.iii@uni-potsdam.de



Dr. Dirk Lohmann studierte Biologie in Ulm und Potsdam. Seit 2012 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur für Vegetationsökologie und Naturschutz.

✉ dirk.lohmann@uni-potsdam.de

Im Ergebnis haben die Forschenden drei verschiedene Modelle entwickelt, in welche die gesammelten Daten eingespeist und mit deren Hilfe unterschiedliche Prozesse simuliert werden sollten. Die beiden Modelle größeren Maßstabs entstanden in Potsdam unter der Leitung von Prof. Dr. Florian Jeltsch und Niels Blaum. Das kleinste Modell wurde an der FU Berlin entwickelt und simuliert eine Fläche von nur 25 Hektar, hat dafür aber eine zeitliche Auflösung von einer Stunde bis zu einem Tag. „Es dient beispielsweise dazu, Wasserflüsse zu simulieren, die sich durch die Beweidung der Tiere ändern.“ Das mittlere Modell hat die Größe einer typischen Landnutzungseinheit, etwa einer Farm von 5.000 Hektar, und berücksichtigt größere Zeitintervalle. Mit seiner Hilfe haben die Forschenden beispielsweise untersucht, wie sich die Biomasseproduktion mit zunehmender Wildtierbeweidung verändert. „So kann man ziemlich gut bestimmen, welche Herdenzusammensetzung besonders günstig ist, um Verbuschung zu vermeiden“, sagt Dr. Dirk Lohmann, der mit Niels Blaum an dem Modell gearbeitet hat. Ohne „Browser“, also Wildtiere,



Kudu mit GPS-Halsbandsender

die sich von Blättern ernähren, komme es zum Verbuschen. „Wenn wir den Anteil erhöhen, lässt sich diese Dynamik eindämmen. Doch wenn sie mehr als 40 Prozent ausmachen, schaden sie dem Gleichgewicht des Systems.“ Dieselbe Simulation ist auch für Herden, die sich überwiegend von Gräsern ernähren (sogenannte „Grazer“) – und „Mixed Feeder“ – solche, die Blätter und Gräser gleichermaßen fressen – möglich. „So lassen sich für verschiedene Vegetationstypen ideale Zusammensetzungen der Wildtierpopulationen bestimmen“, erklärt der Ökologe.

Im größten der drei Modelle, das eine ganze Region mit bis zu 100.000 Hektar abdeckt, simulieren die ORYCS-Macher das komplexe funktionale Gefüge des Ökosystems über längere Zeiträume. „Es verschafft uns einen Überblick“, so Blaum. „Wir integrieren die GPS-Daten unserer besenderten Tiere und schauen, wie sich Degradation in großem Maßstab zurückdrängen oder verhindern lässt.“ Dabei experimentieren die Forschenden virtuell mit bestimmten Herdenzusammensetzungen und gezielt platzierten Wasserstellen. „Erste Simulationen zeigen, dass auf diese Weise verbuschte Flächen lokal restauriert werden können und die Buschbedeckung in 50 Jahren deutlich zurückgeht.“

MATTHIAS ZIMMERMANN



➔ [Der ausführliche Artikel](#)



Die große Arteninventur

FÜR BESSEREN ARTENSCHUTZ SIND JEDE MENGE DATEN NOTWENDIG – UND GUTE MATHEMATISCHE MODELLE

„Wir sind mitten in einer Biodiversitätskrise“, sagt Prof. Dr. Damaris Zurell – und die Zahlen geben ihr Recht. Weltweit verschwinden die Arten in beängstigender Geschwindigkeit. Nach Angaben des Weltbiodiversitätsrats werden in den kommenden Jahrzehnten etwa eine Million der geschätzten acht Millionen Tier- und Pflanzenarten aussterben, 100 bis 150 sind es pro Tag. Die Geoökologin Zurell und ihre Arbeitsgruppe am Institut für Biologie und Biochemie untersuchen mithilfe von Computermodellen, wie dieser massive Verlust gestoppt und Tier- und Pflanzenarten besser geschützt werden können.

Bereits fünf Mal erlebte die Erde sogenannte Massenaussterben – ausgelöst durch Extremereignisse wie Meteoriteneinschläge, massive Vulkaneruptionen oder klimatische Veränderungen. Das derzeitige sechste große Massenaussterben ist jedoch menschengemacht und wird angetrieben durch Lebensraumverlust, Umweltverschmutzung, Klimawandel, invasive Arten und Übernutzung. In Brandenburg zeigt sich das etwa bei Wiesenbrütern wie dem Kie-

bitz, dessen Bestand in den vergangenen 30 Jahren durch eine veränderte landwirtschaftliche Nutzung um zwei Drittel geschrumpft ist. Und auch bei den Insekten fressenden Vögeln wie Meisen oder Zaunkönig, die vielerorts nicht mehr genug Nahrung für ihren Nachwuchs finden.

Wie besiedeln Arten neue Lebensräume?

Eines ihrer Forschungsgebiete hat die Wissenschaftlerin quasi direkt vor der Bürotür: „Hier im Park Sanssouci leben etwa 40 bis 50 Vogelarten“, erklärt Damaris Zurell. Im vergangenen Jahr hat sie mit ihrer Mitarbeiterin Dr. Jette Reeg die Tiere heimlich belauscht: Die Aufnahmegeräte hingen gut versteckt in Bäumen und im Gebüsch. Während des Brutgeschäfts von Mitte März bis Anfang Juni, haben sie an 30 verschiedenen Standorten die Vogelstimmen eingefangen. Nun sind die Geräte eingesammelt und Jette Reeg wird die Aufzeichnungen auswerten und analysieren – auch mithilfe von künstlicher Intelligenz.

Die Aufnahmen sollen zeigen, wo genau die verschiedenen Arten vorkommen. Einige bevorzugen dichte Vegetation, brüten auf der Wiese oder bodennah im Gebüsch, andere bauen ihre Nester hoch oben in den Wipfeln. „Den Turmfalken finden wir eher in offenem Gelände, denn hier kann er erfolgreich jagen“, erklärt Zurell. „Wir wollen verstehen, wie die verschiedenen Arten auf Umweltfaktoren reagieren, wie sie in neue Lebensräume einwandern oder aus angestammten verschwinden.“ Letztlich geht es auch um die Frage, was für das Überleben der einzelnen Arten notwendig ist.

Die Aufnahmen im Park sind der Auftakt für langfristige Messungen und sollen automatisierte Monitoringmethoden erproben, die dann auch an anderen Orten eingesetzt werden können. In der Zukunft sollen Wildkameras zusätzlich Bilder von den wilden Bewohnern des Parks beisteuern. Und auch für die ökologische Forschungsstation im brandenburgischen Gülpe hat sie Pläne und Wünsche: „Wir haben die Idee, die Station mit einem Sensornetzwerk – einer „Wetterstation für die Artenvielfalt“ – auszustatten“, sagt Zurell, die dabei auf Unterstützung von weiteren Arbeitsgruppen vor Ort hofft. Neben Vögeln sollen Insekten, Fledermäuse und Kleinsäuger mit Tonaufnahmen und Fotofallen beobachtet werden. Erst ein Langzeitmonitoring über mehrere Jahre und Jahrzehnte hinweg kann zeigen, ob sich die Lebensgemeinschaften verändern und wo die Ursachen dafür liegen.

Modelle ermöglichen den Blick in die Zukunft

Die Vogelstimmen liefern nun die ersten Daten, mit denen das Zusammenspiel von Arten und Umwelt mithilfe von mathematischen Modellen untersucht wird. „Zuerst filtern wir tiefe Frequenzen wie Autolärm und andere Hintergrundgeräusche raus“, beschreibt Jette Reeg das Prozedere. Die ModelliererIn und ProgrammiererIn wertet die Aufnahmen anschließend mit zwei Programmen aus, die vom Museum für Naturkunde Berlin und der Cornell University in den USA entwickelt wurden und auf selbstlernenden Algorithmen beruhen. Beide Apps sind darauf trainiert, aus den verschiedenen Vogelstimmen die richtigen Arten zu erkennen. Ihre Leistungen werden mit Trainingsdaten weiter optimiert. Die Artenlisten werden zusammen mit Informationen zu verschiedenen Umweltfaktoren – etwa Vegetationsdichte und -struktur, Klima oder Landnutzung – in Computermodelle eingespeist.

Wie schnell besiedeln Arten neue Lebensräume? Wann kann sich eine Art etablieren und überlebensfähige Populationen bilden? Warum verändern sich Lebensgemeinschaften und warum profitieren einige Arten, während andere aussterben? All diese Fragen können mithilfe der Modelle untersucht werden. Auch Vorhersagen für die Zukunft – etwa wie gut sich ein Wolfsrudel in einem bestimmten Gebiet vermehren kann – sind möglich. In den vergangenen fünf Jahren hat Damaris Zurell die Emmy-Noether-Nachwuchsgruppe BIOPIC geleitet, in der sie mit einer Doktorandin und zwei Postdocs daran gearbeitet hat, diese Modelle zu verbessern.

„Vor dem Hintergrund der Biodiversitätskrise brauchen wir verlässlichere Modellwerkzeuge, um zu-

Prof. Damaris Zurell



DIE FORSCHERINNEN

Prof. Dr. Damaris Zurell studierte Geoökologie an der Universität Potsdam und ist seit 2020 Professorin für Ökologie/Makroökologie. Sie erforscht Biodiversitätsdynamiken und -veränderungen mithilfe von Modellen und Datenanalysen.

✉ damaris.zurell@uni-potsdam.de

Dr. Jette Reeg



Dr. Jette Reeg studierte Biowissenschaften sowie Ökologie, Evolution und Naturschutz an der Universität Potsdam. Seit 2021 ist sie Ökologische ModelliererIn und wissenschaftliche ProgrammiererIn in der Arbeitsgruppe Ökologie/Makroökologie.

✉ jette.reeg@uni-potsdam.de

künftige Dynamiken besser vorherzusagen und auch das Aussterberisiko besser berechnen zu können“, erklärt die Forscherin. Das Schwinden der Arten in Zahlen zu gießen – das sei wichtig, um die notwendigen politischen Maßnahmen für ihren Schutz anzustoßen und mit Argumenten zu untermauern.

Frühwarnsystem für gefährdete Arten

In der Biodiversitätsforschung greift man bisher vor allem auf sogenannte statische Modelle zurück, die eine Momentaufnahme der Umweltbedingungen eines bestimmten Gebietes wiedergeben. Damit lässt sich berechnen, für welche Arten diese Gebiete einen Lebensraum bieten, in dem sie sich ernähren und fortpflanzen können. „Wir können potenzielle Verbreitungsgebiete bestimmen und auch untersuchen, wie sich diese Gebiete in Zukunft verändern und ob sie dann immer noch für bestimmte Arten geeignet wären“, erklärt Damaris Zurell. „Was wir dabei aber komplett ignorieren, sind Fragen, wie die Arten überhaupt in diese Gebiete gelangen, wie sie mit anderen Arten interagieren oder ob sie sich sogar an neue Bedingungen anpassen können.“ Gerade mit Blick auf den Klimawandel sind diese Fragen aber entscheidend. Denn die Verbreitungsgebiete verschieben sich mit zunehmender Geschwindigkeit und zwingen viele Tiere und Pflanzen zum Ortswechsel.

Das wird allerdings immer schwieriger. Eine Straße, ein Zaun oder ein Staudamm können für viele Arten unüberwindliche Hindernisse darstellen. Oft liegen potenziell nutzbare Lebensräume weit voneinander entfernt – als unerreichbare Inseln in einer intensiv durch den Menschen genutzten Landschaft. Dynamische Modelle greifen diese Informationen auf und simulieren, wie sich die Organismen durch eine solche Landschaft bewegen, sich darin ausbreiten und vermehren. In verschiedenen Szenarien können sie berechnen, ob eine Art in einem bestimmten Gebiet überlebensfähig ist. Künftig sollen diese Vorhersagen auch als eine Art Frühwarnsystem genutzt werden, um gefährdete Arten rechtzeitig und gezielt zu schützen.

„Über typische Ausbreitungsdistancen und -mechanismen von Vögeln und anderen Arten haben wir recht wenige Daten“, erklärt Damaris Zurell. Größe, Gewicht und Flügelform entscheiden darüber, wie weit Vögel fliegen können. „Aber für ihre Ausbreitung entscheidend ist nicht die maximale Flugdistanz, die bei Zugvögeln sogar enorm groß ist, sondern die Distanz, die sie zwischen ihrem Geburtsort und dem nächsten Neststandort zurücklegen.“ Ein Vogel, der Tausende Kilometer weit fliegt, um von seinem Überwinterungs- ins Brutgebiet zu kommen, hat dort möglicherweise nur einen sehr kleinen nutzbaren Lebensraum. Wenn dieser verschwindet, ist die Fortpflanzung und damit die Population in Gefahr.



Wiedehopf in der
Döberitzer Heide

Arten müssen neu angesiedelt und Lebensräume wiederhergestellt werden

Um die Modelle gut trainieren und nutzen zu können, benötigen Forscherinnen und Forscher wie Damaris Zurell und Jette Reeg jede Menge Daten über Landschaften, Umweltbedingungen, das Anpassungsvermögen einzelner Arten, ihr Verhalten, ihre Populationsdynamik und die Interaktion mit anderen Arten. Nationale und internationale Monitoringprogramme liefern viele der dafür notwendigen Informationen. Dennoch können die Modelle diese Daten nicht so einfach verarbeiten. „Die Daten sind oft sehr bunt und heterogen, weil sie unterschiedlich erhoben werden“, sagt Damaris Zurell. Das bedarf dann wiederum viel statistischen Geschicks, um die Modelle mit diesen Daten zu füttern. Um die Messverfahren zu vereinheitlichen, wünscht sie sich standardisierte, regelmäßige Monitoringprogramme und eine noch bessere globale Vernetzung in der Wissenschaft, damit alle notwendigen Informationen besser untereinander ausgetauscht und analysiert werden können. Denn das Artensterben ist ein globales Problem, das „gemeinsam bearbeitet“ werden muss.


Um den Verlust der Biodiversität aufzuhalten, reicht es nicht aus, einzelne Arten unter Schutz zu stellen, betont die Wissenschaftlerin. „Viele Gebiete müssen in einen natürlichen Zustand zurückgeführt, Arten neu angesiedelt werden“, erklärt sie. Das ist auch das große Ziel der Vereinten Nationen, die 2021 die Dekade der Wiederherstellung von Ökosystemen ausgerufen haben. Bis 2030 sollen weltweit möglichst viele degradierte Ökosysteme renaturiert und Lebensräume wiederhergestellt werden – zum Schutz der biologischen Vielfalt und der menschlichen Lebensgrundlagen. Wie diese Renaturierung am erfolgversprechendsten vonstatten gehen kann – auch das ist Gegenstand der Forschung und ökologischen Modellierung.

HEIKE KAMPE



„WIR ERKENNEN AN, DASS TIERE INDIVIDUEN SIND“

AN DER UNIVERSITÄT POTSDAM
UNTERSUCHEN FORSCHENDE
DIE PERSÖNLICHKEITEN
WILDLEBENDER TIERE



Jana Anja Eccard kennt ihre Mäuse gut. Seit 27 Jahren erforscht sie das Verhalten der kleinen Nagetiere in zahlreichen Experimenten, sowohl im Labor als auch in ihrem natürlichen Lebensraum. Besonders interessieren sich die Professorin und ihr Team der AG Tierökologie für die Unterschiede zwischen den Individuen einer Art, für Tierpersönlichkeiten. Ein Ansatz, der in der Ökologie immer noch neu ist. „Die Ökologie hat lange Zeit mit den durchschnittlichen Merkmalen von Arten gearbeitet“, erklärt die Wissenschaftlerin. „Individualität war eher ein störendes Hintergrundrauschen. Wir erkennen an, dass Tiere Individuen sind, und richten unsere Forschungsfragen bewusst danach aus.“

In den letzten Jahren sind die Forschenden noch einen Schritt weitergegangen. Eccard und ihre wissenschaftliche Mitarbeiterin Dr. Valeria Mazza nehmen nun individuelle Unterschiede bei wildlebenden Populationen ins Visier – auch das ist Pionierarbeit. Die jedoch dringend nötig ist, hatten Tests im Labor bisher doch die ökologische Bedeutung der Verhaltensvariation kaum

einbezogen. „Wir versuchen zunehmend, mit wilden Tieren zu arbeiten“, sagt Eccard. „Es ist wichtig zu verstehen, wie sie mit den Veränderungen in der Welt umgehen. Wie etwa Verstädterung, Eingriffe in Landschaften, Klimaveränderungen, neue Arten, die einwandern – für all das ist die individuelle Merkmalskombination wichtig. Manche Teile von Populationen werden sich daran besser anpassen können als andere und wir würden gerne verstehen, warum.“

Doch was sind überhaupt Persönlichkeiten in der Welt der Mäuse? Die Forscherinnen arbeiten mit Verhaltensmerkmalen, die an das Konzept von fünf Persönlichkeitseigenschaften in der Psychologie angelehnt und für jede Art spezifisch sind. Sie unterscheiden aktive und zurückhaltende Mäuse, ängstliche und mutige, aggressive und friedliche, explorative und weniger neugierige sowie Individuen, die die Nähe ihrer Artgenossen suchen, und solche, die sie eher meiden. „Nur, weil Tiere zu einer bestimmten Art gehören, heißt das nicht, dass sie alle gleich auf Reize reagieren“, sagt Valeria Mazza.

Invasion auf Irland

Jana Anja Eccard und Valeria Mazza schauen sich dafür in ihren Forschungsprojekten das Verhalten wildlebender Wühlmäuse an, und zwar sowohl von gebietsansässigen als auch von expandierenden Po-

pulationen. Im Sommer 2019 hatten die Forscherinnen die einmalige Gelegenheit, eine laufende biologische Invasion einer Nagetierart zu beobachten: „Wir haben eine unserer Lieblingsarten in Mitteleuropa, die Rötelmaus, bei ihrer Expansion auf einer Insel, nämlich Irland, untersucht. So eine Chance bietet sich uns Tierökologinnen nur selten“, sagt Eccard. Denn die meisten Invasionen von Säugetieren, wie den Ratten oder Hausmäusen, seien bereits abgeschlossen. Die Erkenntnisse der Forscherinnen über das Verhalten der sich in Irland ausbreitenden Rötelmäuse sind für die Invasionsbiologie daher von großer Bedeutung. Die Art ist vor 100 Jahren eingeschleppt worden und blieb bis in die 1950er Jahre unbemerkt. Sie breitet sich mit ein bis zwei Kilometer pro Jahr aus und hat jetzt schätzungsweise knapp die Hälfte Irlands besiedelt. Eccard und Mazza verglichen für ihre Forschung die Population am Rande der Ausbreitungszone in der Mitte der Insel mit der Population im Ursprung der Ausbreitung in Westirland – also dem Gebiet, in dem sie vor 100 Jahren angekommen waren.

Die Experimente auf der Insel waren aufwendig, doch die Forscherinnen konnten auf ihre langjährige Erfahrung mit Verhaltensversuchen zurückgreifen. In Zusammenarbeit mit dem Trinity College in Dublin stellten die Forscherinnen rund um ein Zelt Fallen auf. Alle darin gefangenen Tiere absolvierten im Zeltinneren eine Reihe von Tests. Drei Tage lang und dann noch einmal drei Wochen später durchliefen die insgesamt 200 Rötelmäuse die Experimente, die meisten von ihnen mehrmals. Denn den Persönlichkeitsindex eines Tieres können die Ökologinnen nur durch Testserien berechnen. „Persönlichkeit ist durch Konstanz in verschiedenen Zusammenhängen sowie Konstanz durch die Zeit definiert, sodass Verhaltenseigenschaften sich also in unterschiedlichen Kontexten und über

kurze Zeit nicht verändern“, erklärt die Wissenschaftlerin. „Jedes Mal, wenn wir die Mäuse fangen, fragen wir sie erneut: Gehörst du noch zu den Mutigsten? Zählst du immer noch zu den wenig aktiven Tieren?“

Zuerst machten die Wühlmäuse bei einem Hell-Dunkel-Test mit, der ihre Risikofreude erfassen sollte: Wie viel Zeit nimmt sich das Tier, um aus der sicheren, dunklen Falle in eine helle, offene Arena zu gehen? Im zweiten Test beobachteten die Wissenschaftlerinnen, wie sich die Maus in der Arena, die einen Durchmesser von 1,20 Meter hat, verhält. Geht sie vorsichtig an der Wand entlang oder läuft sie mutig durch die Mitte und exponiert sich damit gegenüber Fressfeinden? Beim dritten Test wurden die Tiere über ein einfaches Labyrinth freigelassen: Es gab mehrere mögliche Ausgänge – einer führte in die Freiheit, die anderen waren verschlossen. Hier untersuchten die Forscherinnen eine Kombination aus Orientierung, Sicherheitsbedürfnis und Flexibilität.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Mäuse am Rande der Ausbreitungszone sehr viel vorsichtiger und auch sehr viel flexibler sind als im Zentrum, wo die Tiere eher mutig und unflexibel in ihrer Verhaltensantwort waren. „Wenn es darum ging, unbekanntes Terrain zu erkunden, waren die Wühlmäuse am Rande der Ausbreitung langsamer und vorsichtiger“, sagt Valeria Mazza. „Sie sind sogar beim Sprung aus dem Labyrinth ins eigene Habitat vorsichtig gewesen“, ergänzt Eccard. Dies sei auch in den Experimenten ähnlich gewesen, an denen die Mäuse vor der Freilassung teilgenommen hatten. „Unsere vorsichtigen Kandidaten an der Kante der Ausbreitung besuchten immer wieder denselben Ort. Anfangs dachten wir, sie machten ‚Fehler‘, weil sie schon in den Behältern gewesen waren und wussten, dass es keinen Ausweg gab. Doch dann kamen wir darauf, dass sie alles gründlicher prüfen, bevor sie eine Entscheidung treffen.“ Schließlich haben sie es im Vergleich zu den ansässigen Populationen mit viel mehr unbekanntem Gefahren zu tun.

Vorsicht als Lebensversicherung

Eccard erklärt das Verhalten durch die unterschiedlichen „Selektionsdrücke“ während der Expansion: Während es in einem etablierten Gebiet um Konkurrenz mit Artgenossen gehe, komme es an der Ausbreitungsgrenze darauf an, in der Umwelt und gegenüber anderen Arten erfolgreich zu sein und vielleicht ein neues Territorium zu besetzen. „Die Fähigkeit, sich an die natürlichen Gegebenheiten anzupassen, ist für das Erkunden neuer Räume ganz wesentlich. Wir waren davon ausgegangen, dass Expansion etwas mit Mut zu tun hat – das war wohl eine ziemlich anthropozentrische Perspektive. Wahrscheinlich geht es vielmehr darum, nicht gefressen zu werden.“ Denn die Forscherinnen vermuten, dass es gerade die Vorsicht



DIE FORSCHERINNEN

Prof. Dr. Jana Anja Eccard studierte Biologie und Soziologie. Seit 2008 ist sie Professorin für Tierökologie und Humanbiologie an der Universität Potsdam.

✉ jana.eccard@uni-potsdam.de



Dr. Valeria Mazza studierte Biologie in Turin und Florenz (Italien). Seit 2020 ist sie Wissenschaftliche Mitarbeiterin der AG Tierökologie an der Universität Potsdam.

✉ valeria.mazza.ii@uni-potsdam.de



der Nagetiere ist, die ihnen in unbekanntem Habitats zugutekommt: „Nager sind unglaublich erfolgreiche Kolonisierer“, so die Professorin. „Gleichzeitig haben sie viele Fressfeinde und Vorsicht ist da eine Lebensversicherung.“ Sobald die ganze Insel von den Wühlmäusen besiedelt sein wird, werden die Unterschiede zwischen dem Zentrum und der Ausbreitungskante langsam verschwinden. Ihre besondere Vorsicht und Flexibilität werden die Tiere am Rand nicht länger erfolgreich machen. „In weiteren 50 Jahren werden wir dieses Verhalten nicht mehr sehen“, sagt Eccard.

Das Team der AG Tierökologie arbeitet gerne mit nicht-invasiven Methoden wie Kamerafallen – und setzt auf die freiwillige Teilnahme der tierischen Probandinnen und Probanden. „Wir wollen, dass die Tiere selbstständig die Besuchsarene betreten und Probleme lösen.“ Denn bei Problemlösungsstrategien, einem Spezialgebiet von Valeria Mazza, finden sich starke Persönlichkeitsunterschiede. „Problemlösungstests sollen uns etwas über die Fähigkeit von Tieren verraten, neue Verhaltensweisen zu zeigen“, erklärt Mazza. Die Wissenschaftlerin spricht von „tierischer Innovationsfähigkeit“. Kognition, Persönlichkeit und Flexibilität sind wiederum entscheidend dafür, ob ein Tier die Fähigkeit hat, auf veränderte Bedingungen mit Verhaltensweisen zu reagieren, die die Forschung von einer Art bisher nicht kannte. „Diese Fähigkeit ist sehr hilfreich, wenn eine Art ihr angestammtes Gebiet verlässt“, so die Biologin. „Kognitive Flexibilität erlaubt es den Tieren, vor Ort zu entscheiden, was die beste Strategie ist, um den Herausforderungen der Umwelt zu begegnen.“ Besonders wichtig sei dies bei den plötzlichen Veränderungen, die Menschen verursachen. Weil Verhaltensinnovationen von Tieren in der Natur empirisch aber gar nicht so leicht zu untersuchen sind, setzen die Forscherinnen eine „Puzzle-Problemlösungsbox“ ein. Entwickelt wurde sie von Dr. Anja Guenther vom Max-Planck-Institut für Evolutionsbiologie, und zwar ursprünglich für Hausmäuse im Labor. Mazza und Eccard nutzen die Testbatterie inzwischen aber auch für Wildtiere. „Wenn wir uns kognitive Flexibilität ansehen wollen, reicht es nicht, nur zu schauen, was unter Laborbedingungen geschieht“, erklärt Valeria Mazza.

Die Forscherinnen arbeiteten mit Tieren in Berlin, Potsdam, Gülpe und in der Uckermark – hatten also



Verhaltensexperiment mit freilebenden Wühlmäusen

sehr unterschiedliche Verstärkungsgrade in der Region im Blick. Außerdem waren mit der Brandmaus, der Gelbhalsmaus und der Feldmaus verschiedene Arten darunter. Zunächst trainierten sie die Mäuse, die bereit waren am Versuch teilzunehmen, an einem Ort eine Belohnung in Form eines Mehlwurms abzuholen. Dann wurde diese Belohnung in der Puzzle-Box versteckt, zum Beispiel in einer Petrischale. Manche Behältnisse waren auf drei, manche auf zwei, andere nur noch auf eine einzige Art zu öffnen – zum Beispiel konnte der Deckel einer Petrischale nur mit den Zähnen oder Pfoten hochgehoben werden. „Wenn man die Zeit stoppt und guckt, wie viele Wege probiert werden, zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Populationen“, sagt Eccard. „Wir konnten zeigen, dass Kleinsäuger in der Stadt ein Problem sehr viel häufiger lösen können als ihre Artgenossen auf dem Land. Doch wenn sie es nicht schaffen, geben sie schneller auf.“ Die Ergebnisse sind bei den unterschiedlichen Arten übrigens ähnlich.

Die Erkenntnisse der Wissenschaftlerinnen finden auch Eingang in Computermodelle, mit denen Biologinnen und Biologen an der Universität Potsdam und weit darüber hinaus mehr über den Umgang von Arten mit ökologischen Veränderungen erfahren wollen. „Die Kolleginnen und Kollegen nutzen unsere empirischen Daten, um mit Computersimulationen zum Beispiel die Zusammensetzungen von Populationen vorhersagen können.“

DR. JANA SCHOLZ



➔ Der ausführliche Artikel

KIPPPUNKTE in Savannen verstehen

Die Ökologin Prof. Anja Linstädter erforscht, wie der Mensch die Entwicklung von afrikanischen Savannen und Grasländern beeinflusst

Seit September 2020 ist Anja Linstädter Professorin für Biodiversitätsforschung und Spezielle Botanik an der Universität Potsdam und leitet den Botanischen Garten. Mit ihrer Arbeitsgruppe erforscht die Ökologin Mechanismen zum Erhalt der biologischen Vielfalt und zu ihrer Beeinträchtigung durch den globalen Wandel. Ein Schwerpunkt ihrer aktuellen Forschung sind Trockengebiete im südlichen Afrika.

„Weite Teile Afrikas liegen in Gegenden, die geprägt sind von langen Trockenzeiten und ein bis zwei kurzen Regenzeiten im Jahr. In diesen Trockengebieten leben noch sehr viele Menschen als Viehzüchter und Kleinbauern. Diese sind ganz besonders vom Klimawandel und den Folgen einer Wüstenbildung betroffen“, sagt Anja Linstädter. „Wenn Weideflächen stark übernutzt werden, können sie – zum Beispiel infolge einer Dürre – plötzlich kollabieren oder ‚umkippen‘. Futtergräser gehen dann dauerhaft verloren und zurück bleibt nackter, karger Boden.“ Die Wüstenbildung ist beispielsweise in Namibia, einem der trockensten

DAS PROJEKT

NamTip: Desertifikations-Kipppunkte verstehen und bewältigen – eine namibische Perspektive

Beteiligt: Universitäten Potsdam, Bonn, Tübingen, Köln, UFZ – Helmholtz Zentrum für Umweltforschung, ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung, University of Namibia, Namibia University of Science and Technology, EduVentures Trust, Agri-Ecological Services, Namibia

Förderung: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in der Fördermaßnahme „Kipppunkte, Dynamik und Wechselwirkungen von sozialen und ökologischen Systemen (BioTip)“ im Kontext des Rahmenprogramms Forschung für Nachhaltige Entwicklung (FONA)

Laufzeit: 2019–2023

 www.namtip.uni-bonn.de

Länder der Erde, ein drängendes Problem. Hier setzt das Verbundprojekt „NamTip“ an, das ökologische Kippunkte der Wüstenbildung (Desertification Tipping Points) untersucht. Als ökologischen Kippunkt bezeichnet man einen bestimmten Zeitpunkt, ab dem eine Entwicklung in einem Ökosystem hin zu einem neuen Systemzustand nicht mehr aufzuhalten ist. „Aufgrund der komplexen Wechselwirkungen von Natur und Gesellschaft sind diese Kippunkte noch nicht gut verstanden – häufig kommen sie als unangenehme Überraschung. Wenn wir dieses Phänomen jedoch nicht verstehen, können wir keine geeigneten Maßnahmen ergreifen, um es zu vermeiden“, erklärt Linstädter.

Diversität der Kulturen und des Wissens

Das NamTip-Projekt bringt seit 2019 Expertinnen und Experten aus vielen Bereichen zusammen. Neben deutschen und namibischen Forschenden aus den Natur- und Sozialwissenschaften sind es Fachleute aus dem Weidemanagement, der Politik, Pädagogik und Kommunikation, die jeweils einen Teil des fächerübergreifenden Puzzles liefern. „Diversität spielt in unserem Projekt eine große Rolle“, sagt Anja Linstädter. „Wir ergänzen uns und arbeiten auf Augenhöhe mit unseren wissenschaftlichen Kolleginnen und Kollegen vor Ort zusammen.“ So haben die namibischen Ökologinnen und Ökologen eine viel bessere Kenntnis der Artenvielfalt und der langfristigen Dynamiken in den Savannen. „In Befragungen der Menschen vor Ort stellen wir fest, dass ihr Wissen oft komplementär ist zu unseren Kenntnissen als Ökologen“, sagt sie und ergänzt: „Dieses lokale Wissen ist eine unschätzbare Ressource zum Verständnis ökologischer Kippunkte und zum Erhalt der Biodiversität.“ Die Berücksichtigung des vielseitigen Know-hows bildet daher eine wichtige Säule des NamTip-Projekts.

Ein Freilandexperiment simuliert die Wüstenbildung

Zur Erforschung der ökologischen Kippunkte kombinieren die Ökologen und Bodenwissenschaftler des Projekts zudem verschiedene Forschungsansätze: So erhebt ein neu angelegtes Freilandexperiment Daten zum Zustand der Vegetation und des Bodens. Dafür werden Weideflächen durch die Kombination von experimenteller Dürre und Überweidung gezielt in die Wüstenbildung getrieben. „Wir können also direkt beobachten, welche Prozesse dabei im Ökosystem ablaufen“, sagt Linstädter. „Wir vermuten einen Domino-Effekt – dass es also nicht den einen großen Kippunkt gibt, sondern eher eine Kaskade von vielen kleinen Kippunkten. Im ersten Jahr des Experi-



DIE FORSCHERIN

Prof. Dr. Anja Linstädter studierte Biologie in Hamburg und promovierte in Cambridge und Köln. Seit 2020 ist sie Professorin für Biodiversitätsforschung und Spezielle

Botanik an der Universität Potsdam und Direktorin des Botanischen Gartens.

✉ anja.linstaedter@uni-potsdam.de

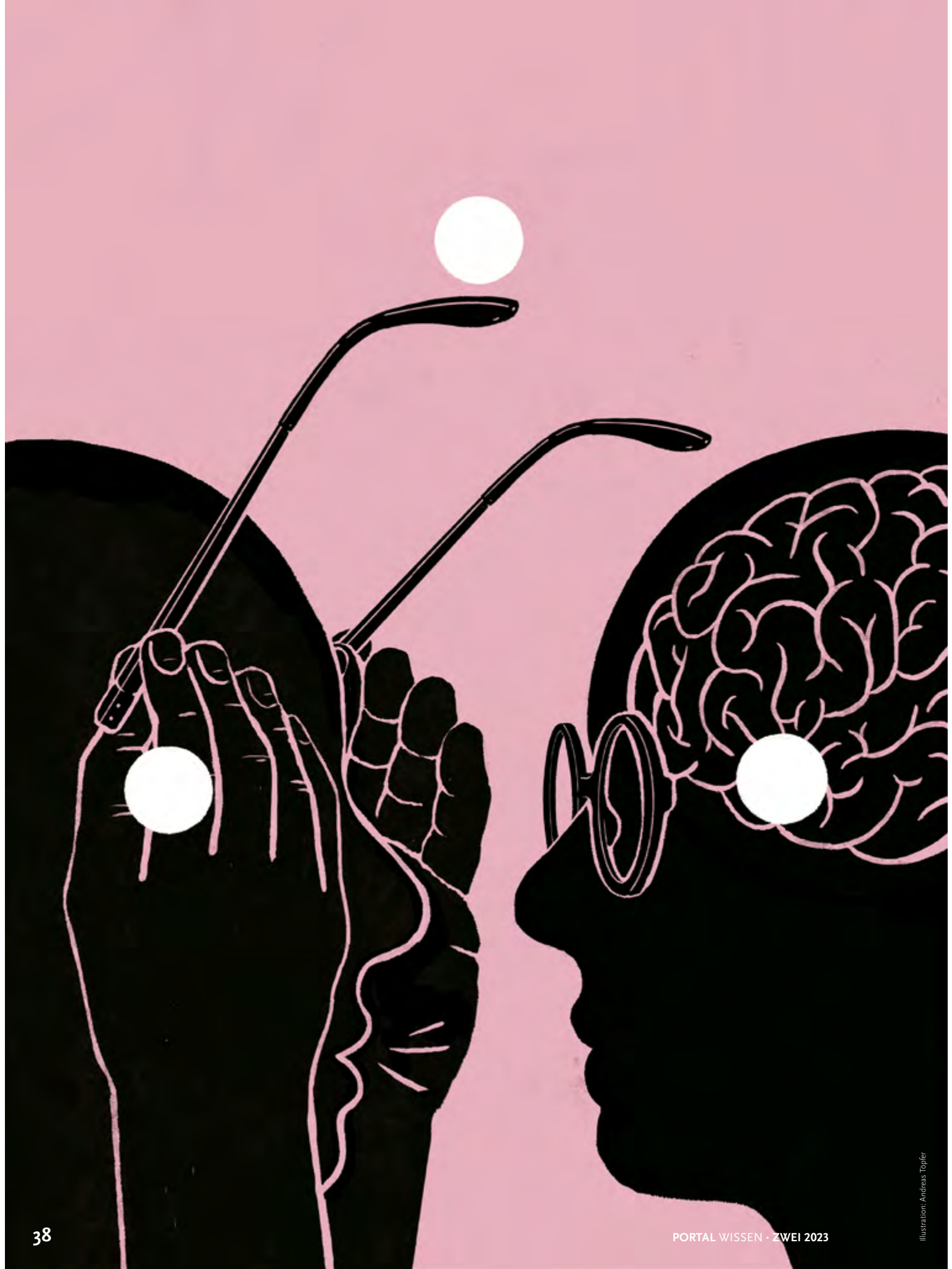
ments konnten wir bereits beobachten, dass die ausdauernden Gräser besonders dann unter der Dürre leiden, wenn sie gleichzeitig stark beweidet werden.“ Insgesamt kommen die Savannengräser mit einem einzelnen Dürrejahr sehr gut klar – eigentlich auch nicht überraschend, schließlich sind solche Ereignisse in einem Trockengebiet nichts Ungewöhnliches. Kontinuierliche Messungen der Bodenfeuchte bis zu einer Tiefe von einem Meter haben gezeigt, dass es im ersten Dürrejahr offenbar noch Wasservorräte in den tieferen Bodenschichten gibt, auf die die Gräser zugreifen können. Aufgrund des Klimawandels werden jedoch starke und lang andauernde Dürren – wie im Experiment simuliert – immer wahrscheinlicher. Anja Linstädter vermutet, dass eine Kombination von Überweidung mit solchen schweren Dürren die natürliche Widerstandsfähigkeit der Gräser übersteigt. „Anschließend können sich selbst verstärkende Prozesse wie eine Veränderung des Kleinklimas und der Bodeneigenschaften dazu führen, dass die Gräser dauerhaft verschwinden.“

In der zweiten Phase von NamTip, die seit 2023 läuft, wollen die Forschenden die Ergebnisse aus ihrem Kippunkt-Experiment auswerten. „Richtig dramatisch wird es ja erst dann, wenn das Ökosystem tatsächlich ‚kippt‘“, sagt die Wissenschaftlerin. Darauf aufbauend wollen sie Handlungsempfehlungen ausarbeiten, wie sich verhindern lässt, dass es zur großflächigen Wüstenbildung kommt. Aber auch Experimente zur Regeneration bereits ‚gekippter‘ Flächen stehen auf der Agenda, so die Ökologin. Aus dieser Forschungsphase erwartet das Team den höchsten wissenschaftlichen Ertrag.

DR. STEFANIE MIKULLA



➔ [Der ausführliche Artikel](#)



„Jetzt ist der richtige Zeitpunkt und hier ist der richtige Ort“

In den Potsdamer Kognitionswissenschaften arbeiten Forschende verschiedener Disziplinen seit vielen Jahren erfolgreich zusammen

Die Kognitionswissenschaften befassen sich mit den informationsverarbeitenden Prozessen und Strukturen eines intelligenten Systems – seien es Menschen, seien es Maschinen. In Potsdam ist das Fach, in dem Forschende der Humanwissenschaftlichen und der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät zusammenarbeiten, schon seit den 1990er Jahren ein wichtiger Forschungsschwerpunkt. Die Entwicklungspsychologin Prof. Dr. Birgit Elsner, der Kognitionspsychologe Prof. Dr. Ralf Engbert und der Computerlinguist Prof. Dr. David Schlangen haben den Antrag für ein Exzellenzcluster an der Universität Potsdam erarbeitet. Im Interview sprechen die Forschenden darüber, was die Potsdamer Kognitionswissenschaften einzigartig macht, warum es so wichtig ist, die Informationsverarbeitung und das Verhalten von Menschen als dynamische Prozesse zu begreifen und weshalb jetzt der richtige Zeitpunkt für ein Exzellenzcluster ist.

Was macht die Potsdamer Kognitionswissenschaften aus?

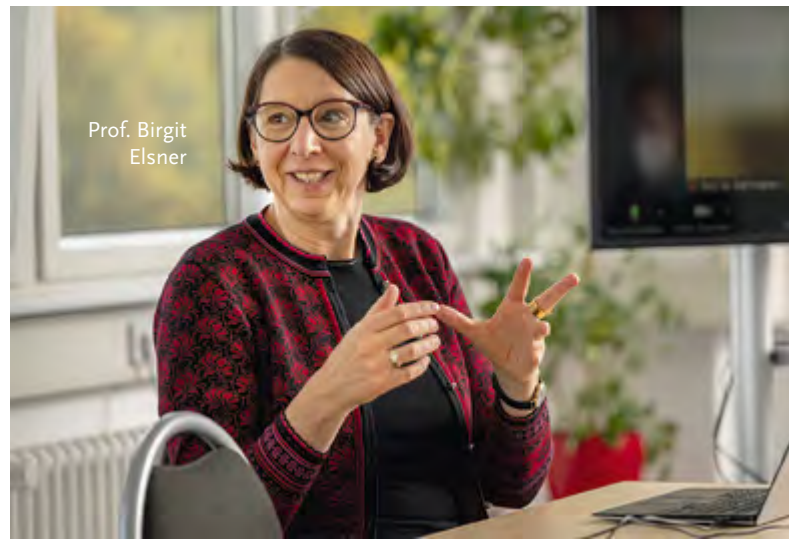
Ralf Engbert: Eine Besonderheit ist, dass es interdisziplinäre kognitionswissenschaftliche Forschungsprojekte an der Universität Potsdam seit ihren Grün-

dungsjahren gibt. Wir können auf eine lange Zusammenarbeit von Psychologie und Linguistik auf der einen sowie Mathematik, Physik und Informatik auf der anderen Seite zurückblicken. Dadurch haben wir ein sehr gutes gegenseitiges Verständnis für die Sichtweisen in anderen Fächern entwickelt – und es fällt natürlich leichter, gemeinsam neue Forschungsinitiativen zu entwickeln. Außerdem sind über die zahlreichen Labore in den unterschiedlichen Arbeitsgruppen viele Verknüpfungen und ein reger Methodenaustausch entstanden. So ist es sicherlich ungewöhnlich, dass das BabyLAB mit Entwicklungspsychologie und Spracherwerbsforschung die traditionelle Unterscheidung zwischen Psychologie und Linguistik aufgebrochen hat. Nicht zuletzt haben die Kognitionswissenschaften in der langjährigen Kooperation mit den Naturwissenschaften sehr gute Forschungsmethoden entwickelt. Sichtbar wird das bei Initiativen wie der von Prof. Shravan Vasishth ins Leben gerufenen Summer School „Statistical Methods for Linguistics and Psychology“, die jährlich internationale junge Forscherinnen und Forscher nach Potsdam zieht.

Birgit Elsner: Diese fachübergreifende Forschungstradition der Potsdamer Kognitionswissenschaften ist tatsächlich einzigartig. Daraus sind viele Publikationen und groß angelegte interdisziplinäre Forschungs-



Prof. David Schlangen



Prof. Birgit Elsner



Prof. Ralf Engbert

projekte hervorgegangen, wie etwa der Sonderforschungsbereich (SFB) 1287 „Grenzen der Variabilität in der Sprache“ in der Linguistik. Auch im SFB 1294 „Datenassimilation“ gibt es zwei Projekte mit Beteiligung von Kolleginnen und Kollegen aus Psychologie und Linguistik.

David Schlangen: In den Kognitionswissenschaften wird seit langem eine strategische Berufungsstrategie verfolgt: Ziel ist es, die Departments so aufzustellen, dass die interdisziplinäre Zusammenarbeit möglich ist und bleibt.

Engbert: Mit einem guten Team gelingt es auch immer wieder, große Projekte einzuwerben. Und andersherum darf man nicht unterschätzen, dass ein SFB zum Beispiel ein extrem attraktives Umfeld für junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler schafft. Das ist ein selbstverstärkender Prozess, denn all das trägt zur Forschungsstärke bei.

Elsner: Nicht zuletzt macht die Vielfalt der verwendeten Methoden die Potsdamer Kognitionswissenschaften so erfolgreich.

DIE FORSCHENDEN

Prof. Dr. David Schlangen ist Professor für Grundlagen der Computerlinguistik und erforscht verbale und nonverbale Interaktionen zwischen menschlichen und künstlichen Agenten, unter anderem im Computerlinguistik-Labor der Universität Potsdam.

✉ david.schlangen@uni-potsdam.de

Prof. Dr. Birgit Elsner ist Professorin für Entwicklungspsychologie an der Universität Potsdam und leitet zusammen mit Prof. Dr. Barbara Höhle das Potsdamer BabyLAB, das die geistige Entwicklung und den Spracherwerb in den ersten Lebensjahren erforscht.

✉ birgit.elsner@uni-potsdam.de

Prof. Dr. Ralf Engbert ist Professor für Allgemeine und Biologische Psychologie an der Universität Potsdam und Experte für dynamische Systeme zur Modellierung kognitiver Prozesse sowie für Blickbewegungsmessungen im EyeLab.

✉ ralf.engbert@uni-potsdam.de

Können Sie das konkretisieren? Welche besonderen Untersuchungsmethoden, welche Labore machen Potsdam aus?

Elsner: Wir haben hier zum einen die klassischen Experimente, bei denen wir das Verhalten von Menschen beobachten. Im BabyLAB nutzen wir beispielsweise Videoaufnahmen, und hier und in anderen Laboren können wir pixelgenau im Bereich von Mil-

lisekunden messen, wie sich der Blick einer Person über einen Bildschirm bewegt. An der Uni Potsdam gibt es auch Labore, die auf Sprachwahrnehmung und -produktion spezialisiert sind und in denen etwa die muskulären Bewegungen der Zunge während des Sprechens erfasst werden. Zum anderen nehmen wir in neurophysiologischen Laboren körperliche Maße auf, die Aufschluss über unsere psychischen Zustände geben können: etwa den Hautwiderstand, der darauf hinweisen kann, ob jemand gerade aufgeregt ist. Nicht zuletzt können wir mit dem Elektroenzephalogramm (EEG) Gehirnaktivitäten aufzeichnen.

In Potsdam haben wir außerdem Expertinnen und Experten für die mathematische und Computermodellierung von kognitiven Prozessen. Damit gibt es hier ein breites Methodenrepertoire, um Fragen nach sprachlicher oder nichtsprachlicher Kognition beantworten zu können. Und wir haben auch die Bereitschaft, unsere Expertise zu teilen, um gemeinsame Forschungsprojekte anzuschließen.

Schlagen: Ungewöhnlich ist zum Beispiel auch unser Computerlinguistik-Labor, in dem wir Interaktionen mit humanoiden Robotern untersuchen. In Vorbereitung auf das Exzellenzcluster planen wir, Roboter in Versuchen aus der Psycholinguistik einzusetzen. Denn sie eignen sich sehr gut als extrem kontrollierbares Gegenüber. Prof. Audrey Bürki aus der Linguistik baut derzeit einen Fahr Simulator auf. Sie untersucht, wie viele kognitive Kapazitäten das Autofahren bindet und wie das die Sprachproduktion beeinflusst. Was das Eyetracking betrifft, ist Potsdam an der Spitze. Als Reinhold Kliegl die Blickbewegungsforschung an der Universität aufgebaut hat, war dies in Deutschland Pionierarbeit. Inzwischen wird diese von Ralf Engbert und anderen Forschenden fortgesetzt. Ich glaube, die Vielfalt an empirischen Methoden, die uns zur Verfügung stehen, ist ein Potsdamer Alleinstellungsmerkmal.

Elsner: Das Eyetracking wird in Potsdam seit langem in der Leseforschung eingesetzt, aber auch darüber hinaus. Im BabyLAB nutzen wir Blickbewegungsmessungen, um das Denken und den Spracherwerb von Säuglingen zu erforschen. Das ist eine überaus hilfreiche Methode, denn die Babys können sich ja nicht verbal äußern. Wir müssen über ihr Verhalten erschließen, was in ihrem Kopf vorgeht.

Engbert: In der Leseforschung schauen wir uns mithilfe von Eye Tracking und blickabhängigen Displays die Wortverarbeitung der Lesenden an. So kann man sehr präzise prüfen, wie weit die kognitive Verarbeitung einzelner Wörter fortgeschritten ist. Dabei lernt man sehr viel über Prozessmodelle der Blicksteuerung beim Lesen. Dieses Wissen lässt sich dann auch in anderen Bereichen einsetzen.

Schlagen: Zusammenfassend kann man sagen, dass wir in Potsdam sowohl die Apparaturen als auch die Expertinnen und Experten haben, die damit qualitativ hochwertige Daten erheben – sowohl wahrnehmbare Verhaltensäußerungen als auch „nur“ messbare Signale. Wenn der Computer beim Bewegungstracking misst, wie sich die Hände im dreidimensionalen Raum bewegen, oder wenn wir Menschen über einen langen Zeitraum mittels einer App befragen, wie ihr aktueller motivationaler Zustand ist, gewinnen wir zeitlich hochauflösende Daten – im Bereich von Millisekunden über Tage bis hin zu Jahren. Das Exzellenzcluster will sich der Herausforderung stellen, mithilfe modernster mathematischer und computationaler Methoden größere integrative Modelle auszuformen und auf diese Weise die Dynamik von Kognition und Verhalten zu erklären.

Sie haben gerade das Exzellenzcluster angesprochen, für das Sie in der neuen Runde der Exzellenzinitiative einen Antrag eingereicht haben. Wo sollen dessen Schwerpunkte liegen?

Elsner: Wir planen vier Forschungsbereiche. Da ist zum einen „Sprache und Kognition“ mit der etablierten langjährigen Forschungstradition in Psychologie und Linguistik. Hier soll unter anderem erforscht werden, wie die Verarbeitung und Produktion von Sprache von nichtsprachlichen Prozessen wie beispielsweise der Aufmerksamkeit mitbeeinflusst wird. Neben den beiden SFBs beruht dies auf der DFG-Forschungsgruppe 2253 zum Zusammenspiel von Sprache und Kognition in der frühkindlichen Entwicklung, die zudem in den zweiten Bereich „Entwicklung und Lernen“ hineingeht. Im Mittelpunkt stehen hier dynamische Veränderungen von Kognition, Sprache, Wissen und Fertigkeiten, die über das Leben hinweg, aber auch in kurzfristigen Lernprozessen entstehen. Im dritten Bereich „Motivation und Verhalten“ erforschen Kolleginnen und Kollegen aus den Sport- und Gesundheitswissenschaften die kognitiven Grundlagen von gesundheitsorientiertem Verhalten. Zum Beispiel, warum es oft schwer fällt, weniger Alkohol zu trinken oder mehr Sport zu treiben. Gleichzeitig wollen wir die Kooperation mit den Erziehungswissenschaften verstärken, um Lern- und Bildungsprozesse zu betrachten und herauszufinden, wie sich Menschen neue Kompetenzen aneignen.



➔ Weitere Artikel zu den Potsdamer Kognitionswissenschaften



Engbert: Die mathematische und computationale Modellierung bildet den vierten Bereich. Die statistische Modellierung war schon immer eine Stärke der Potsdamer Kognitionswissenschaften. In den letzten 20 bis 30 Jahren haben wir außerdem eine zunehmende Vielfalt an prozessorientierten Erklärungsansätzen gewonnen. Es gibt computerbasierte Modelle, die eher biologisch motiviert sind, solche, die eher auf kognitiven Theorien fußen, und Ansätze aus Mathematik und Informatik, wie das maschinelle Lernen, die wenige Vorannahmen über kognitive Prozesse machen. Im geplanten Exzellenzcluster wollen wir untersuchen, welchen Beitrag die verschiedenen Modellierungsansätze liefern können.

Was bedeutet das konkret? Welchen Fragen möchten Sie im Exzellenzcluster nachgehen?

Elsner: Weil kognitive Prozesse sehr dynamisch sind, brauchen wir mehr Forschung, die die Variation des Verhaltens über die Zeit hinweg untersucht. Bei einer Augenbewegung zum Beispiel entsteht in jeder Millisekunde ein Datenpunkt: So messen wir im BabyLAB, zu welchem Zeitpunkt die Kinder einen Punkt auf dem Bildschirm betrachten, der für unsere Forschungsfrage wichtig ist. Bei manchen Babys kommen die Augen schon nach 100 Millisekunden bei diesem Punkt an, bei manchen aber erst später. So berechnen wir für jedes Kind einen Zahlenwert, der das Blickverhalten zusammenfasst – die Daten werden „aggregiert“. Interessant wäre aber auch der Verlauf: Wo startet der Blick des Kindes? Und wenn das Kind länger braucht, welche anderen Punkte hat



es vielleicht länger angeschaut? Solche zeitlich hoch aufgelösten Daten können wir jetzt erfassen, aber wir benötigen auch entsprechende Auswertungsmethoden. Ziel des Exzellenzclusters soll es sein, dynamische Prozesse in Kognition und Verhalten zu untersuchen, und zwar in verschiedenen Zeitskalen, also im Millisekundenbereich, in dem sich unser Denken oder Augenbewegungen abspielen, ebenso wie über längere Zeiträume, wenn es um das Lernen oder den menschlichen Entwicklungsverlauf geht.

Engbert: Dynamische Systeme sind eine der Domänen von Mathematik und Physik. Deren Modellierungsmöglichkeiten möchten wir nutzen und mit der kognitionswissenschaftlichen Forschung zusammenbringen, um genauere Erklärungen zu erhalten, warum sich ein Prozess entfaltet. Wie wirken sich beispielsweise unterschiedliche Vorerfahrungen einer Person darauf aus, wie sie etwas kognitiv verarbeitet? Was die Sprachverarbeitung betrifft, liegen verschiedene Modelle vor, die einzelne Aspekte dieses Prozesses erklären. Was fehlt, sind Modelle, die die Verarbeitung in ihrer ganzen Komplexität darstellen. Ich glaube, nach einer Theorie zu suchen, die alles



Eyetracking-Experiment

erklärt, wäre vermessen. Aber wir wollen zumindest schauen, welche der vorhandenen Modelle am besten geeignet sind, um kognitive Prozesse ganzheitlicher zu erklären.

Schlangen: Die maschinelle Sprachverarbeitung ist ein weiteres anschauliches Beispiel für dynamische Prozesse. Die meisten Modelle für die heutigen Dialogsysteme, sei es in Form von Chatbots oder Sprachassistenten, gehen davon aus, dass eine gesprochene oder geschriebene Äußerung abgeschlossen vorliegen muss, bevor die Informationsverarbeitung beginnen kann. Ein Sprachassistent oder humanoider Roboter wartet also, bis zum Beispiel ein Satz vollständig ist. Das ist stark vereinfachend und unrealistisch, denn die menschliche Informationsverarbeitung, die Kognition, funktioniert kontinuierlich. Viele der bestehenden Modelle blenden diesen Zeitaspekt aus – und wir wollen ihn wieder einbringen. Wenn wir modellieren können, wie die Sprachverarbeitung Stück für Stück in der Zeit stattfindet, kann das die Qualität der Interaktion mit künstlichen Systemen verbessern. So können humanoide Roboter etwa Verhaltensweisen wie das Kopfnicken zeigen, noch während sie



Mobiler Eyetracker im Einsatz

zuhören und nicht erst, wenn wir eine Pause machen. Aber nicht nur das Sprechen, auch Lesen findet in der Zeit statt. Ein längerer Satz wird ja nicht mit einem Mal aufgenommen, sondern die Augen wandern über die einzelnen Wörter hinweg.

Elsner: Genau, das Gehirn nimmt einen Text nach und nach auf und nutzt dabei Vorerfahrungen, die abgerufen werden. Ich muss auch nicht jedes Wort lesen, weil ich bestimmte Äußerungen vorhersehen kann. Doch natürlich passiert es auch, dass solche Erwartungen nicht erfüllt werden. Und deswegen ist das Nachverfolgen dieser Prozesse so wichtig.

Warum ist Potsdam der richtige Ort für das kognitionswissenschaftliche Exzellenzcluster?

Engbert: Wir haben eine langjährige interdisziplinäre Erfahrung in der Erforschung von verschiedenen Aspekten der menschlichen Informationsverarbeitung. Mittlerweile gibt es sehr viele Kolleginnen und Kollegen an unserer Universität, die an strukturell ähnlichen Fragen arbeiten, sodass neue Querverbindungen entstehen. Das wird befördert durch ähnliche Messmethoden, neue inhaltliche Brücken und die zunehmende Verfügbarkeit von theoretischen Modellen. Wenn man nicht nebeneinander, sondern miteinander arbeitet, kann man sehr viel voneinander lernen.

Elsner: Man muss auch sagen, dass die Entscheidung der Universität, die Kognitionswissenschaften als Forschungsschwerpunkt zu fördern, jetzt Früchte trägt. In Deutschland wurde das mit großer Aufmerksam-

keit wahrgenommen. Dass die Hochschule unterstützende Strukturen geschaffen hat, um solche großen Forschungsinitiativen anzuschließen, ist ein wichtiger Baustein.

Schlangen: Die beiden SFBs, die kürzlich in die zweite Förderperiode verlängert wurden, haben gezeigt, dass wir sehr erfolgreich fachübergreifend zusammenarbeiten können. Nun können wir mit breiter Brust sagen: Wir trauen uns auch ein Exzellenzcluster zu! Die Voraussetzungen sind geschaffen. Der Antrag

ist ein natürlicher nächster Schritt, sozusagen die logische Konsequenz.

Elsner: Es sind verschiedene inhaltliche Linien und strukturelle Bedingungen, die für das, was wir vorhaben, nur an der Uni Potsdam so zusammenlaufen. Deswegen ist jetzt der richtige Zeitpunkt und hier der richtige Ort.

Wie binden Sie junge Forschende ein und fördern sie?

Schlangen: Neben der Förderung von Promovierenden und Postdocs planen wir Juniorforschungsgruppen mit einem hohen Maß an Selbstständigkeit und einem starken Mentoring-Angebot. Wir haben sehr gut funktionierende Studiengänge, wie den Bachelor Kognitionswissenschaften und die beiden internationalen Master „Cognitive Science – Embodied Cognition“ und „Cognitive Systems“. Wir können hier forschungsnahe Lehre anbieten und geeignete Personen für Promotionsstellen und daran anschließend für Postdoc-Stellen gewinnen. Auf der professoralen Ebene war uns die Altersstruktur wichtig, deshalb haben wir auch jüngere Kolleginnen und Kollegen eingebunden.

Engbert: Ein inhaltlicher Schwerpunkt soll es sein, den Promovierenden und Postdocs unsere innovativen Forschungsmethoden nahezubringen und sie in mathematischer und computationaler Modellierung sowie in der Kombination von Messmethoden zu schulen, also darin, Daten auf verschiedenen Verhal-



Im Computerlinguistik-Labor

► S. 62



Vorbereitung eines EEG-Experiments

► S. 66



Junger Proband ...

tensebenen zu erfassen. Wir möchten die Personen früh in die wissenschaftliche Selbstständigkeit führen und zugleich Diversität auf verschiedenen Ebenen umsetzen. Dafür bietet unser Bereich beste Voraussetzungen, denn die Psychologie und Linguistik sind stark weiblich besetzt, während der Modellierungsbereich noch immer eher eine männliche Domäne ist. Im Cluster streben wir an, Personen mit verschiedenem Geschlecht, Nationalität, sozialem Hintergrund oder körperlichen Fähigkeiten zusammenzubringen. Nicht nur auf der Ebene der Projektleitenden, da stehen wir schon sehr gut da, sondern auch bei den Forschenden auf anderen Stufen der wissenschaftlichen Karriere.

Schlangen: Wir planen nicht nur Sommerschulen, um unsere Modellierungsansätze zu vermitteln, sondern auch Open Educational Resources für Bildung und Ausbildung innerhalb und außerhalb der Universität.

Elsner: Um eine breitere Öffentlichkeit an unserer kognitionswissenschaftlichen Forschung teilhaben zu lassen, möchten wir Apps oder Gaming Tasks nutzen. Sie könnten Menschen motivieren, an Untersuchungen teilzunehmen und mehrmals täglich Auskunft über das eigene Empfinden oder Aspekte ihres Alltags zu geben, ohne extra ins Labor zu reisen. Für unsere Forschung zur Dynamik von Kognition und Verhalten brauchen wir viele Datenpunkte – die können wir sehr gut über Laborstudien und Online-Methoden erhalten. Unsere Initiative ist in der Grundlagenforschung ausgerichtet: Wir wollen beschreiben und erklären, wie intelligente Systeme Informationen verarbeiten und Verhalten produzieren; wie sich geistige



... im BabyLAB
► S. 48

Vorgänge abspielen. Aber dies ist auch wichtig für gesellschaftliche Ziele, denn auf dieser Basis könnten zum Beispiel Lern- und Förderprogramme oder Motivationshilfen für gesundheitsbezogenes Verhalten entwickelt werden.

DIE FRAGEN STELLTE DR. JANA SCHOLZ.

Der Augenblick dazwischen

Audrey Bürki untersucht kognitive Prozesse beim Sprechen

„Aber das ist doch ganz simpel. Wir denken an etwas und sagen es“, war die verblüffte Antwort von Audrey Bürkis Freundin aus der Schulzeit. Sie unterhielten sich darüber, woran die Wissenschaftlerin forscht – daran, was kognitiv „dazwischen“ passiert. „Wir reflektieren diesen mentalen Prozess selten, weil er so einfach erscheint. Wenn man aber auf Kinder und Erwachsene mit Sprachstörungen trifft, merkt man plötzlich, wie komplex die Tätigkeit ist“, erklärt die Linguistin die Herausforderung ihres Forschungsfeldes.

Die Forscherin ist Expertin für die Sprachproduktion. Mit ihrem Wissen ergänzt Audrey Bürki seit 2016 das Portfolio des Potsdamer Forschungsbereichs der Psycholinguistik, wo bisher vor allem das Verstehen von Gesprochenem im Fokus stand. Seit Anfang 2022 hat sie eine Heisenberg-Professur am Department für Linguistik inne, bis dahin leitete sie eine Nachwuchsgruppe. „Die Stelle war sehr attraktiv“, erinnert sich Audrey Bürki. Unter dem Dach der DFG-geförderten Nachwuchsgruppe konnte sie ein Team aufbauen, mit dem sie seitdem die Sprachproduktion ergründet. Als Professorin geht sie nun in mehreren Projekten den Prozessen auf den Grund, mit denen das Gehirn den Menschen zum Sprechen bringt. Vor allem inte-

Sprachlabor mit Fahrsimulator



ressiert sie sich dabei für Planungsprozesse, die sich nicht in den sprachlichen Äußerungen selbst verstecken – sondern eben dazwischen.

Sprachliches Multitasking beim Autofahren

Wie wir planen, was wir sagen, wird durch verschiedene Faktoren bestimmt. Auch kognitive Ressourcen beeinflussen das Sprechen. Um das genauer zu untersuchen, lässt die Wissenschaftlerin Probandinnen und Probanden gleichzeitig Autofahren und sprechen. Natürlich in einem sicheren Umfeld am Fahrsimulator! „Das Sprechen wird von nicht-sprachlichen Funktionen wie der Aufmerksamkeit oder dem Arbeitsgedächtnis beeinflusst“, erklärt Audrey Bürki. „Wir untersuchen, was passiert, wenn mehrere kognitive Prozesse gleichzeitig ablaufen. Wir vermuten, dass einer zugunsten des anderen beeinträchtigt wird. Ein Beispiel aus dem Alltag: Wenn Sie im Auto sitzen und Ihrem Sitznachbarn etwas erzählen, müssen Sie, wenn es nicht mehr nur geradeaus geht, aufhören zu sprechen oder können es weniger flüssig tun, weil das Fahren komplexer wird.“

Aktuell bereiten die Forschenden das Experiment vor, mit dem sie diese These belegen wollen. Die Simulationshardware im Labor steht bereits. Auf den ersten Blick unterscheidet sie sich nicht von einem Autorennspiel für den Computer: Lenkrad, Pedal und Monitor. „Das würde meinem Sohn gefallen“, schmunzelt Audrey Bürki. Sie und ihre Mitarbeiterin Pamela Fuhrmeister werden die Daten von deutschen Testpersonen sammeln, die während des Fahrens sprachliche Aufgaben lösen. Die Forscherinnen werden darauf achten, ob die Probandinnen und Probanden Fehler machen, sobald die Fahrsituation sie herausfordert. Sie wollen auf diesem Wege klären, inwieweit das Sprachproduktionssystem auf andere kognitive Ressourcen angewiesen ist. Parallel wird das Experiment in einem französischen Labor durchgeführt. „Der Vergleich beider Sprachen könnte den Weg für ein besseres Verständnis ihrer verschiedenen Planungsprozesse ebnen. Doch so weit sind wir noch nicht“, so die Professorin.

In ihrer Forschung geht Audrey Bürki aber künftig noch einen Schritt zurück: Bevor wir sprachlich planen können, brauchen wir das Material, aus dem wir das Gesagte zusammensetzen können. Alle Worte, die ein Mensch kennt, sind im sogenannten mentalen Lexikon gespeichert. Ein Ort, der die Wissenschaftlerin fasziniert. „Im mentalen Lexikon wird auch vermerkt, wie oft zwei Wörter zusammen vorkommen“, erklärt sie. Durch ihre Promotion wurde die Linguistin dafür sensibilisiert, wie häufig Worte kombiniert werden. „Das Gehirn verschlüsselt Informationen darüber, wie oft etwas vorkommt, und nutzt diese dann, um das



DIE FORSCHERIN

Prof. Dr. Audrey Bürki promovierte 2010 in Linguistik an der Universität Genf. Danach arbeitete sie als Postdoc an den Universitäten York, Genf und Marseille sowie als Dozentin für

Methodik und Datenanalyse in Genf. 2016 kam sie als Nachwuchsgruppenleiterin nach Potsdam. Seit 2022 ist sie Professorin für Psycho- und neurolinguistische Grundlagen der Sprachproduktion.

✉ audrey.buerki.foschini@uni-potsdam.de

Sprachsystem effizienter zu machen.“ Bisher wurde dieses Phänomen aber nur für einzelne Worte genauer untersucht. Audrey Bürki plant, dies auf ganze Äußerungen auszuweiten.

In der Zukunft will sie ein Computermodell entwickeln, das nachvollzieht, wie das Sprachsystem dabei arbeitet. Es soll Vorhersagen darüber treffen, wie schnell das Gehirn eine Wortkombination für die Sprachproduktion vorbereiten kann. Diese werden dann in Experimenten getestet: Probandinnen und Probanden müssen wiederholt Bilder mit einer Adjektiv-Substantiv-Wortgruppe beschreiben. „Angenommen, die Formulierung ‚schwarzer Hund‘ kommt häufiger vor als ‚brauner Hund‘, dann dürfte es weniger Zeit brauchen, um ‚schwarzer Hund‘ zu sagen. Es wird leichter, schnell darauf zuzugreifen“, vermutet Audrey Bürki.

Von der Praxis in die Forschung

Den Weg in die Linguistik hat die Forscherin übrigens über ihre Arbeit als Logopädin gefunden. Neun Jahre lang therapierte die gebürtige Schweizerin Menschen mit Sprachproblemen, ehe sie noch ein Studium an der Universität Neuchâtel aufnahm. „Durch die Arbeit mit Patientinnen und Patienten wurde mir klar, was wir über die Sprachproduktion alles noch nicht wissen. Ich wollte zu einem besseren Verständnis beitragen“, sagt sie. Mit ihrem Blick auf Sprache – und dem „Dazwischen“ – ist sie nun mittendrin.

LUISA AGROFYLAX



➔ Der ausführliche Artikel



LEHRREICHES STIMMENGEWIRR

Seit mehr als 20 Jahren untersuchen Forschende im BabyLAB auf dem Campus Golm, wie Kinder sprechen lernen. Ein Besuch im Labor



➔ Ausführlicher Artikel zum
Besuch im BabyLAB

Der Star des Tages ist die kleine Mathilde: Laborleiter Tom Fritzsche nimmt sie und ihre Mama in Empfang. Anschließend zeigt Dr. Alan Langus von der Forschungsgruppe den beiden den Kinderwarteraum, wo sie erst einmal ankommen können. Der Fotograf macht einige Probeaufnahmen. Vier Erwachsene, ein Gewirr von Stimmen. Alle sprechen unterschiedlich. Neugierig blickt sie vom einen zum anderen. Ob sie ahnt, dass sie ihren Nachmittag der Wissenschaft widmet?

Die Kleine ist heute Testperson und leistet damit einen Beitrag zur Forschung des BabyLAB auf dem Campus Golm. Das Labor führt seit über 20 Jahren Experimente durch, mit denen der kindliche Spracherwerb untersucht wird. Die Gruppe um Prof. Dr. Barbara Höhle und Dr. Alan Langus geht in einem aktuellen Forschungsprojekt der Frage nach, welchen Einfluss die Variabilität der Sprache auf das Lernen von Worten bei Kleinkindern hat.

Während Mathilde und ihre Mama ablegen, erklärt Tom Fritzsche kurz das Experiment. Dabei verrät er

nicht zu viel. Auf dem Flur erläutert Alan Langus: „Die Eltern sollen im Vorhinein nicht zu sehr beeinflusst werden. Deshalb gibt es die ‚Erklärungen‘ zum Experiment erst danach.“ Eltern, die in Potsdam leben, haben oft schon vom Golmer BabyLabor gehört. Sobald ein neuer Potsdamer Erdenbürger geboren wird, erhalten sie Post von der Einrichtung. Und das Labor kommt in der Stadt gut an.

Sind alle so weit? Im Experimentraum stehen Stühlchen, Tisch und Monitor bereit. Mathilde nimmt auf dem Schoß ihrer Mama Platz. Tom Fritzsche verschwindet hinter einem Paravent an seinem Computer. Sobald die ersten Laute zu hören sind, verfolgt Mathilde aufmerksam den Bildschirm und lauscht. „Buk, buk, buk ...“, ertönen unterschiedliche Frauen- und Männerstimmen. Dazu erscheint auf dem Monitor ein leuchtend roter Gegenstand. Eine durchlöcherterte Vase? Plötzlich macht es: „Puk, puk, puk ...“ Dazu gehört ein neues Objekt, das verdächtig an einen grünen Donut mit bunten Streuseln erinnert. Für Mathildes Ohren und Gehirn Schwerstarbeit.

Tom Fritzsche sieht der Kleinen über die Kamera zu und lässt immer dann die gedrückte Taste los, wenn ihre Aufmerksamkeit nachlässt. „Im ersten Teil, Lernphase oder auch Habituerungsphase genannt, wird gemessen, wie lange die Kinder auf den Monitor schauen. Diese Phase wird gestoppt, wenn die Aufmerksamkeit der Kinder unter ein bestimmtes Niveau absinkt“, erklärt Barbara Höhle. Das Nachlassen zeigt an, dass die Kinder den Zusammenhang zwischen Bild und Wort erfasst haben.

„Puk, puk, puk ...“ Nanu, jetzt erscheint der rote Gegenstand und nicht der „grüne Donut“ auf dem Bildschirm. Das ist seltsam! Mathilde schaut länger als zuvor auf das Objekt. Wo vorher klar war, welches Objekt „Puk“ und welches „Buk“ ist, zeigt Mathildes längere Aufmerksamkeitsspanne nun, dass die falsche Zuordnung sie irritiert. Barbara Höhle erläutert: „Die zweite ist die Testphase: In einem Durchgang hört das Kind die gleiche Kombination von Bild und Wort, die es auch in der Lernphase gehört hat. Im folgenden Durchgang wird diese Kombination zerstört. Wir schauen so, was das Kind in der ersten Phase gelernt hat.“

„Mathilde hat super mitgemacht“, sagt Tom Fritzsche und zeigt ein zweites Experiment aus dieser Studie. Die kleinen Probanden bekommen abermals Fantasieobjekte zu sehen und hören wieder „Buk“ und „Puk“. Aber diesmal spricht nur eine weibliche Stimme. Das klingt nicht mehr so abwechslungsreich. Die Ergebnisse zeigen, dass die Kinder hier nicht so lang hinsehen.

„In dem Experiment mit nur einer Sprecherin ist es für die Kinder schwieriger, die feinen lautlichen Abweichungen auszumachen“, erklärt Barbara Höhle. Um die Laute b und p unterscheiden zu können, kommen drei Merkmale ins Spiel. Menschen artiku-



DIE FORSCHENDEN

Prof. Dr. Barbara Höhle studierte Linguistik, Psychologie und Sozialwissenschaften an der Technischen Universität Berlin. Seit 2004 ist sie Professorin für Psycholinguistik an

der Universität Potsdam. Im Januar 2021 hat sie das Amt der Vizepräsidentin für Forschung, wissenschaftliche Qualifizierungsphase und Chancengleichheit übernommen.

✉ barbara.hoehle@uni-potsdam.de



Der gebürtige Este **Dr. Alan Langus** studierte Kognitionswissenschaften und Psychologie in Bremen und Amsterdam. Seit Juli 2016 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Department Linguistik an der Universität Potsdam.

✉ alan.langus@uni-potsdam.de



Tom Fritzsche ist Laborkoordinator des BabyLAB auf dem Campus Golm.

✉ tom.fritzsche@uni-potsdam.de



Im Test wird erfasst, wie Mathilde Gehörtes und Gesehenes verbindet.

DAS PROJEKT

Das Projekt „Co3: Effekte von Variabilität im Input auf Wortlernen und Worterkennen bei Kleinkindern“ ist Teil des Sonderforschungsbereichs SFB1287 „Die Grenzen der Variabilität in der Sprache“.

Laufzeit: 2017–2025
 Gefördert: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Beteiligt: Prof. Dr. Barbara Höhle, Prof. Dr. Adamantios Gafos, Dr. Alan Langus, Marc Hullebus

www.uni-potsdam.de/en/sfb1287/projects/cluster-c/project-co3

lieren Silben verschieden und trotzdem kann jeder die ähnlichen Laute voneinander unterscheiden. Warum, haben die Forschenden in einem anderen Projekt herausgefunden: Wenn eines der Charakteristika von den üblichen Werten abweicht, wird es durch die anderen beiden ausgeglichen. „Das ist für uns auch eine Erklärung, warum die Variabilität der Sprecherinnen und Sprecher hilft. Sie macht die Kinder auf die Merkmalsrelationen aufmerksam“, erläutert die Professorin. Die Experimente der Studie haben gezeigt, dass Mathilde und die übrigen Kinder sich die Kunstwörter besser gemerkt haben, wenn sie von unterschiedlichen Sprecherinnen und Sprechern vorgetragen wurden.

Zum Abschluss erklärt Tom Fritzsche noch einmal genau das Experiment und es gibt noch ein Präsent:



Prof. Barbara Höhle

„Juniorprofessor“ steht groß auf dem T-Shirt, das Mathilde für ihre Hilfe geschenkt bekommt. In der Zukunft einmal Juniorprofessorin für Spracherwerb werden? Wenn man das schon mit 14 Monaten wüsste ...

LUISA AGROFYLAX

Fotos: Tobias Hopfgarten (©); Ernst Kaczmynski (u.)

DAS BABYLAB

Das **BabyLAB** ist eine gemeinsame Einrichtung der Professuren für Entwicklungspsychologie (Prof. Dr. Birgit Elsner) und für Psycholinguistik mit dem Schwerpunkt Spracherwerb (Prof. Dr. Barbara Höhle). Dementsprechend werden Studien zu frühen geistigen und sprachlichen Fähigkeiten durchgeführt, wobei der Fokus auf den ersten beiden Lebensjahren liegt. „Aktuell untersuchen wir hauptsächlich Kinder zwischen fünf Monaten und zwei Jahren“, erklärt Tom Fritzsche, der zum organisatorischen Leitungsteam des BabyLAB zählt. „Das ist ein spannendes Alter, weil sich hier viele grundsätzliche Fähigkeiten herausbilden, die für die weitere Entwicklung wichtig sind.“



Um zu erforschen, wie die Jüngsten sprechen bzw. Sprache lernen, werden im BabyLAB aktuelle Methoden eingesetzt – und weiterentwickelt: „Zum einen wird die visuelle Aufmerksamkeit gemessen“, erklärt Tom Fritzsche. Das kann durch eine Versuchsleiterin manuell erfolgen oder automatisch durch ein Blickbewegungsmessgerät (Eyetracker). „So lässt sich z.B. überprüfen, ob Kinder das Ziel einer Handlung bereits ‚vorhersehen‘ können, indem Sie das Zielobjekt anschauen, bevor eine Hand danach greift und unter welchen Umständen sie das tun. Indem wir die Blickzeiten erfassen, können wir auch herausfinden, ob Kinder schon Unterschiede zwischen verschiedenen Lauten wahrnehmen, wie genau sie ein neues Wort abgespeichert haben oder ob sie Regelmäßigkeiten in Wort- oder Silben-Sequenzen entdecken.“ Zum anderen kommen im BabyLAB auch neurowissenschaftliche Methoden zum Einsatz, mit denen wir die Hirnaktivität mittels Elektroenzephalografie oder Nahinfrarotspektroskopie messen, während die Kinder akustische oder visuelle Informationen verarbeiten. „Dadurch kann erfasst werden, ob Kinder schon subtile Unterschiede in ihrer Umgebung registrieren, die für den Erwerb von sprachlichen und geistigen Fähigkeiten wichtig sind.“

www.uni-potsdam.de/babylab

Die Versuchsleiterin steuert das Experiment vom Nebenraum aus.



... und ob sie schon entsprechend handeln können.



Das Experiment überprüft, ob Kinder verstehen, was andere sagen ...

Im EEG-Experiment wird die Hirnaktivität gemessen.



GRENZEN ERFORSCHEN, UM MÖGLICHKEITEN ZU ERKENNEN

Der Sonderforschungsbereich 1287 beschäftigt sich mit der „Variabilität der Sprache“



Eines der vielseitigsten Werkzeuge, die der Mensch nutzt, dürfte zweifellos die Sprache sein. Verantwortlich dafür ist ihre Variabilität, die sich auf allen Ebenen finden lässt – von der Aussprache bis zur Wortstellung im Satz. Doch auch die sprachliche Flexibilität hat Grenzen. Und gerade die sind für Sprachwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler besonders interessant. Denn sie stellen sicher, dass wir mehr oder weniger die gleiche Sprache sprechen. Im Sonderforschungsbereich (SFB) „Die Grenzen der Variabilität in der Sprache“ (1287) sind Potsdamer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler seit 2017 über Disziplingrenzen hinweg auf der Suche nach diesen Limitierungen. Von Beginn an mit dabei ist Doreen Georgi, Professorin für Variation und Variabilität in morphosyntaktischen / morphologischen Systemen. Seit Herbst 2022 ist die Sprachwissenschaftlerin Sprecherin des SFB. Matthias Zimmermann sprach mit ihr über Ausgangsfragen, die Suche nach Mustern und erste Ergebnisse.

Frau Georgi, wie variabel ist Sprache eigentlich?

Sehr variabel. Das ist keine Neuigkeit, wir erfahren das alle jeden Tag. Wer eine Fremdsprache gelernt hat, kann das auch einfach nachempfinden: Nicht nur das Vokabular, auch die Grammatiken der Sprachen unterscheiden sich. Ein Beispiel: In manchen Sprachen steht das Adjektiv meist nach dem Substantiv: Wo wir vom roten Haus sprechen, gibt es im Spanischen „la casa roja“. Aber wir müssen auch gar nicht so weit weg schauen: Unsere Kommunikationsmittel unterscheiden sich Tag für Tag, je nachdem, wofür wir sie einsetzen und mit wem wir sprechen: ob wir ein Interview führen, zwei Jugendliche miteinander sprechen oder einen Zeitungsartikel schreiben. Sprache ist variabel auf vielen Ebenen.

Eigentlicher Fokus des SFB sind aber die Grenzen dieser Variabilität. Warum?

Genau. Eigentlich interessiert uns, wo diese Variabilität Grenzen hat und was die Gründe für diese Grenzen sind. Denn so viel Variation wir auch entdecken, so ist doch nicht alles möglich! Darauf schauen wir: Warum gibt es einige logisch erwartbare Muster offenbar nicht? Die Begrenzungen sind besonders interessant, denn sie verraten uns etwas über unser kognitives System.

Wie erforscht man die?

Unterschiedlich. Je nach Aspekt von Variabilität, um den es geht. Deshalb widmen sich die Teilprojekte im SFB so vielen verschiedenen Fragen und wenden diverse Methoden an. Eine Möglichkeit sind Sprachvergleiche. Dabei schaut man sich ein sprachliches Phä-

nomen in zahlreichen Sprachen an, um sprachübergreifenden Mustern auf die Spur zu kommen. Welche Muster gibt es (wie oft), welche nicht? Und korrelieren diese mit anderen Eigenschaften der Sprachen? So dreht sich Projekt Co8 um die Stellung von Subjekt – Verb – Objekt im Satz. Und um die Frage, ob die lineare Abfolge dieser Elemente andere syntaktische – den Satzaufbau betreffende – und morphologische – die Wortformenbildung betreffende – Merkmale einer Sprache bestimmen.

Schauen Sie auch auf Sprachwandel?

Ja, denn auch der Blick darauf, wie Sprache sich innerhalb einer Gemeinschaft über die Zeit hinweg wandelt, hilft, die Grenzen sprachlicher Variabilität abzustecken. So untersucht Projekt Co6 für das Deutsche, wie die Sprachverarbeitung syntaktischen Wandel beeinflusst. In Phase 1 wurde gezeigt, dass die Platzierungsmöglichkeiten von Infinitiv-Objekten im Satz – wie „dass Maria ihnen erlaubt hat, den Artikel zu lesen“ oder „dass Maria ihnen den Artikel zu lesen erlaubt hat“ oder „dass Maria ihnen den Artikel erlaubt hat zu lesen“ – vom Frühneuhochdeutschen zum heutigen Deutsch abgenommen haben. Die Reduzierung der Variation hat einen Nutzen, da sie Mehrdeutigkeiten vermeidet. Außerdem hat Co6 in einer Reihe von psycholinguistischen Experimenten gezeigt, dass die heute kaum noch produzierte Abfolge mit aufgespaltenem Infinitiv – wie „dass Maria ihnen den Artikel erlaubt hat zu lesen“ – schwerer zu verarbeiten ist als die beiden anderen.

Welche Rolle spielt Spracherwerb für den SFB?

Uns interessiert natürlich auch, wie der Umgang mit sprachlichen Strukturen erworben wird. Sind manche schwerer zu erlernen als andere? Tatsächlich gibt es dabei diverse Restriktionen. Projekt Co7 analysiert beispielsweise, wie Kinder das Lautinventar ihrer

DAS PROJEKT

Der Sonderforschungsbereich 1287 erforscht unter kognitiven, computationalen und grammatischen Gesichtspunkten „Die Grenzen der Variabilität in der Sprache“. Der interdisziplinäre SFB 1287 besteht aus 16 wissenschaftlichen Teilprojekten und einem integrierten Graduiertenkolleg.

Laufzeit: 2017–2025

Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

www.sfb1287.uni-potsdam.de



DIE FORSCHERIN

Prof. Dr. Doreen Georgi studierte Sprachwissenschaft und Romanistik an der Universität Leipzig, wo sie auch promovierte. 2016 kam sie als Juniorprofessorin an die Universität Potsdam. Seit 2020 ist sie Professorin für Variation und Variabilität in morphosyntaktischen / morphologischen Systemen und seit 2022 Sprecherin des SFB 1287.

✉ doreen.georgi@uni-potsdam.de

Muttersprache erwerben – und auch Wissen darüber, welche Beschränkungen es für die Kombinationsmöglichkeiten dieser Laute gibt. Die Kernfrage ist, ob der Erwerbsprozess allein abhängig von ihrer Erfahrung ist, also der konkreten Einzelsprache, die die Kinder von ihren Eltern hören, oder ob der Möglichkeitsraum auch erfahrungsunabhängig durch universelle Tendenzen bestimmt wird. Eine solche Tendenz ist die Sonoritätshierarchie. Diese besagt, dass im Kern einer Silbe als sonorste Einheit ein Vokal steht, während die Sonorität zu den Rändern hin „abfällt“. Es gibt Sprachen, die Silben ohne diese Struktur nicht zulassen. Außerdem hören Erwachsene solche Silben lieber, man spricht von einer höheren Akzeptabilität, und sie setzen die Silbengrenzen entsprechend. Das Projekt untersucht nun zweisprachig aufwachsende Kleinkinder, wobei eine der Sprachen der Hierarchie folgt, die andere aber Ausnahmen aufweist. Schränkt die Hierarchie die Variation im Spracherwerbsprozess bei diesen Kindern dennoch ein? Tatsächlich sieht es

so aus, als würden solche sprachlichen Variationen, die allgemeinen bzw. weit verbreiteten Prinzipien zuwiderlaufen, instabil sein. Umgekehrt bedeutet das: Es gibt Grenzen in unserem Sprachsystem, die dafür sorgen, dass wir bestimmte Strukturen besser, leichter, schneller lernen bzw. beherrschen.

Worauf schauen Sie noch?

Einen vierten Forschungsfokus des SFB bilden Computermodelle, die Sprache abbilden bzw. simulieren. Es handelt sich um künstliche neuronale Netzwerke, die mithilfe von großen Korpora sprachliche Strukturen lernen. In Experimenten wird dann geschaut, welche Strukturen sie produzieren können. Was sagen sie als natürlich voraus, was nicht? Und wie gehen sie mit Variationen um, die in natürlicher Sprache nicht vorkommen?

Schließlich wurden im SFB auch Trainingsstudien durchgeführt: Im Projekt CoI (Phase 1) etwa wurden Sprecherinnen und Sprechern Strukturen antrainiert, die sie normalerweise kaum oder gar nicht nutzen – die aber in anderen Sprachen oder sogar Dialekten durchaus geläufig sind. Die Frage dahinter: Können Strukturen, die in natürlicher Sprache existieren – aber nicht im eigenen Gebrauch sind – leichter erworben werden als solche Konstruktionen, die nie vorkommen? Es hat sich gezeigt, dass die Probanden diese Strukturen zwar durchaus lernen können, aber trotz großen Trainingsaufwands nicht dazu übergehen, diese Strukturen auch wirklich zu benutzen. Ein sehr spannender, aber auch enorm aufwendiger Ansatz.

Woran forschen Sie selbst im SFB?

Ich untersuche Phänomene, die den Satzbau betreffen. Mich interessiert vor allem, unter welchen Bedingungen sich Elemente im Satz verschieben lassen. Ich widme mich insbesondere solchen Strukturen, die unerwartete Eigenschaften aufweisen und die an der Oberfläche zunächst wenig variabel aussehen, weil sie in vielen, nicht-verwandten Sprachen der Welt vorkommen. In unserer Forschung konnten wir aber zeigen, dass oberflächlich ähnliche Strukturen oft auf unterschiedlichem Wege gebildet werden können – sie haben also eine variable Ableitungsgeschichte. Daran anknüpfend haben wir im zweiten Projektabschnitt unseren Blick geweitet: In Phase 1 haben wir überall Variation gesehen und die Grenzen gesucht. Jetzt schauen wir, quasi umgekehrt, auf Strukturen, die oberflächlich gar nicht variabel erscheinen, es aber durchaus sind. Das Phänomen nennt sich „hidden variability“. Wir finden aber auch hier Grenzen in der Variation möglicher zugrundeliegender Strukturen.

Der SFB ist inzwischen in der zweiten Förderperiode. Es liegen also bereits fünf Jahre hinter ihnen. Zeit für ein Zwischenfazit?! Welche Bilanz lässt sich ziehen?

Man könnte denken, dass Variation sich als Störfaktor erweist. Dass zu viel Variation das Sprachenlernen erschwert. Aber wir konnten bereits in Phase 1 zeigen, dass das nicht der Fall ist. Variation ist kein Nebengeräusch, das uns das Leben schwermacht, das wir aber ertragen müssen. Vielmehr kann Variation wichtige Informationen transportieren. Ein Beispiel: Projekt Co3 hat erforscht, wie Kinder Laute unterscheiden lernen und Lautsequenzen mit Objekten in der Welt verknüpfen – also wie sie Wörter lernen. Nun artikulieren verschiedene Sprecher Laute – wie beispielsweise b und p – mitunter sehr unterschiedlich. Jetzt könnte man meinen, dass Kinder, die gerade Sprechen lernen, davon irritiert sind und die entsprechenden Wörter langsamer lernen. Aber das Projekt zeigt: Das Gegenteil ist der Fall! Es hilft ihnen beim Lernen, wenn sie mit verschiedenen Sprechern, verschiedenen Situationen konfrontiert werden. Und sie lernen die Laute sowie die Verknüpfungen mit den Objekten schneller.

Was haben Sie sich für die zweite Phase vorgenommen?

Wie gesagt wenden wir uns verstärkt der „hidden variability“ zu, also sprachlicher Variabilität an Stellen, wo es oberflächlich keine gibt. Als zweites großes Thema wollen wir unsere Modelle testen, die wir auf Grundlage der Ergebnisse von Phase 1 entwickelt haben – und schauen, ob und wie damit getroffene Vorhersagen



EIN BEISPIEL ...

Projekt Bo1 „(In)Variabilität prosodischer Cues in Perception, Produktion und Interaktion“ geht der Frage nach, wie und unter welchen Bedingungen jüngere und ältere Menschen Prosodie einsetzen. Diese umfasst alle hörbaren Ausdrucksformen des Sprechens, also etwa Intonation, Lautstärke, Sprechgeschwindigkeit oder Rhythmus. Dafür nutzt das Team Sätze oder Phrasen, die exakt die gleichen Worte enthalten, aber unterschiedliche Bedeutungen haben, je nachdem, wie die unterschiedlichen Satzteile gruppiert werden – also, wie man die Prosodie einsetzt. Je nach Prosodie etwa „(Mona und Lili und Nina)“ im Gegensatz zu „(Mona und Lili) und Nina“. „In der ersten Phase des SFB (2017–21) haben wir zeigen können, dass unsere Sprecherinnen die Prosodie sehr konsistent eingesetzt haben“, sagt eine der drei Projektleiterinnen, Prof. Dr. Isabell Wartenburger. „Besonders interessant war, dass der Einsatz von Prosodie ein individuell sehr stabiles Muster an Merkmalen zeigte.“ Gleichzeitig fielen im Vergleich zwischen den Sprecherinnen große Unterschiede darin auf, welche prosodischen Merkmale sie einsetzten. Dies stütze Theorien, die annehmen, dass die Sprecherinnen die Prosodie automatisch und „für sich selbst“ einsetzen und eigentlich nicht „für die ZuhörerIn“. „In der aktuellen Phase prüfen wir nun in der interaktiven Aufgabe, ob sich das auch in einer natürlicheren Kommunikation bestätigt“, so Wartenburger.

verifiziert werden können. Beispielsweise hat Projekt Bo4 angeschaut, wie Probanden Wort- und Satzstrukturen verarbeiten und zwar im Vergleich zwischen ihrer Muttersprache und einer erlernten Fremdsprache. Dabei haben die Forschenden große individuelle Differenzen festgestellt. Das daraus abgeleitete Modell soll nun – auf der Grundlage der Performance von Sprechenden in Sprache 1 und 2 – Vorhersagen ermöglichen, wie sie beim Erlernen einer dritten Sprache abschneiden. Das testet das Projekt jetzt mit Deutsch-Muttersprachlern, die nach Englisch mithilfe einer Onlineplattform auch Türkisch lernen. Projekt Bo2 wiederum hat in Phase 1 untersucht, wie Menschen, die etwa infolge eines Schlaganfalls, sprachlich beeinträchtigt sind, Sprache verarbeiten. Jetzt sollen darauf aufbauende Vorhersagen zur Sprachproduktion dieser Personen überprüft werden. Wir haben also viel zu tun!

DIE FRAGEN STELLTE MATTHIAS ZIMMERMANN.

Früherkennung auf **Tastendruck**

Prof. Natalie Boll-Avetisyan hat ein Spielzeug entwickelt,
das ein Risiko für Sprachstörungen anzeigen soll





➤ Der ausführliche Artikel

Die Lehrerin gibt eine konkrete Anweisung: „Wenn ihr mit der Aufgabe fertig seid, packt das Buch ein, geht zum Regal und holt euch ein Arbeitsblatt aus der Ablage.“ Die Schülerinnen und Schüler folgen mühelos. Nur ein Junge packt das Buch ein und bleibt sitzen. Hat er nicht richtig zugehört? Im Gegenteil, die Anweisung war für ihn einfach zu komplex. Er hat eine Sprachentwicklungsstörung, die es ihm schwer macht, Gesprochenes zu verstehen. Solche Störungen werden häufig erst dann entdeckt, wenn sie im Alltag offensichtlich sind. Das ist Natalie Boll-Avetisyan zu spät. Mithilfe eines Spielzeugs will die Psycholinguistin dafür sorgen, dass Risiken dafür bereits im Babyalter erkannt werden.

Es klingt durchaus ungewöhnlich: Spielen für die Wissenschaft. Für die kleinen Probandinnen und Probanden, deren Verhalten Natalie Boll-Avetisyan analysiert, ist es aber genau das richtige Untersuchungsverfahren. „Meine Methode eignet sich für Babys ab neun Monaten. Ab diesem Alter können sie mit dem Spielzeug spielen“, erklärt die Wissenschaftlerin. „Man kann bei Kindern sehr früh testen, ob sie Schwierigkeiten mit der Sprache haben. Langzeitstudien aus der Sprachentwicklungsforschung zeigen, dass sich bei Störungen Vorläuferfähigkeiten schon im Babyalter nicht ausbilden.“

Das Spielobjekt hat die Professorin für Studien im BabyLAB der Universität Potsdam entwickelt und inzwischen patentieren lassen: Äußerlich nicht mehr als eine Holzkiste mit zwei grünen Druckknöpfen. Doch so einfach sie erscheint, so spannend ist das Innenleben der Box. Die darin steckende Elektronik sorgt dafür, dass auf Tastendruck Töne erklingen. Und sie misst, wie oft und wie lange das Kind auf welchen Knopf drückt, wenn es bestimmte Laute, Wörter und Betonungen wahrnimmt. Klein, kompakt, tragbar und in der Anwendung leicht zu verstehen – damit ist die Box gut geeignet, um mobil genutzt zu werden.

Vorsorgeuntersuchungen unterstützen

Natalie Boll-Avetisyan wünscht sich, dass ihr Spielzeug künftig in der kinderärztlichen U6-Untersuchung, also zwischen dem zehnten und zwölften Lebensmonat, eingesetzt wird. „Wir wollten ein Werkzeug haben, das beim regulären Kinderarztbesuch einen Stand ermitteln kann.“ Bisher werden die Kleinen erst bei der U7 um ihren zweiten Geburtstag herum auf ihre sprachliche Entwicklung getestet. Bei der Untersuchung müssen sie unter anderem einen gewissen Wortschatz nachweisen. Es wird geprüft, welche Worte die Kinder verstehen, welche sie verwenden oder ob sie kurze Sätze mit ihnen bilden können. „Aber nicht alle Sprachstörungen sind auf einen kleinen Wortschatz zurückzuführen“, erklärt Natalie Boll-Avetisyan.

Die Diagnose einer Sprachstörung wird aktuell frühestens im Alter von vier Jahren gestellt. „Risikoscreenings sowohl bei der U6 als auch bei der U7, deren Ergebnisse kombiniert werden, könnten zu einer früheren Diagnose führen“, sagt Natalie Boll-Avetisyan. „Eine Sprachstörung ist nicht heilbar, aber gut therapierbar. Allerdings sind die Behandlungsmethoden effektiver, je früher man damit beginnt.“

Zu Beginn des Projektes, das 2021 mit dem Fö-WiTec-Preis der UP Transfer GmbH ausgezeichnet wurde, haben Natalie Boll-Avetisyan und ihr Team getestet, welche Präferenz die Babys für Betonungs-

Prof. Natalie Boll-Avetisyan

DIE FORSCHERIN

Prof. Dr. Natalie Boll-Avetisyan studierte Linguistik an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz und der Utrecht University. 2012 promovierte sie am Utrecht Institute of Linguistics. Seit 2010 ist sie an der Universität Potsdam tätig. 2019 wurde sie zur Juniorprofessorin für Developmental Psycholinguistics ernannt und erforscht den frühkindlichen Spracherwerb.

✉ natalie.boll-avetisyan@uni-potsdam

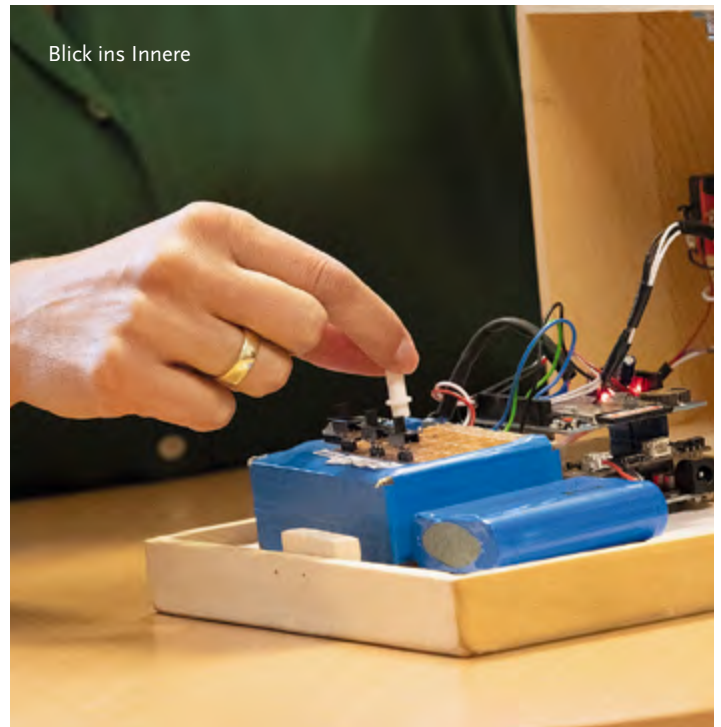


Die Box wird im BabyLAB der Uni Potsdam intensiv getestet.

muster von Kunstwörtern haben. Das Ergebnis war eindeutig: „Die Kinder wollen lieber das deutsche Betonungsmuster hören als eines, das in der Muttersprache nicht häufig vorkommt.“ Das heißt, sie bevorzugen auch schon im Babyalter eine betonte erste Silbe, die für das Deutsche typisch ist.

Sprachliche Präferenzen auf dem Prüfstand

Mithilfe der beiden Drucktasten am Spielzeug kann Natalie Boll-Avetisyan erfassen, wie die Kinder auf verschiedene lautliche Reize als Gegensatzpaare reagieren – und diese Reaktionen gewissermaßen abfragen. Die Wissenschaftlerin will damit künftig noch weitere Reaktionen auf andere Stimuli untersuchen: Ziehen die Babys Gesprochenes einem Rauschen vor? Bevorzugen sie reale Wörter gegenüber Kunstwörtern? Reagieren sie eher auf eine auf das Kind gerichtete Sprache als darauf, wie sich Erwachsene unterhalten? Ob man anhand der Präferenzen eindeutig eine Störung zuordnen kann, lässt sich bisher nur grob sagen. Dazu seien die Sprachentwicklungsstörungen noch zu wenig erforscht.



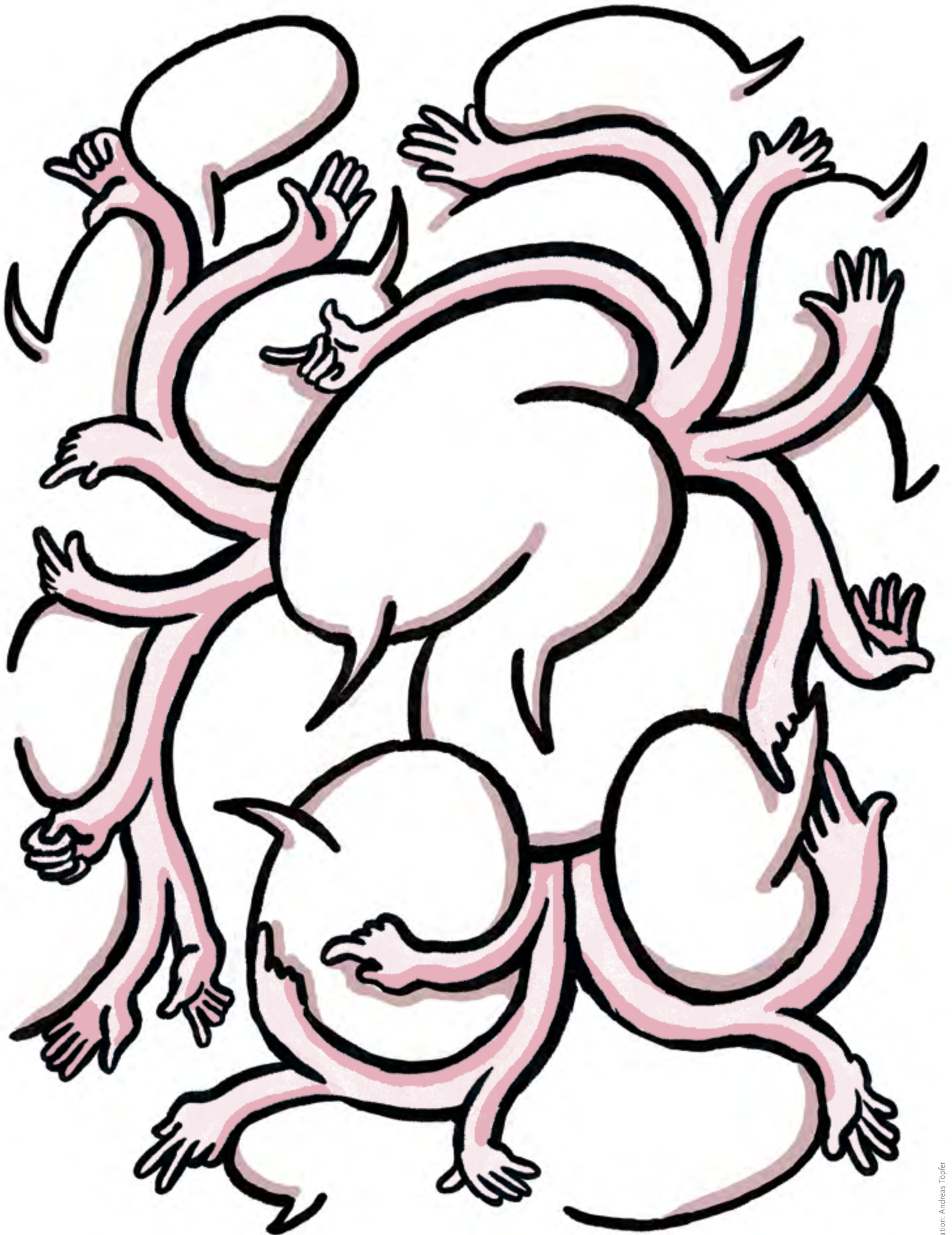
Blick ins Innere

Wie sich das Krankheitsbild äußert, ist aber bekannt. „Kinder mit Sprachentwicklungsstörungen verstehen lange Sätze nicht gut oder müssen lange nach Wörtern suchen“, erklärt die Professorin. „Wenn ihr Alltag durch Missverständnisse und Frust geprägt ist, können die Betroffenen psychische Erkrankungen entwickeln, die sie ihr ganzes Leben lang begleiten.“ Es ist dabei ganz unterschiedlich, wie viele Symptome die Kinder auf sich vereinen. Die Wissenschaftlerin will deshalb bei Eltern, in Kindergärten und Schulen ein Bewusstsein für die Störung schaffen und Aufklärungsarbeit leisten.

Umso wichtiger ist es, das Testspielzeug fit für die Kinderarztpraxis zu machen: Natalie Boll-Avetisyan möchte den Behandelnden einen Leitfaden zusammenstellen, in dem Kriterien und Normwerte aufgeführt sind, die eine Risikoerkennung erleichtern. Außerdem soll das Spielzeug mit einem Display ausgestattet werden, damit Ärztinnen und Ärzte die Ergebnisse einfach auswerten können. Bis es zur Markteinführung kommt, hat die Wissenschaftlerin auch noch die Validierung für den medizinischen Zweck vor sich. Dafür möchte sie sich Unterstützung aus dem Potsdamer Kollegium suchen.

Nachgewiesenermaßen hatten die Babys Freude am Spielen mit der Box. Manche beschäftigen sich bis zu einer Viertelstunde damit. Schon in der ersten Studie zeigte sich, dass die Kinder länger den Knopf drücken, von dem die Forschenden eine Präferenz erwartet haben. Konkret heißt dies, das Spielzeug funktioniert wie erhofft. Nur einen Namen hat es noch nicht.

LUISA AGROFYLAX



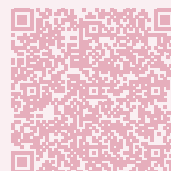
Von Angesichts zu Angesichts

Ob im Hilfe-Chat auf einer Webseite oder im Telefonat mit einem Dienstleister: Die Kommunikation mit Dialogsystemen ist allgegenwärtig geworden. Meist begegnen wir hier vorgefertigten Äußerungen, die oft gar nicht zu unserer Situation passen. Würde die Kommunikation nicht viel besser gelingen, wenn das System auch wissen würde, was wir gerade vor uns sehen? Wenn es uns sagt, welche Schraube wir in welches Brett bohren oder welches Kabel wir in welche Buchse des Routers stecken müssen? Und wenn es uns dann auch noch helfen würde, falls wir das falsche Brett oder Kabel genommen haben? Das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderte Projekt RECOLAGE soll Computersysteme befähigen, sekundenschnell auf ihr menschliches Gegenüber zu reagieren. Prof. Dr. David Schlangen leitet es. Seit vielen Jahren widmet sich der Computerlinguist der Interaktion von Menschen und künstlichen Agenten.

David Schlangen will künstliche Agenten befähigen, in Echtzeit mit uns zu interagieren

Die menschliche Sprache als Vorbild

Seit drei Jahren ist David Schlangen Professor für Grundlagen der Computerlinguistik an der Universität Potsdam. Doch betritt er hier kein Neuland, schließlich forschte er als Postdoc zu Beginn des Jahrtausends schon viele Jahre in Potsdam und leitete hier ab 2006 die Emmy Noether-Gruppe „Incrementality and projection in dialogue processing“. Seit 2010 war er in Bielefeld Professor für Angewandte Computerlinguistik und dort am Exzellenzcluster „Cognitive Interaction Technology“ beteiligt. „Wiedergekommen bin ich wegen des sehr guten Instituts, der qualifizierten Kolleginnen und Kollegen und der Möglichkeiten, die mir die Stelle bietet“, erzählt der Wissenschaftler. „Außerdem ist der Master-Studiengang Cognitive Systems sehr schön und bringt gleichbleibenden Strom sehr guter Studierender nach Potsdam.“



➔ Der ausführliche Artikel



DER FORSCHER

Prof. Dr. David Schlangen studierte Computerlinguistik, Informatik und Philosophie. Er ist seit 2019 Professor für die Grundlagen der Computerlinguistik an der Uni Potsdam.

✉ david.schlangen@uni-potsdam.de

Wenn Computer uns sagen, was wir zu tun haben

Der Fokus von Schlangen und seinem Team liegt auf der Sprache, doch die Forschenden beziehen auch den Körper und die physische Umgebung des Menschen ein. „Unser Ziel ist es, dass künstliche Systeme so in der Zeit situiert sind, wie das auch menschliche Gesprächspartner wären“, so Schlangen. „Wir wollen dahin kommen, dass eine Interaktion mit den Agenten mehr einem Gespräch von Angesicht zu Angesicht ähnelt als einer Chatunterhaltung.“ Daher verwenden die Potsdamer Computerlinguistinnen und -linguisten gerne Roboter, die einen Körper oder zumindest einen Kopf haben – wie etwa Furhat, der im Computerlinguistik-Labor an der Uni Potsdam für Studienzwecke zur Verfügung steht. Im RECOLAGE-Projekt gibt Furhat dem Menschen Anweisungen – und zwar bei Pentomino. Das Spiel, das an den Klassiker Tetris erinnert, nutzt Schlangen seit seiner Postdoc-Zeit. „Es eignet sich als vereinfachte Domäne, die gewisse Freiheitsgrade, aber gleichzeitig eine relativ große Kontrolle bietet.“ Während die Anweisung gegeben wird, kann der Roboter an den Reaktionen des Menschen sehen, ob er richtig verstanden wurde.

So könnte es zum Beispiel irgendwann möglich sein, dass ein Computersystem uns dabei hilft, ein Möbelstück nach einer Ikea-Anleitung zusammenzubauen – auch dank eines weiteren Bereichs der Künstlichen Intelligenz, der Bildverarbeitung.

„Nimm das Brett da hinten und die kleinen silbernen Schrauben“, könnte solch ein Computersystem etwa zu uns sagen. Über ein Tablet würde das System nicht nur erfassen, was wir sagen, sondern uns auch per Kamera zuschauen und uns helfen, die verschiedenen Bauteile um uns herum zusammenzusetzen. Greifen wir nach dem falschen Teil, soll es uns sofort korrigieren. „Die sprachliche Korrektur ergibt sich aus dem jeweiligen Kontext, was die Sache so kompliziert macht“, sagt Schlangen. „Denn hier kommt es auf Millisekunden an.“ Wenn das Computersystem zum Beispiel beobachtet, dass die Hand des Menschen sich in die falsche Richtung bewegt, soll es noch währenddessen reagieren – in Echtzeit eben und nicht erst, wenn die Schraube im falschen Brett gelandet ist. Deswegen müsse der Computer vorhersehen, wohin der Mensch greifen wird. Das könne auch schiefgehen, wenn der Roboter eine Bewegung vorhersagt, die wir gar nicht beabsichtigt hatten. „So etwas kann aber genauso bei zwei Menschen, die sich gut kennen, zu Unfrieden führen“, sagt Schlangen und lacht. Damit die Anweisungen des Systems einfach zu interpretieren und umzusetzen sind, muss die gemeinsame Basis des Verstehens zwischen Maschine und Mensch ausgehandelt werden. Welche technischen Begriffe soll der Computer erklären, welche kann er voraussetzen? Denn wenn das menschliche Gegenüber die Anweisungen nicht versteht oder sich nicht richtig verstanden fühlt, empfindet es die Kommunikation als anstrengend – und das System wäre keine echte Unterstützung mehr.

Mit Computermodellen menschliches Verhalten simulieren

Das maschinelle Lernen ist ein wesentliches Element in Schlangens Forschung. Dabei geht es darum, Wissen aus Erfahrung zu erzeugen: Das Computersystem erhält Lerndaten, leitet daraus Regeln ab und kann diese im besten Fall auf neue Situationen anwenden. Der Computerlinguist steht den Deep-Learning-Modellen – einer bestimmten Methode des maschinellen Lernens, bei der künstliche neuronale Netze ein tiefergehendes Lernen erlauben sollen – aber zum Teil kritisch gegenüber. „Zwar könnten solche Modelle sehr überzeugend aussehen, wenn es zum Beispiel um eine kurze Chat-Unterhaltung geht. „Wenn wir es aber mit einem verkörperten Computersystem zu tun haben, mit einem Roboter in menschlicher Gestalt, muss sehr viel gleichzeitig gesteuert werden – nicht nur die Sprache, auch Mimik und Gestik, und das alles in kurzer Zeit.“ Der Roboter kann schließlich nicht einen Gesichtsausdruck zehn Sekunden beibehalten, bis der nächste kommt – denn das würde vom Menschen schon wieder interpretiert werden. Weil Deep-Learning-Modelle nicht von Situationen in Echtzeit gelernt haben, sondern mit „toten“ Daten, sind sie aus Sicht des Wissenschaftlers nur begrenzt geeignet, unter Zeitdruck Informationen zu verarbeiten und entsprechend zu reagieren. „Damit das Verhalten der künstlichen Agenten in die Situation passt, brauchen wir also weitere Computermodelle, die extrem dynamisch sein müssen.“

Deswegen arbeitet der Forscher mit Kognitionswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern der Uni Potsdam zusammen, die kognitive Prozesse modellieren. „Wir konsumieren unterschiedliche Modelle unserer Kolleginnen und Kollegen, die sehr präzise an kleineren Phänomenen arbeiten, wie zum Beispiel der Vorhersage von Blickbewegungen. Unsere Aufgabe ist es, diese Theorien zusammensetzen und auf diese Weise Sprachsysteme zu entwickeln, die menschliches Verhalten simulieren.“ Außerdem planen die Forschenden, künftig Roboter für psychologische oder linguistische Experimente einzusetzen – ein bisher eher ungewöhnliches Vorgehen, für das es jedoch gute Argumente gibt. „Sie eignen sich sehr gut als kontrolliertes Gegenüber. Ein Roboter kann gna-

denlos Stimuli produzieren, die für jeden Probanden exakt identisch sind.“

Wenn uns die Computersysteme scheinbar immer ähnlicher werden, kommt die Frage auf, worin sie sich überhaupt noch von uns unterscheiden. In seiner Forschung ist David Schlangen häufig mit dem Phänomen konfrontiert, dass gerade das, was uns Menschen leichtfällt, für Computer schwierig ist (und umgekehrt – man denke nur an anspruchsvolle Rechenaufgaben). So sei zum Beispiel der Small Talk für Menschen eine unkomplizierte Alltagsübung, Computersysteme aber stellt er vor Herausforderungen – sie machen dabei regelmäßig Fehler. „Das ist gar nicht so schlimm, das passiert uns ja auch. Wir sind aber anders als Computer sehr gut darin, uns zu korrigieren.“ Für den Wissenschaftler ist daher klar, dass die Computersysteme uns Menschen nicht perfekt simulieren können – im Gegenteil, es sollte stets klar sein, dass es sich um künstliche Agenten handelt. „Doch sie sollten verstehbar sein und situativ angemessen reagieren, sich ‚natürlich‘ verhalten.“ Warum aber ist es offenbar so schwierig, bei künstlichen Agenten „natürliches“ Verhalten zu erreichen? „Vielleicht fehlt ihnen etwas Grundlegendes“, vermutet Schlangen. „Sie werden mit Text gefüttert, während das Neugeborene vom ersten Moment an in Interaktionen gefördert und gefordert wird. Interaktion ist für uns Menschen fundamental und gehört zu den angeborenen Lernmechanismen. Wir lernen nicht in passiven Beobachtungssituationen, sondern wollen uns verstehen und uns mitteilen. Wesentlich für unsere menschliche Interaktion ist aus meiner Sicht, dass wir einander selbst und unser Gegenüber als intentionale Agenten begreifen.“

Dass Computersysteme mithilfe der aktuellen Methoden bald schon natürlich, vielleicht sogar absichtsvoll kommunizieren können, glaubt Schlangen daher eher nicht. „Andererseits hätte ich das, was Künstliche Intelligenz heute kann, vor zehn Jahren auch noch nicht für möglich gehalten.“

DR. JANA SCHOLZ

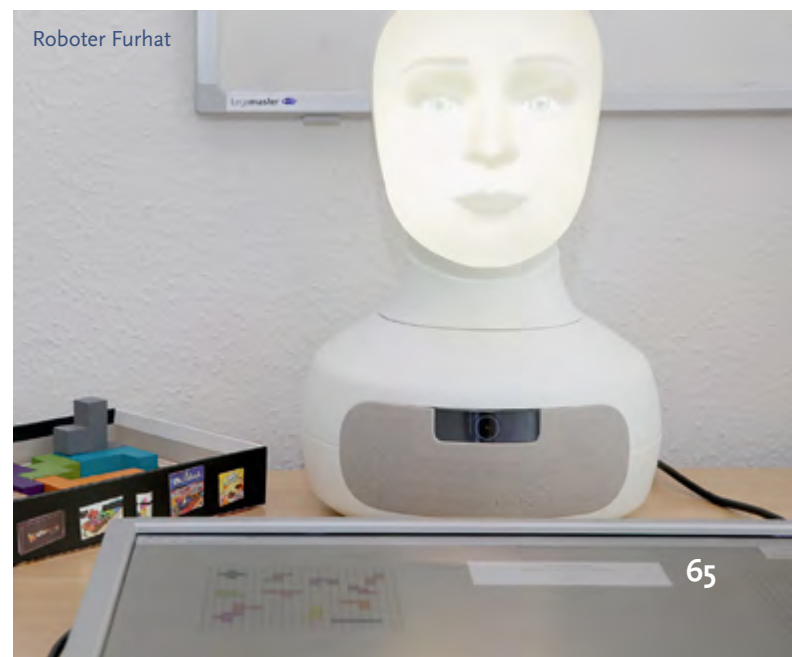
DAS PROJEKT

RECOLAGE: Kollaborative Sprachgenerierung in Echtzeit und aus visuellem Input

Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Laufzeit: 2019–2023

Leitung: Prof. Dr. David Schlangen





NICHT GEHEUER

Mathias Weymar erforscht menschliches Verhalten bei sozialer Bedrohung

Finstere Blicke, einschüchternde Gesten, stressige Begegnungen – soziale Bedrohungen begegnen uns im Alltag häufiger als gedacht. Wie verhalten sich Menschen unter diesen Umständen? Aus dem Weg gehen, flüchten oder lieber von vornherein vermeiden? Emotions- und Biopsychologe Prof. Dr. Mathias Weymar setzt sich mit diesen Fragen in seinem Forschungsprojekt „Dynamik des defensiven Verhaltens und Gedächtnis im Kontext von Stress und sich annähernder sozialer Bedrohung: Ein multi-methodischer Ansatz“ auseinander. Von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert, untersuchen er und sein Team erstmals wie Körper und Geist auf soziale Bedrohungen reagieren.

Herr Prof. Weymar, Sie untersuchen in Ihrem Forschungsprojekt erstmalig defensives Verhalten bei sozialer Bedrohung. Was verstehen Sie unter sozialer Bedrohung? Welche kognitiven Prozesse laufen ab, wenn Menschen gestresst sind oder sich bedroht fühlen?

Hierbei müssen wir uns zunächst einmal vor Augen führen, was eine Bedrohung ganz allgemein ist. Bedrohungen sind Reize, die mit einer unangenehmen Konsequenz für uns einhergehen. Eine solche unangenehme Konsequenz kann zum Beispiel Schmerz sein, sodass wir einen Hund als Bedrohung ansehen,

wenn er uns zähnefletschend gegenübersteht. Wir befürchten dann, dass der Hund uns gleich beißen könnte und dass das weh tun wird. Genauso kann eine bedrohlich schauende Person vor uns stehen und die Konsequenz kann sein, dass uns durch diese soziale Bedrohung, Ärger, Aggression und möglicherweise eine negative Bewertung durch diese Person bevorsteht.

Im Angesicht einer solchen Bedrohung passen sich unsere natürlichen defensiven Reaktionssysteme (inklusive kognitiver Prozesse und defensiver Verhal-

DAS PROJEKT

Dynamik des defensiven Verhaltens und Gedächtnis im Kontext von Stress und sich annähernder sozialer Bedrohung: Ein multi-methodischer Ansatz

Beteiligt: Leitung: Prof. Dr. Mathias Weymar; Mitarbeitende: Dr. Christoph Szeska; Mitverantwortliche: Dr. Julia Wendt (Universität Potsdam); Kooperationspartner: Prof. Dr. Matthias Wieser (Erasmus University Rotterdam)

Förderung: DFG (WE 4801/6-1)

Laufzeit: 2022–2025

www.uni-potsdam.de/de/emobio/news

tensweisen) dabei dynamisch den situativen Gegebenheiten an. Wenn wir eine Bedrohung wahrnehmen, diese aber noch relativ weit entfernt ist, erhöhen wir unsere selektive Aufmerksamkeit auf diesen Reiz, erleben leichte Anspannung und aktualisieren fortlaufend das gegenwärtige Risiko. Bei größerer Nähe der Bedrohung ist unsere selektive Aufmerksamkeit allerdings ganz im Gegenteil reduziert, die erlebte Anspannung ist erhöht, vor allem wenn wir keine passenden Bewältigungsmöglichkeiten haben und wir haben nur noch ein Ziel vor Augen: Flucht aus der Situation.

Warum ist bislang noch nicht dazu geforscht worden? Wie kam es zu Ihrer Projektidee?

Die Dynamik von Bedrohungsreaktionen wird beim Menschen erst seit Beginn des 21. Jahrhunderts intensiv erforscht. Bisherige Untersuchungen, vor allem im Tiermodell, konzentrierten sich dabei jedoch auf die Untersuchung dieser Mechanismen unter Verwendung „künstlicher“ Bedrohungen – zum Beispiel in Form von Reizen, die unangenehme elektrische Reize vorhersagten. Elektrische Reize sind nun aber nicht unbedingt die typische Gefahr, der wir Menschen in unserer Lebenswirklichkeit ausgesetzt sind – ob Reaktionen auf Bedrohungen also in alltagsnahen Situationen ebenfalls dynamisch organisiert sind, lässt sich nicht so einfach aus der bisherigen Literatur ableiten. So entstand die Idee für unser Forschungsprojekt: Soziale Bedrohungen sind im Gegensatz zu elektrischen Schocks ein elementarer Bestandteil unseres Lebens.

Wie werden Sie die Auswirkungen auf Abwehrverhalten und Erinnern konkret untersuchen? Welche Verfahren werden Sie dafür nutzen – Stichwort „multi-methodisch“?

In unserem Forschungsprojekt verwenden wir ein neues Paradigma mit sich dynamisch verändernden Gesichtsausdrücken, z.B. ändert sich ein neutraler zu einem wütenden Gesichtsausdruck. Am Ende der Sequenz kommt es zu einer verbalen Bewertung der betrachtenden Person, die manchmal aktiv durch Tastendruck vermieden werden kann, manchmal aber auch nicht. Dadurch variieren wir die Bewältigungsmöglichkeiten in der experimentellen Situation.

Im Anschluss werden Fragen zu den gezeigten Gesichtern gestellt. In der Studie greifen wir auf einen innovativen Ansatz zurück, der Bedrohungsreaktionen auf mehreren Ebenen erfasst. Zusätzlich zum Verhalten messen wir hierbei körperliche Reaktionen wie die Aktivität der Schweißdrüsen, des Herzens oder auch spezifischer Gesichtsmuskeln, die mit bedrohungsassoziierten Emotionen wie Furcht zusammenhängen. Zuletzt erheben wir aber auch elektrokortikale und hormonelle Reaktionen auf Bedrohun-



DER FORSCHER

Prof. Dr. Mathias Weymar studierte Psychologie an der Universität Greifswald. Nach Stationen am Center for the Study of Emotion and Attention an der University of Florida

und an der Universität Greifswald war er seit 2016 Juniorprofessor und ist seit 2022 Professor für Emotions- und Biopsychologie an der Universität Potsdam.

✉ mathias.weymar@uni-potsdam.de

gen, indem wir Hirnströme mit Hilfe der Elektroenzephalographie (EEG) und die Stresshormonaktivität über endokrinologische Methoden messen.

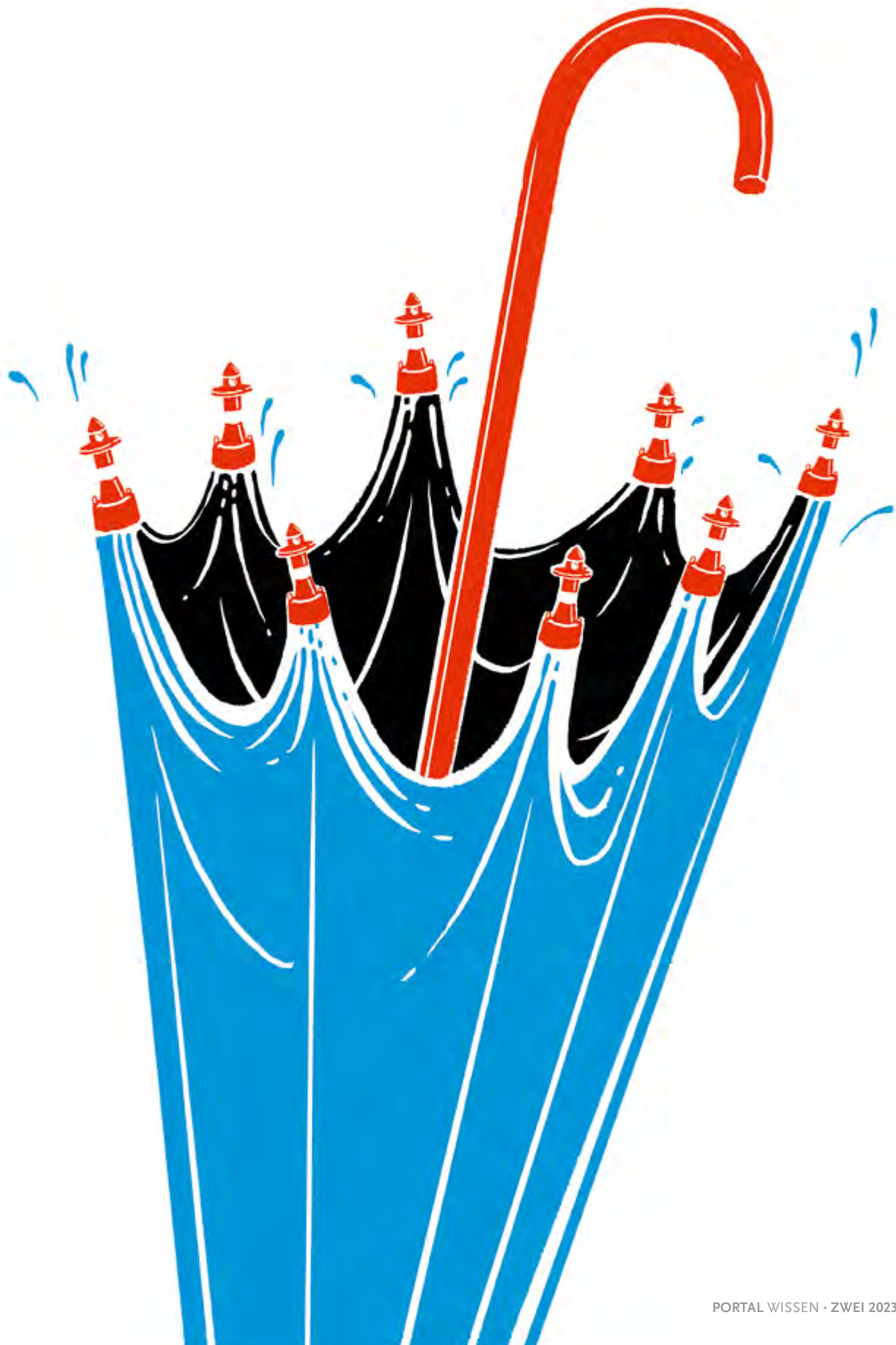
Welches Anliegen verfolgen Sie mit ihrem Forschungsprojekt?

Wir hoffen, dass uns die aus dem Forschungsprojekt gewonnenen Erkenntnisse ein tieferes Verständnis über die Dynamik von Bedrohungsreaktionen in alltagsnahen Situationen geben werden, in denen soziale Bedrohungen eine zentrale Rolle spielen. Solche Bedrohungsreaktionen stehen im Übrigen im Zentrum vieler klinischer Syndrome, sodass unsere Forschungsergebnisse auch dabei helfen werden, die Pathologie psychischer Erkrankungen besser zu verstehen.

Wofür könnten die Erkenntnisse über die Grundlagenforschung hinaus genutzt werden?

Wir gehen heute davon aus, dass pathologische Formen von Furcht und Angst – sogenannte Angststörungen – durch Bedrohungsreaktionen gekennzeichnet sind, die sich qualitativ nicht von gesunden Reaktionen unterscheiden, aber deutlich übersteigert sind. Viele Menschen haben beispielsweise Angst davor, Vorträge zu halten, können aber mit dieser Angst gut umgehen. Sozialphobikerinnen und -phobiker zeigen hingegen exzessive und inflexible Bedrohungsreaktionen und vermeiden oder fliehen häufig aus solchen sozialen Bewährungssituationen. Die aus unserem Forschungsprojekt gewonnenen Erkenntnisse werden somit einerseits dabei helfen, übersteigerte Bedrohungsreaktionen auf soziale Reize besser einzuordnen. Möglicherweise können sich gleichzeitig aber auch Wege für neue personalisierte Behandlungsansätze für soziale Ängstlichkeit eröffnen, um diese exzessiven Reaktionen in Bedrohungssituationen effizienter zu therapieren.

DIE FRAGEN STELLTE LUISA AGROFYLAX.



Gefahren bei Überschwemmungen und Dürren erkennen

Wissenschaft nimmt Risiken bei
Extremereignissen in den Blick

Wassermassen, die Schlamm vor sich herschieben und Geröll auftürmen. Idyllische Bäche, die in wenigen Stunden zu reißenden Flüssen werden und Brücken, Häuser, Straßen unter sich begraben. Wir erinnern uns noch gut an die Bilder des Sommers 2021 aus der Eifel: Die Hochwasserkatastrophe kostete allein in Deutschland fast 190 Menschen das Leben und verursachte Sachschäden in Milliardenhöhe. Nur ein Jahr danach legte sich über ganz Europa eine außergewöhnliche Dürre mit signifikanten Auswirkungen für unsere Gesellschaft. Tanklaster mussten Dörfer im Norden Italiens mit Trinkwasser versorgen, die Schifffahrt auf dem Rhein kam fast zum Erliegen und in vielen Regionen hat die Landwirtschaft große Einbußen hinnehmen müssen. Solche Extremereignisse bringen unsere Gesellschaft an die Grenzen. Daher nehmen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Potsdam diese gezielt in den Blick: Sie wollen extreme Wasserereignisse aus allen Perspektiven quantifizieren, einordnen und beleuchten. Mit diesem Projekt hofft die Universität Potsdam, sich mit den angeschlossenen Partnern im Exzellenz-Wettbewerb durchzusetzen. Silke Engel hat mit den drei Initiatoren des Antrags, Prof. Thorsten Wagener, Ph.D., Prof. Dr. Annegret Thieken, und Prof. Dr. Peter van der Beek über Naturrisiken, die Rolle von Wasser und den Schutz vor Katastrophen gesprochen.

Warum tun wir uns mit extremen Wetterereignissen so schwer?

Thieken: Weil sie – wie der Name schon sagt – extrem sind und in sehr großen Abständen meist unerwartet vorkommen. Dabei können sich Gesellschaften eigentlich gut an Risiken anpassen, wenn sie mit häufigen und wiederholten Ereignissen verbunden sind. Doch die Risikobeherrschung versagt bei seltenen Ereignissen, die im Durchschnitt weniger als ein Mal in 100 Jahren auftreten. Diese Extreme fehlen oft in den Messreihen, die wir einer normalen Planung zugrunde legen. So ist unser Bild von den Extremereignissen nicht vollständig, was eine Kette an Folgen nach sich zieht.

Van der Beek: Das Hauptproblem ist, dass wir zu kurze Messreihen haben, um die Variabilität dessen, was auftreten kann – sowohl bei zu wenig Wasser als auch bei extrem viel Wasser –, wirklich gut beschreiben und abschätzen zu können. Zudem werden bestimmte Daten bisher nicht berücksichtigt, wie geologische Zeitreihen von Ablagerungen. Das wirkt sich auf die Risikobewertung aus. Wir werden immer wieder durch die Stärke von Extremereignissen überrascht, die sich nun auch durch den Klimawandel immer mehr ändern.

Wagener: Die Forschungsgemeinschaft muss das interdisziplinäre Wissen und die Fähigkeit zur Mo-



Prof. Thorsten Wagener
► S. 96

Prof. Thorsten Wagener, Ph.D. studierte Bauingenieurwesen an der Universität Siegen und der Delft University of Technology in den Niederlanden. Als Professor war er bereits an der Pennsylvania State University (USA) und der University of Bristol (Großbritannien) tätig. Seit Januar 2021 ist er Alexander von Humboldt-Professor für die Analyse hydrologischer Systeme an der Universität Potsdam.

✉ thorsten.wagener@uni-potsdam.de

dellierung erst noch aufbringen, um die komplexen Risiken von zukünftigen Wasserextremen ganzheitlich quantifizieren zu können. Dazu gehören auch Wechselwirkungen und Rückkoppelungen mit und innerhalb der Gesellschaft. Diese wissenschaftliche Lücke hindert uns bisher daran, den dringend benötigten Rahmen zu schaffen, der die Erkenntnisse für eine effektive und robuste Entscheidungsfindung für widerstandsfähige Gesellschaften liefern könnte.

Können Sie dafür ein Beispiel nennen? Warum bringen Extremereignisse die Erkenntnisse durcheinander?

Thielen: Nehmen wir Deiche: Die werden gebaut, um die dahinterliegenden Gebiete zu schützen und um dort eine bestimmte Nutzung zu ermöglichen, z. B. Landwirtschaft. Deiche begrenzen wiederkehrende Überschwemmungen und schotten die Siedlungen dahinter ab. Tritt plötzlich ein Jahrhunderthochwasser auf, das die Deiche zerstört, versagt nicht nur der Schutz vor dem Wasser, sondern die Auswirkungen sind drastischer, als sie ohne die Deiche gewesen wären. In der Literatur wird das als paradox bezeichnet, weil der Schutz durch die Deiche den Schaden verhindern sollte, nun aber die Auswirkungen der Zerstörungen deutlich erhöht. Das ist der Fallstrick bei solchen technischen oder baulichen Maßnahmen: Sie bewähren sich innerhalb eines bestimmten Rahmens,



Prof. Peter van der Beek
► S. 86

Prof. Dr. Peter van der Beek studierte Geologie an der Freien Universität Amsterdam. Mehr als 20 Jahre lang forschte er an der Université Joseph Fourier in Grenoble, Frankreich und ist seit 2020 Professor für Allgemeine Geologie an der Universität Potsdam.

✉ vanderbeek@uni-potsdam.de



Prof. Dr. Annegret Thielen studierte Geoökologie an der TU Braunschweig und Umweltwissenschaften an der Universität von Amsterdam. Seit 2011 ist sie Professorin für Geographie und Naturrisikoforschung an der Universität Potsdam.

✉ annegret.thielen@uni-potsdam.de

für den sie ausgelegt sind. Wird dieser überschritten, bräuchte man einen zweiten Plan. In den Niederlanden zum Beispiel gibt es ein „Polder-Konzept“, damit beim Bruch eines Deiches das Wasser sich nicht ungehindert ausbreiten kann, sondern nur in einem bestimmten Ring bleibt.

Wagener: Paradox verhält es sich auch mit Stauseen oder Talsperren, die wir bauen, um Trockenperioden zu überbrücken. Jedoch führen diese in der Regel zu größerer Wassernutzung. Wenn Dürren durch den Klimawandel öfter auftreten, reichen die Wasserkapazitäten bei Weitem nicht mehr aus, um die angrenzenden Gebiete zu versorgen. Die Folgen der Dürre werden für die Menschen katastrophaler. Ganz verhindern lässt sich das nicht, aber die Risiken können minimiert werden, wenn Erkenntnisse solcher Nebeneffekte mit einbezogen werden.

Wo hat die Universität Potsdam schon profundes Wissen, das weiterentwickelt werden kann?

Thielen: Wir blicken in Potsdam auf über 150 Jahre Forschungstradition in den Geowissenschaften zurück. Daraus hervorgegangen sind zum Beispiel das Deutsche GeoForschungsZentrum (GFZ) und das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK). Mitten drin befindet sich die Universität Potsdam, die mit ihren 30 Jahren zwar deutlich jünger ist, aber in den Geo- und Umweltwissenschaften seit jeher auf Naturgefahren und interdisziplinäre Vernetzung fokussiert. Denken wir nur an die Plattform „Geo.X“ für geowissenschaftliche Forschung in Berlin und Potsdam.

Um diese Schwerpunkte zu untersetzen, wurden an der Universität Potsdam schon vor zehn Jahren Professuren geschaffen, die sowohl die Naturgefahrenprozesse wie Hangrutschungen oder Überflutungen untersuchen, als auch die gesellschaftlichen Risiken in den Blick nehmen. Das heißt, wir fragen schon länger, welche gesellschaftlichen Auswirkungen durch Prozesse der Naturgefahren hervorgerufen werden. Wie lassen sich diese Risiken minimieren? Und das ist natürlich eine gute Brückenfunktion, einerseits zu anderen naturwissenschaftlichen Lehrstühlen, die es mit der Hydrologie, der Geologie und der Mathematik gibt, andererseits zu den Verwaltungs- und Politikwissenschaften, die Folgen des Klimawandels für Entscheidungsträger in der Gesellschaft analysieren. Mit dem Antrag für ein Exzellenzcluster schaffen wir hier ein hervorragendes Fundament, um genau diese fächerübergreifende Expertise voranzutreiben.

Wagner: Die Universität Potsdam befindet sich im Zentrum eines florierenden, inspirierenden und wachsenden Forschungsumfelds mit besonderem Fokus auf Risiken durch Naturgefahren und Wasserextreme. Hier arbeiten bereits führende Forscherinnen und Forscher zusammen, um das System Erde zu verstehen. Durch gemeinsame Professuren mit den genannten Instituten – PIK, GFZ, aber auch dem Umweltforschungszentrum (UFZ) in Leipzig und dem Agrartechnischen Institut in Bornim (ATB) – hat die Uni Potsdam eine Forschungsgemeinschaft etabliert, auf der wir jetzt aufbauen. Unser Cluster integriert international führende Forscher wie die gemeinsam berufenen Profs. Johan Rockström (PIK) und Bruno Merz (GFZ) mit Forscher*innen, die noch am Anfang ihrer Karriere stehen, wie Prof. Eva Eibl (Uni Potsdam) oder Prof. Jakob Zscheischler (UFZ). Wir bringen außerdem Forschende aller Bereiche zusammen, in denen Wasserextreme relevant sind. Sehr wichtig ist, dass wir diese naturwissenschaftliche Forschung viel stärker mit den Sozialwissenschaften verbinden und Expertinnen der Uni Potsdam wie Prof. Sabine Kunstmann und Prof. Julia Fleischer mit einbeziehen.

Van der Beek: Fernerkundung ist eine große Stärke in Potsdam, etwa mit Prof. Dr. Bodo Bookhagen an der Uni Potsdam und Prof. Herold am GFZ als affiliierter Professor mit der Uni. Ich denke, was Potsdam besonders macht, ist die sehr starke Verbindung zwischen der Universität und den außeruniversitären Einrichtungen. Extrem viele gemeinsam Berufene, die Zusammenarbeit ist eingespielt, was sich nicht zuletzt an den vielen interdisziplinären Promotionsprojekten zeigt. Eine einmalige Praxis, eingeübt und mit Potenzial, das noch lange nicht ausgeschöpft ist. Nirgendwo anders gibt eine so starke Konzentration von Kompetenz und methodischer Vielfalt. Dazu gemeinsame Master- und Promotionsstudiengänge und eine breite Palette an Forschungsprojekten, die die Universität schon jetzt eng mit ihren außeruniversitären Partnern verbinden. Der Ausbau dieser bestehenden Synergien zu einem Exzellenzcluster wird uns in die Lage versetzen, die derzeitige Dynamik zu nutzen, um ein weltweit führendes Umfeld für Forschung, Ausbildung und Wissenstransfer zu schaffen.

Wie können die Stärken im Potsdamer Forschungsraum gebündelt werden?

Wagner: Die Universität Potsdam und die beteiligten Partner sind in den Hauptbereichen des Antrags schon jetzt wissenschaftlich führend: Unsere Forschenden treiben die großräumige Überwachung der Erde voran, indem wir innovative boden- und satellitengestützte Messungen durchführen und weiterentwickeln. Ein Beispiel ist die Einführung der seismischen Überwachung, um die Entwicklung von Massenabtragungen und Hochwasserereignissen zu beobachten. Wir waren die ersten, die ein Neutronenmesssystem für kosmische Strahlung auf Zügen der Deutschen Bahn installiert haben, um die Dynamik der Bodenfeuchtigkeit in noch nie da gewesenum Umfang zu quantifizieren. Unsere Fortschritte bei der Beobachtung beschränken sich nicht auf physikalische Prozesse. Wir haben auch die ersten sozialwissenschaftlichen Datensätze gesammelt und analysiert, um die Dynamik und Heterogenität der menschlichen Anfälligkeit und des Verhaltens als Reaktion auf Wasserextreme zu entschlüsseln.

Van der Beek: Die Forschenden der Uni, vom PIK, GFZ, UFZ und ATB, die an unserem Antrag beteiligt sind, haben weitreichende neue Erkenntnisse über Gefahrenprozesse durch Wasserextreme und deren Beeinflussung durch den Klimawandel gewonnen. So konnten wir beispielsweise aufzeigen, dass extreme Hochwasser von Prozessen beherrscht werden, die sich von denen unterscheiden, die häufigere Überschwemmungen steuern, was entscheidende Auswirkungen auf deren Vorhersage und Management



Die auf ein Flüsschen zusammengeschrumpfte Loire im französischen Département Charente-Maritime

hat. Wir erforschen, wie sich der Klimawandel auf die Häufigkeit von Hochwassern, Erdbeben, Dürren und Waldbränden auswirkt. Und vor allem, wie diese Extreme untereinander verbunden sind, da sie in Kombination viel größere Auswirkungen haben, als wenn sie allein auftreten.

Kann die Wissenschaft künftig Katastrophen wie im Ahrtal verhindern?

Thielen: Gänzlich verhindern nicht, aber Risiken und Schäden können besser eingeschätzt werden, sodass rechtzeitig Maßnahmen zur Schadenreduktion eingeleitet werden können. Schon jetzt suchen beispielsweise Expertinnen und Experten im Ahrtal systematisch nach Rückhalteräumen, in denen auftretende Wassermassen zwischengespeichert werden. Das ist auf jeden Fall wichtig, um die Spitze zu kappen, damit nicht der gesamte Niederschlag des Starkregens direkt im Fluss landet. Deiche zu bauen kommt in einem engen Tal nicht in Frage. Bei dem Hochwasser in der Eifel haben wir auch gesehen, dass Autos, Baumstämme, Geröll und Sediment mitgespült wurden und die Brücken verstopft haben. Irgendwann war der Wasserdruck so stark, dass eine Welle durchgebrochen ist, die dann wiederum noch schwerwiegender wütete und die Brücken eingerissen hat. Das heißt: Für solche neuralgischen Stellen braucht es beim Wieder-

aufbau gute Konzepte. Brücken sollten durchlässiger, größer gebaut werden, um diesen Verstopfungen vorzubeugen. Extreme Ereignisse werden auf Karten markiert, um stark gefährdete Gebiete auszuweisen. Diese Regionen müssen frühzeitig evakuiert werden, um zumindest die Anzahl der Opfer und Verletzten zu minimieren, und auch, um die Belastung der Menschen durch das Hochwasser gering zu halten. Viele haben in der Nacht das Hochwasser hautnah miterlebt – ein traumatisches Ereignis, das mit dem Gefühl des Kontrollverlustes einhergeht. Deshalb braucht es gute Warnsysteme, funktionierenden Katastrophenschutz und Ideen, um den Wiederaufbau relativ schnell und unkompliziert zu gestalten.

Wagner: Auch hierzu existiert in Potsdam bereits vielfältige Kompetenz. Wir haben empirisch abgeleitete Hochwasserschadensmodelle entwickelt. Sie berücksichtigen Einflussfaktoren wie physikalische Prozesse, aber auch menschliches Verhalten. So werden die Bewertungen präziser und die Vorhersagen der Hochwasserfolgen realistischer. Wir gehören zu den Ersten, die Interaktionen in der internationalen Multi-Level-Risk-Governance untersuchen und quantifizieren und so beispielsweise den wichtigen Einfluss informeller Akteure auf die Gestaltung der Klimapolitik aufzeigen. Wir haben den ersten globalen Datensatz zusammengestellt, der zeigt, dass wir aus wiederholten Dürren und Überschwemmungen nur unzureichend lernen.

Das war zwar erst einmal ein negatives Ergebnis, aber es hat auch gezeigt, was wir in der Zukunft noch viel besser machen können, wenn wir die wissenschaftliche Basis für unsere Entscheidungen verbessern.

van der Beek: Genau hier brauchen wir verstärkt die Sozialwissenschaften. Die Gesellschaft ist kein passiver Empfänger von Risiken. Vielmehr erhöht unser Verhalten dieses Risiko teilweise, zum Beispiel, indem wir in Gefahrenzonen wohnen. Wir müssen die Dynamiken zwischen Extremen und der Gesellschaft besser verstehen. Darüber hinaus werden die Kommunikation und der Transfer wissenschaftlich basierter Sachverhalte für Entscheidungsträger und die Meinungsbildung in einer Gesellschaft immer relevanter. Die Politik muss künftig über Risiken mit großen Unsicherheiten informieren. Wir können extreme Niederschlagsereignisse nicht verhindern, wohl aber deren Auswirkungen auf unser Leben.

Ihre Vision: Wasserextreme zu verstehen, zu simulieren und mit Handlungsanweisungen darauf zu reagieren – um die Risiken zu minimieren. Ein sehr großes Vorhaben, das nach den Sternen greift?

van der Beek: Wir haben sehr gute Voraussetzungen dafür, hier mit größeren Visionen und Projekten an den Start zu gehen. Über Cluster-Forschung lässt sich in größeren Gruppen arbeiten, um langfristig noch weiter voranzukommen als bisher. Damit wir uns vor extremen Ereignissen künftig besser schützen

können, müssen wir dringend unsere Modelle voranbringen, die Methoden der Forschungen weiterentwickeln. Natürlich ist es auch wichtig, den Klimawandel selbst zu verlangsamen. Parallel müssen wir aber diese Extreme besser verstehen, um uns dagegen zu rüsten.

Thielen: Und die Schadensanfälligkeit wird zentral. Hier wollen wir ganz gezielt Daten erheben. Wichtig sind sogenannte „Längsschnitt-Studien“, in denen Menschen einige Zeit begleitet werden, um Daten zu ihrem Vorsorgeverhalten, zur Wahrnehmung von Gefahren, von Schutzmöglichkeiten, von Ressourcen etc. zu erfassen. Auf dieser Grundlage können wir





CRNS-Sonde – zur Messung der Bodenfeuchte – im Feldtest
 ▶ S. 76



dann deutlich bessere Modelle entwickeln, sodass die Vorhersagen wiederum deutlich optimiert werden.

Was ist das Neue, wie erweitern Sie vorhandene Ansätze?

Thielen: Wir führen drei große Forschungsfelder zusammen: die Naturgefahren und -prozesse, deren Wechselwirkung mit der Gesellschaft und integrierte Modelle zur Darstellung. So werden wissenschaftlich basierte Erkenntnisse differenziert und verständlich aufbereitet. Auf einer solchen Grundlage können politische Entscheidungsträger mit verschiedenen Szenarien kalkulieren. Hier planen wir Instrumente der virtuellen Realität einzusetzen, mit denen die Szenarien nachvollziehbar werden. So lassen sich Entscheidungsprozesse unterstützen. Wir wagen den Versuch, grundlagenorientierte Forschung in die Anwendung und den Transfer zu bringen. Einen größeren Mehrwert kann es nicht geben, oder? Nehmen wir z. B. das Harding Center, das berühmt ist für seine Risikokommunikation. Risiken basieren auf Wahrscheinlichkeiten, doch viele Entscheidungsträger tun sich damit

schwer, entsprechende Modelle oder Studien richtig zu interpretieren. Hier wollen wir die wertvolle Arbeit des Harding Centers nutzen, um unsere Ergebnisse besser zu kommunizieren, damit die Menschen eben auch diese Wahrscheinlichkeiten verstehen und interpretieren können.

Was bringt ein Exzellenzcluster der Universität Potsdam?

Wagner: Ein Cluster in diesem Bereich wäre ein großer Erfolg. Für Potsdam, Brandenburg und darüber hinaus. Der Bedarf an besserer wissenschaftlicher Basis für die Entscheidungsfindung von Städten, Gemeinden, Ländern, dem Bund und auch internationalen Organisationen wie der Weltbank ist riesig. Es wäre eine sehr konsequente Fortführung der Arbeit, die wir in Potsdam betreiben. Inhaltlich und in der Zusammenarbeit erwarte ich einen richtigen Push, der die interdisziplinäre Kooperation von Mathematik, Physik, Geowissenschaften, Umweltwissenschaften, aber auch mit Politik- und Verwaltungswissenschaften intensiviert und umfassender gestaltet. Wir



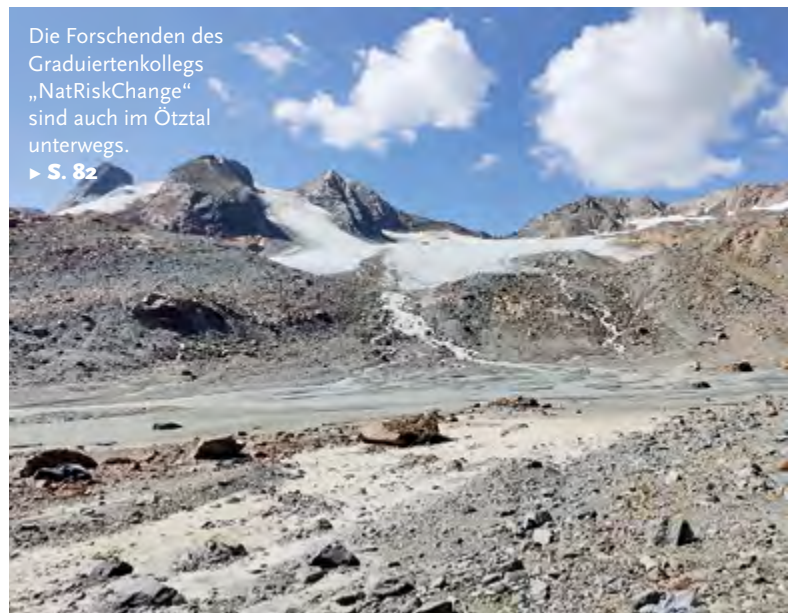
Die Ausbrüche von eisgedämmten Gletscherseen, wie dem Lake No Lake in British Columbia, verändern sich im Zuge des Klimawandels.

erwarten, dass ein Exzellenzcluster zu Wasserextremen im nächsten Jahrzehnt zu bahnbrechenden Fortschritten führen wird. Wir streben eine integrierte Risikobeschreibung an, die auf einem schrittweisen Wandel unseres quantitativen Verständnisses seltener Wasserextreme und ihrer Interaktion mit der Gesellschaft beruht. Ein integrierter wissenschaftlich fundierter Ansatz würde bedeutende Fortschritte entlang der gesamten Risikokette im integrierten System Mensch–Erde ermöglichen: vom Verständnis über die Vorhersage bis hin zum Management.

Und mit dem Cluster könnte eine neue Generation von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ausgebildet werden?

Van der Beek: Es kann gar nicht hoch genug eingeschätzt werden, welche Auswirkungen ein Cluster für die wissenschaftliche Gemeinschaft in Potsdam haben würde. Das würde die Entwicklung der Universität Potsdam zu der Forschungsuniversität, die wir uns wünschen, entscheidend voranbringen. Ein solches Cluster würde ein einzigartiges, international führendes exzellentes Zentrum für Wasserextreme und deren Risiken schaffen. Das Cluster würde die Ausbildung einer neuen Generation von Wissenschaftlerin-

Die Forschenden des Graduiertenkollegs „NatRiskChange“ sind auch im Ötztal unterwegs.
► S. 82



nen und Wissenschaftlern und die Entwicklung einer gemeinsamen wissenschaftlichen Kultur über akademische Disziplinen hinweg ermöglichen, was für das Verständnis und die Bewältigung der Komplexität von Wasserextremen unerlässlich ist.

DIE FRAGEN STELLTE DR. SILKE ENGEL.

AUS DEM ALL UND DER LUFT, MIT LASER UND NEUTRONEN

MODERNE
SENSORTECHNOLOGIEN
HELFE DABEI, DIE ERDE IMMER
BESSER ZU VERSTEHEN



Archimedes kam auf das Gesetz des hydrostatischen Auftriebs, weil er selbst seine Badewanne zum Überlaufen brachte, Isaac Newton soll das allgemeine Gravitationsgesetz „mithilfe“ eines Apfels entdeckt haben, und Galileo Galilei sah dank eines einfachen Fernrohrs, dass die Milchstraße aus unzähligen Sternen besteht. Doch die Zeiten, in denen Wissenschaft mit einfachen technischen Hilfsmitteln auskam, sind Vergangenheit. Inzwischen vermessen Forschende die Welt und was sie bewegt, mit allem, was der technologische Fortschritt hergibt. Eine fotografische Feldstudie bei den Geo- und Umweltwissenschaften:

PROF. DR. BODO BOOKHAGEN,
PROFESSOR FÜR GEOLOGISCHE
FERNERKUNDUNG
► Lidar, Radar und optische Kameras

Welche sensorischen Methoden setzen Sie für Ihre Forschungsarbeit ein?

Wir nutzen Lidar, Radar und optische Kameras.

Was zeichnet sie aus?

Lidar – kurz für Light Detection and Ranging – sind rotierende Lasergeräte, die auf Flugzeugen, Drohnen oder auch auf dem Boden eingesetzt werden können. An der Universität Potsdam verwenden wir terrestrische Geräte, die in der Lage sind, die Erdoberfläche millimetergenau zu vermessen, und dabei z.B. sogar

Kiesel unterscheiden und Korngrößen detektieren können.

Satellitengestützte Radaraufnahmen der Sentinel-satelliten erlauben uns, die Erdoberfläche millimeter- bis zentimetergenau zu erfassen und z.B. Versätze nach Erdbeben oder von sich langsam abwärtsbewegenden Bergstürzen zu machen. Hier arbeiten wir insbesondere in den Zentralanden und schauen uns die Auswirkungen der letzten großen Erdbeben wie z.B. im November 2020 oder langsame Bergstürze an, die mit mehreren Zentimetern bis Dezimetern pro Jahr abwärts kriechen.

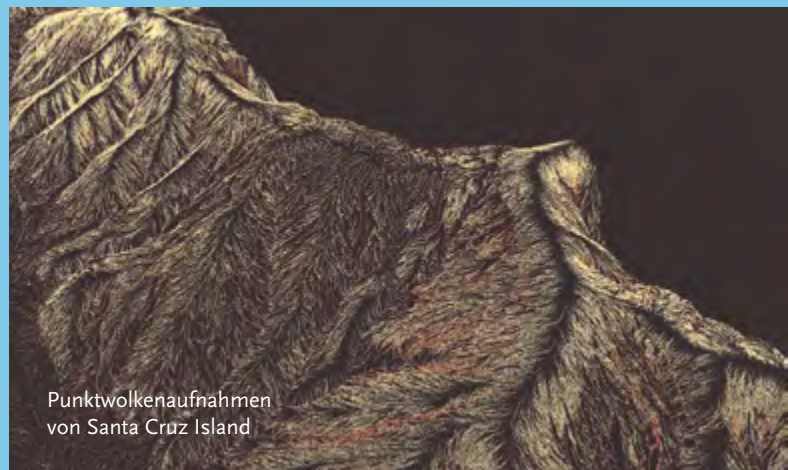
Beide Geräte – Lidar und Radar – sind bislang noch relativ schwer und werden deshalb meist nicht auf Drohnen eingesetzt. In fünf Jahren kann sich das aber bereits ändern. Für Drohnenaufnahmen verwenden wir meist optische Kameras, die im blauen, grünen, roten und auch nah-infraroten Spektrum arbeiten. Mit den stark überlappenden Aufnahmen können wir 3D-Modelle der Erdoberfläche erstellen. Diese sind zwar nicht immer ganz so genau wie mit Lidardaten, dafür sind die geografischen Einsatzbereiche wesentlich flexibler.

Sowohl Lidardaten als auch optische Drohnenaufnahmen erlauben die Erstellung von sogenannten Punktwolken, also 3D-Darstellungen. Mit deren Hilfe detektieren wir zum Beispiel Vegetation und Biomasse, dokumentieren Erdbeben, erfassen Veränderungen insbesondere nach Fluten. Wir verwenden diese zentimetergenauen Höhenmodelle auch zur Kartierung von tektonischen Zerreiß- oder Bruchstellen im Gestein sowie langsamer tektonischer Deformation, die auf dekadischen Zeitskalen eine wichtige Rolle bei der Landschaftsentwicklung spielen.

In welchen Projekten arbeiten Sie aktuell damit?

Aktuell laufen Projekte in den Zentralanden, im Himalaya, in Zentralasien und in Namibia. Für viele Analysen entwickeln wir Algorithmen, was zum größten Teil in Golm stattfindet.

Start einer Drohne



Punktwolkenaufnahmen
von Santa Cruz Island



Fertige Installation, im Hintergrund ein Gebirge westlich von Skeidararsandur



Installiertes Seismometer

PROF. DR. EVA EIBL
JUNIORPROFESSORIN FÜR ALLGEMEINE
GEOPHYSIK
► Seismometer und Rotationssensoren

Welche sensorischen Methoden setzen Sie für Ihre Forschungsarbeit ein?

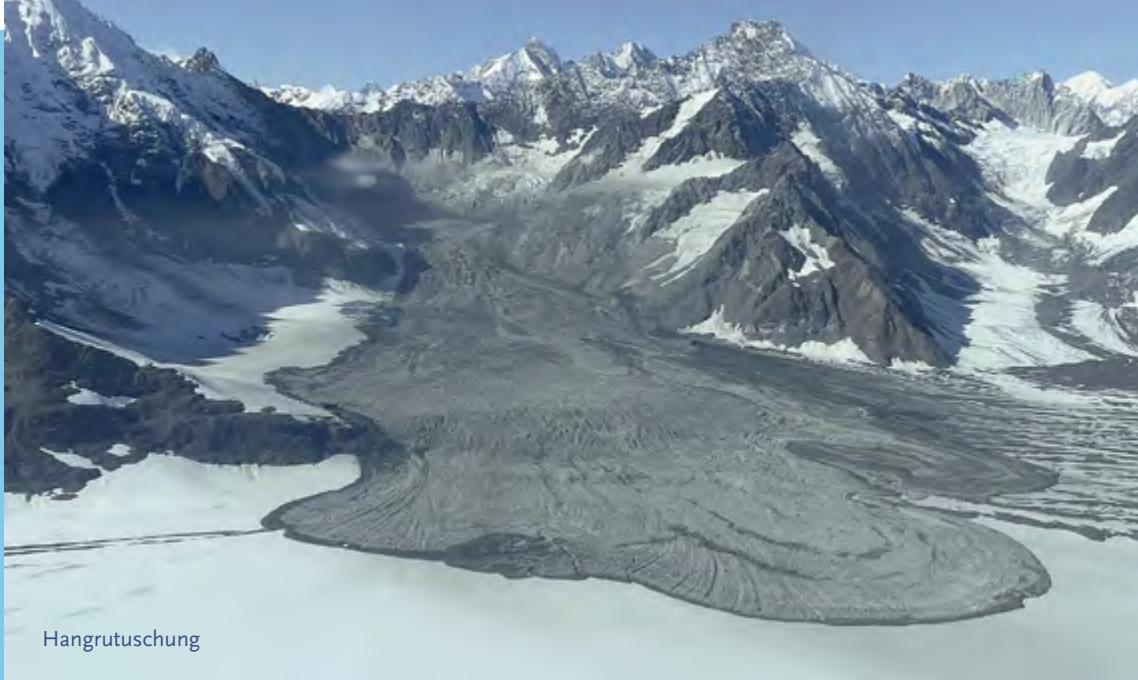
Für meine Forschungsarbeit verwenden wir Seismometer und Rotationssensoren.

Was zeichnet sie aus?

Diese Instrumente messen die Bodenbewegung an einem Punkt. Um sie vor starken Temperaturschwankungen oder Störgeräuschen durch Wind zu schützen, vergraben wir die Instrumente meistens ca. 20 bis 50 Zentimeter tief. Seismometer sind sehr empfindliche Instrumente und können auch Bodenbewegungen von der Dicke eines menschlichen Haares problemlos aufzeichnen. Wir messen die Bodenbewegung damit entlang dreier Achsen (x, y, z). Rotationsensoren messen die Rotation um dieselben drei Achsen. Wir „hören“ mit beiden Instrumententypen Prozesse im Untergrund, die Erdbeben oder auch länger andauernde Signale wie Tremor erzeugen.

In welchen Projekten arbeiten Sie aktuell damit?

Wir analysieren aktuell seismologische Signale, die von Flutwellen in Island erzeugt werden, um zu verstehen, wie sie sich bewegen und welche physikalischen Prozesse sie begleiten. Fluten, die sich unter dem Eis bewegen, erzeugen schwache seismische Signale. Um diese besser zu „sehen“, installieren wir mehrere Seismometer in Abständen von 300 bis 1000 Metern als sogenannter Array. Wir können die Bodenbewegungen dann überlagern und damit das Signal verstärken und das Rauschen abschwächen. Wir sind damit außerdem in der Lage, die Richtung des Signals zu bestimmen und den Prozess örtlich zu verfolgen. Wir verwenden Arrays, um die seismischen Signale, die von Fluten unter dem Eis erzeugt werden, besser zu verstehen. Da diese Prozesse unter einer dicken Eisschicht ablaufen, ist das die einzige Möglichkeit zu verstehen, wie eine Flut startet, wie sich das Wasser fortbewegt oder wie es mit Hindernissen umgeht. Wir vermuten, dass diese Signale uns verraten, wie das Eis spröde bricht, wenn das Wasser sich einen Weg bahnt und das Eis ca. einen Meter anhebt. Der angehobene Bereich ist dabei in manchen Bereichen bis zu 40 Kilometer lang und acht Kilometer breit und die Anhebung dauert in manchen Fällen auch eine Woche. Das Vorland kann dann von einem Abfluss mit bis zu 3000 Kubikmeter pro Sekunde überschwemmt werden. Auch im Fluss (außerhalb vom Gletscher) haben wir kürzlich Signale durch Stromschnellen entdeckt, die stärker werden, wenn der Abfluss ansteigt. Näher am Fluss würde man vermutlich auch Signale durch das transportierte Material, Sand und Gestein, aufzeichnen. So nah, wären die Instrumente aber evtl. gefährdet und da es meistens mehr als einen See gibt, der eine Flut erzeugen könnte, und den wir überwachen wollen, sind unsere Instrumente eher etwas entfernter vom Fluss, aber strategisch günstig zu den verursachenden Seen.



Hangrutschung



Drohne

PROF. DR. OLIVER KORUP
PROFESSOR FÜR NATURGEFAHREN
► Satelliten- und Drohnenaufnahmen

Welche sensorischen Methoden setzen Sie für Ihre Forschungsarbeit ein?

Wir benutzen häufig satellitengestützte Daten, die die Erdoberfläche bis auf wenige Meter genau auflösen. Satelliten- und Drohnenaufnahmen sind mittlerweile unentbehrlich, um einzelne Hangrutschungen genau zu kartieren oder viele Tausend flächenhaft zu erfassen. Satellitenaufnahmen verwenden wir auch häufig, um zu identifizieren, welche Gebiete mit Vegetation bedeckt oder von Menschen genutzt werden. Um herauszufinden, ob Hangrutschungen infolge des rapiden Klimawandels generell häufiger auftreten oder größere Flächen betreffen, greifen wir auch verstärkt auf Temperatur- und Niederschlagsdaten zurück. Oft geben uns räumliche und zeitliche Muster von dokumentierten Hangrutschungen Hinweise auf deren Auslöser oder Ursachen. Ein Teil unserer Forschung ist es also, diese Muster so gut zu verstehen, dass wir

in der Lage sind, belastbare Vorhersagen zu machen, wann und wo Hänge zukünftig instabil werden.

Was zeichnet sie aus?

Wir benutzen angesichts der zunehmenden Fülle von Erdbeobachtungsdaten verstärkt statistische Modelle, die einerseits stark von diesen Beobachtungen geleitet werden. Andererseits sind die Modelle aber auch in der Lage, die Verlässlichkeit von Vorhersagen einfach zu vermitteln. Wie auch in vielen anderen Bereichen spielt Künstliche Intelligenz hier eine zunehmend wichtige Rolle, z.B. wenn es um die automatische und möglichst rasche Kartierung von Katastrophengebieten geht. Hier können datengetriebene Modelle aufwendige Geländearbeiten unterstützen oder zielgerichtet informieren. Letztlich haben wir es bei Hangrutschungen mit einer weitverbreiteten, lokal aber doch sehr seltenen Naturgefahr zu tun, und Datenmodelle helfen uns hier zu einer objektiveren Einschätzung von Risiken.

In welchen Projekten arbeiten Sie aktuell damit?

Derzeit arbeiten wir an Studien, ob und wie sich das Auftreten von Hangrutschungen infolge von Niederschlägen im städtischen Raum von ländlichen Gebieten unterscheidet. Urbane Räume sind geprägt von einer starken Umgestaltung der Landschaft und des lokalen Klimas, sodass wir hier deutliche Unterschiede in kritischen Niederschlagswerten erwarten. Dies könnte eine Frühwarnung vor Hangrutschungen verbessern. Zudem untersuchen wir die Schutzwirkung natürlicher Waldvegetation gegenüber Hanginstabilitäten. Gerne wird pauschal argumentiert, dass intakte Wälder vor Erosion schützen. Allerdings muss das nicht unbedingt ausnahmslos gelten, vor allem nicht in gebirgigen Gebieten. Dort sind wir daran interessiert, die Grenzen dieser natürlichen Schutzwirkung zu erfassen.

PROF. DR. SASCHA OSWALD
PROFESSOR FÜR WASSER- UND STOFF-
TRANSPORT IN LANDSCHAFTEN
► Cosmic-ray neutron sensing, kurz CRNS,
und lokale Begleitmessungen

Welche sensorischen Methoden setzen Sie für Ihre Forschungsarbeit ein?

Cosmic-ray neutron sensing, kurz CRNS, für Bodenfeuchte auf Landschaftsskala, daneben einige lokale Begleitmessungen.

Was zeichnet sie aus?

Hochenergetische Teilchen aus dem Weltall durchdringen laufend das Magnetfeld der Erde und erzeugen letztlich einen natürlichen Hintergrund an Neutronen an der Landoberfläche. Da diese ungeladen sind, durchdringen sie den Boden vergleichsweise problemlos. Doch Wasser hält sie sehr gut zurück. Im Grunde zählen wir mithilfe der CRNS-Sonden lediglich, wie viele Neutronen jeweils fehlen, weil das Wasser im Boden sie daran gehindert hat, wieder zurück in die Atmosphäre zu kommen. Jede Sonde misst die Änderung der Wassermenge, die sich in ihrer weiteren Umgebung befindet. Dabei gibt es drei Besonderheiten, die diese Messung einzigartig machen: Erstens deckt die Sonde einen kreisförmigen Bereich von 300 bis 400 Metern Durchmesser ab und eine Messung erfolgt vielfach jeden Tag – über Wochen, Monate und Jahre. Zweitens: Obwohl die Sonde oberhalb des Bodens, angebracht ist, können wir Wasser bis in eine Tiefe von fast einem halben Meter erfassen, zumindest bei großer Trockenheit. Drittens lässt sich mit solch einer Messung der mittlere Gehalt an Wasser im Boden quantitativ bestimmen – etwas, wofür man sonst eine Vielzahl von einzelnen Messungen vor Ort bräuchte. Auf der Ebene eines ganzen

Untersuchungsgebiets können wir durch ein Cluster von solchen Sonden dann auch wieder ein räumliches Bild bekommen.

In welchen Projekten arbeiten Sie aktuell damit?

Wir setzen sie in drei Projekten innerhalb der DFG-Forschungsgruppe „Cosmic Sense“ ein, deren Ziel es ist, die Bodenfeuchte, also das im Boden momentan gespeicherte Wasser, auch auf größeren Flächen messen zu können. Erstens stellt die Uni Potsdam, die das Forschungsprojekt koordiniert, CRNS-Technologie zentral bereit und betreibt einen stationären Cluster aus CRNS-Detektoren. Zweitens arbeiten die UP-Forschenden daran, die CRNS-Methodik für temporäre Messungen größerer Einzugsgebiete bis etwa 100 Quadratkilometer zu adaptieren. Und drittens erproben sie die Bestimmung der Bodenfeuchte in landwirtschaftlich genutzten Flächen. Zusätzlich wird CRNS auch in einem gerade startenden EU-Projekt „SoMMet“ getestet und eingesetzt, das in internationaler und interdisziplinärer Zusammenarbeit solche Messungen von Bodenfeuchte messtechnisch unterfüttern und in die Anwendung bringen möchte.

DIE FRAGEN STELLTE MATTHIAS ZIMMERMANN.

Fotos: ZIM (2)



Forschende bei Wartungsarbeiten an der CRNS-Sonde



Flug über Messfeld mit CRNS-Sonden

EXTREME VERSTEHEN

Das Graduiertenkolleg NatRiskChange entwickelt Methoden, um Naturgefahren und Risiken in einer Welt im Wandel zu analysieren und zu quantifizieren

Sich ändernde Rahmenbedingungen, wie die Erderwärmung oder die Landnutzung, können das Auftreten von Naturereignissen und das von ihnen ausgehende Risiko stark beeinflussen. „Das Ziel von NatRiskChange (Natural Hazards and Risks in a Changing World) ist es, Methoden zur besseren Analyse der Häufigkeit, des Ausmaßes und der Konsequenzen von Naturgefahren zu entwickeln“, sagt die Sprecherin des Graduiertenkollegs Prof. Annegret Thieken.

„Eine Naturgefahr ist ein physischer Prozess, der die Gesellschaft für gewöhnlich negativ beeinflusst“, sagt Lisa Luna, Doktorandin in der 2018 gestarteten zweiten Kohorte von „NatRiskChange“. Einige der Doktorandinnen und Doktoranden befassen sich beispielsweise mit der Gefahr, die von Erdbeben ausgeht. Andere untersuchen die Gefahr von Überschwemmungen, Dürren, Starkregen oder Erdbeben. Neben der Gefahrenabschätzung werden auch die Risiken, also mögliche Auswirkungen und Schäden von Naturereignissen erforscht. Hier geht es vorrangig um die Frage der Anfälligkeit: Wie widerstandsfähig ist die Gesellschaft gegenüber einer bestimmten Gefahr? „Wie könnte sich beispielsweise eine Überschwemmung in einem bestimmten Gebiet auf die Menschen und die Infrastruktur dort auswirken?“, fasst Lisa Luna zusammen. Ihr eigenes Projekt konzentriert sich darauf, wie man Erdbeben besser vorhersagen kann. „Bisher habe ich mich mit der saisonalen Abhängigkeit von Erdbeben befassen, also zu welchen Jahreszeiten sie wahrscheinlicher oder unwahrscheinlicher sind und wie viele zu erwarten sind.“

Der Wasseringenieur Joaquin Vicente Ferrer interessiert sich dagegen für die anthropogenen Auslöser von Erdbeben, also ob Veränderungen in der Landnutzung durch den Menschen mehr Erdbeben zur Folge haben. „So ist es durchaus denkbar, dass Unternehmen flussabwärts einen Damm errichten, ohne zu wissen, dass dies anderswo am Fluss einen großen Erdbeben auslösen kann.“ In den vergangenen Jahren beschäftigte er sich bereits mit verschiedenen katastrophalen Naturereignissen wie Überschwemmungen, Taifunen und Tsunamis. „In meiner Doktorarbeit betrachte ich nun die größten Erdbeben weltweit. Diese haben mich schon immer interessiert“, berichtet er. „Sie haben eine geringe Wahrscheinlichkeit, aber verheerende Auswirkungen.“

Genau wie Ferrer begann Amalie Skålevåg ihre Promotion 2021 mit der dritten Kohorte von „NatRiskChange“. Sie erforscht Veränderungen der Frost-Tau-Verhältnisse in alpinen Gebieten und die Auswirkungen der globalen Erwärmung auf den Gletscherrückgang und Erosionsprozesse. „Ich möchte wissen, wie sich der Temperaturwechsel in Hochgebirgsregionen auf die Sedimentproduktion auswirkt und die Dynamik im System beeinflusst“, sagt sie.

Zu diesem Zweck hat sie Feldforschungen im Tiroler Ötztal durchgeführt. Mithilfe statistischer Methoden will sie Trends in der Entwicklung bestimmen und analysieren.



DIE FORSCHENDEN

Prof. Dr. Annegret Thieken studierte Geoökologie an der TU Braunschweig und Umweltwissenschaften an der Universität von Amsterdam. Seit 2011 leitet sie die Arbeitsgruppe Geographie und Naturrisikoforschung an der Universität Potsdam. Sie ist Sprecherin von „NatRiskChange“.

✉ annegret.thieken@uni-potsdam.de



Lisa Luna studierte Geologie am Middlebury College (USA) und Geowissenschaften an der Universität Potsdam. Seit 2019 promoviert sie im Graduiertenkolleg „NatRiskChange“ zur Verbesserung von Erdbebenvorhersagen.

✉ lisa.luna@uni-potsdam.de



Joaquin Vicente Ferrer studierte Wasserwissenschaft und –technik am Delft Institute for Water Education und Bauingenieurwesen an der University of the Philippines Diliman. Seit 2021 promoviert er im Graduiertenkolleg „NatRiskChange“

zur Vorhersage großer Erdbeben in einer sich ändernden Welt.

✉ joaquin.vicente.consunji.ferrer@uni-potsdam.de



Amalie Skålevåg studierte Geoökologie an der Universität Potsdam und Umweltmodellierung am University College London. Seit 2021 promoviert sie im Graduiertenkolleg „NatRiskChange“ zu veränderten Wasser- und Energiebedingungen

und deren Bedeutung für den Sedimenttransport in alpinen Gebieten.

✉ amalie.skalevag.1@uni-potsdam.de



DAS PROJEKT

Das Graduiertenkolleg „**NatRiskChange**“ erforscht Gefährdungen und Risiken von Naturereignissen angesichts sich verändernder Bedingungen in Umwelt und Gesellschaft.

Beteiligt: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), Helmholtz-Zentrum Potsdam/Deutsches Geo-Forschungszentrum (GFZ), Freie Universität Berlin und das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)
 Forderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Laufzeit: 2015–2024

www.uni-potsdam.de/en/natriskchange



Mit Task Forces ganz nah dran

Damit die Doktorandinnen und Doktoranden im Graduiertenkolleg interdisziplinär zusammenarbeiten und auch zum Verständnis aktueller Schadensereignisse beitragen, wurden anwendungsbezogene Task Forces als integrativer Teil des Qualifikationsprogramms eingerichtet. „In einer Task Force kommen Promovierende und Betreuungspersonen zusammen, um gemeinsam an einer kürzlich aufgetretenen Naturgefahr zu arbeiten, auf die sie aufmerksam geworden sind“, fasst Lisa Luna zusammen. „Das war eines der Highlights meiner Doktorandenzeit.“ Amalie Skålevåg fügt hinzu: „Wer gerade Interesse und Zeit hat, kann einen Beitrag leisten. Am Ende muss ein Produkt wie ein Bericht, eine Veröffentlichung oder eine Webseite erstellt werden.“ Die Promovierenden müssen sich während ihrer Zeit im Kolleg an mindestens einer

Task Force beteiligen. In den letzten Jahren wurden Task Forces unter anderem nach dem Eifelhochwasser in Deutschland im Sommer 2021 und den Waldbränden in Australien 2019/20 eingesetzt. In einer aktuellen Task Force untersucht Joaquin Vicente Ferrer Sturzfluten in Italien im Sommer 2022. „Zusammenzukommen, um zu sehen, was die anderen machen und welche Methoden sie anwenden, gibt mir wiederum Einblicke in mein eigenes Projekt“, erklärt er.

Für Lisa Luna ergab sich eine weitere Möglichkeit für angewandte Forschung, als sie zu einem Frühwarnsystem für Erdbeben beitragen konnte. In einem gemeinsamen Projekt mit der University of Oregon wurde ihr Wissen über statistische Modellierung in ein Echtzeit-Online-Dashboard implementiert, das die Erdbebengefahr in der Stadt Sitka im Südosten

Alaskas auf der Grundlage von beobachteten Niederschlagsdaten und Wettervorhersagen abschätzt. „Der Anwendungsaspekt hat mir sehr gefallen“, sagt sie. „Ich dachte mir, wenn wir unsere Sache gut machen, können wir tatsächlich bessere Informationen zur Erdbehrschgefah in Sitka erhalten.“

Ein starker Zusammenhalt

Die Promovierenden sind sich darin einig, dass der wichtigste Aspekt im Graduiertenkolleg das unterstützende Netzwerk junger Forschender ist. „Das Gemeinschaftskonzept von NatRiskChange war eine große Motivation für mich, überhaupt zu promovieren“, sagt Amalie Skålevåg. „Wir haben das Glück, uns stets mit den Doktorandinnen und Doktoranden der beiden ersten Kohorten austauschen zu können“, fügt Joaquin Vicente Ferrer hinzu. „Durch diese Überschneidung fühlte ich mich in meinem ersten Jahr viel weniger verloren.“ Die Vernetzung unter den Promovierenden wird außerdem durch zwei- bis dreitägige Klausurtagungen gefördert, die zweimal pro Jahr stattfinden und auf denen alle Arbeiten mit den Betreuenden diskutiert werden. „Dies fördert nicht nur den Zusammenhalt, sondern auch ein fächerübergreifendes Verständnis und ein besseres Management von Naturgefahren“, ist Annegret Thieken überzeugt. Das in den vergangenen Jahren aufgebaute Netzwerk

ist auch für die Zukunft der Naturgefahrenforschung weltweit ein großer Gewinn. Einige Alumni tragen die Ideen und Konzepte des Graduiertenkollegs weiter in internationale Unternehmen oder andere Forschungseinrichtungen. Unter anderem wurde auf diesem Wege die Zusammenarbeit mit dem Indian Institute of Technology Roorkee intensiviert und soll zukünftig in gemeinsamen Projekten fortgesetzt werden.

DR. STEFANIE MIKULLA



Ihre Feldarbeit führte Doktorandin Amalie Skålevåg ins Ötztal.

Über Berg

**Prof. Dr. Peter van der Beek
erforscht die Triebkräfte der
Gebirgsbildung**

DAS PROJEKT

Das Forschungsprojekt „COOLER“ (**Climatic Controls on Erosion Rates and Relief of Mountain Belts**) untersucht Rückkopplungen zwischen tektonischen Prozessen in der Lithosphäre und klimatischen Prozessen in der Atmosphäre. Es nutzt neue Methoden der Thermochronologie, um hochaufgelöste Daten zu Erosionsraten und Reliefänderungen in Gebirgen zu erheben und zu analysieren.

Förderung: Europäischer Forschungsrat,
ERC Advanced Grant
Laufzeit: 2020–2025

<http://erc-cooler.eu/>



und

Tal

Der Geowissenschaftler Peter van der Beek ist Spezialist für Thermochronologie. Mithilfe dieser Methode blickt er weit zurück in die Geschichte von Gebirgszügen und Landschaften und nutzt dafür Isotope des Edelgases Helium, die in den Kristallgittern von Mineralen Jahrmillionen überdauert haben. Sie verraten ihm, wie schnell sich Gebirge in die Höhe geschoben haben und wie sie gleichzeitig abgetragen werden.

Als er 2020 von Grenoble nach Potsdam kam, war alles etwas anders als geplant: Erst im Juni – zwei Monate später als ursprünglich beabsichtigt – konnte Peter van der Beek sein Büro am Institut für Geowissenschaften beziehen und seine Stelle als Professor für Allgemeine Geologie antreten. „Wir hatten einen Lockdown in Frankreich und ich konnte nicht umziehen“, erinnert er sich. Dabei war der Zeitplan eng gestrickt: Ein großes Forschungsprojekt stand kurz vor dem Start, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mussten eingestellt werden und ein spezielles Messgerät sollte in Potsdam eintreffen. Die Pandemie hat den Zeitplan ein wenig durcheinandergebracht. „Aber schließlich haben wir doch noch alles geschafft und konnten loslegen“, erzählt Peter van der Beek.

Im EU-geförderten Forschungsprojekt „COOLER“ ist er gemeinsam mit seinem Team nun jenen Kräften auf der Spur, die das Erscheinungsbild von Gebirgen formen. Warum gibt es tiefe Täler und hohe Gipfel, zerklüftete Berghänge oder Plateaus? Warum sehen die Gebirge so unterschiedlich aus? Wie spielen die tektonische Hebung und die Erosion zusammen? Und was für eine Rolle übernimmt das Klima dabei?

Bekanntes und unerforschte Orte

Ob es die Alpen, die Rocky Mountains, der Himalaya oder die Anden sind – die Gebirgszüge dieser Erde haben eine bewegte Geschichte hinter sich, die noch

immer nicht abgeschlossen ist. Schnell wachsende Gebirge wie der Himalaya werden von der Plattentektonik einige Millimeter pro Jahr nach oben geschoben. Andere wachsen weniger als einen Millimeter. Wind, Niederschläge, Gletscher oder die chemische Verwitterung tragen das Material an der Oberfläche wieder ab – manchmal hebt diese Erosion das Wachstum der Berge komplett auf. „Die Form der Berge liefert uns Informationen über die tektonische Hebung und die Erosion. Diese Erosionsgeschichte versuchen wir zu verstehen“, erklärt Peter van der Beek.

Als Geologe blickt er dabei auf einen Zeitraum von mehreren Millionen Jahren und bedient sich einer Vorgehensweise, die analysiert, wie sich das Gestein in diesem Zeitraum abgekühlt hat. Thermochronologie heißt diese Methode, die die Struktur und Zusammensetzung von Mineralen betrachtet und damit einen Blick auf ihre Geschichte wirft. Pro Kilometer nimmt die Temperatur unter der Erdoberfläche etwa 30 Grad Celsius zu. Schiebt die Plattentektonik Material aus der Tiefe an die Oberfläche, kühlt es ab. Peter van der Beek ist einer von wenigen Experten für Thermochronologie und kann aus diesen Informationen Rückschlüsse auf die Erosionsgeschichte ziehen.

Das Instrument, das für diese Analyse benötigt wird, nimmt viel Raum in Anspruch: Am Potsdamer Institut wird dafür ein eigenes Labor benötigt. „Es gibt auf der ganzen Welt nur ein weiteres Labor, das diese Technik bereits effektiv nutzt. Und das ist in Berkeley in Kalifornien“, erzählt Peter van der Beek, der nicht ohne Stolz auf das Potsdamer Edelgasmassenspektrometer blickt. Weitere Forschungslabore arbeiten daran, die Methode ebenfalls zu etablieren. Die ersten Publikationen darüber erschienen zwar bereits 2005. Doch ein Edelgasmassenspektrometer ist sehr teuer und nicht einfach zu handhaben. Die Proben müssen etwa mit Protonen bestrahlt werden – „das kann man nicht an vielen Orten machen“, betont van der Beek.

Im Potsdamer Labor ist das möglich, und die ersten Messungen mit dem kostbaren Gerät laufen langsam an. Die Gesteinsproben dafür stammen aus den Schweizer Alpen. Im vergangenen Sommer hat Peter van der Beek mit einem Forschungsteam eine Woche dort verbracht und Gestein mitgebracht, um es zu analysieren. Die Alpen zählen zu den Gebirgszügen



DER FORSCHER

Prof. Dr. Peter van der Beek studierte Geologie an der Freien Universität Amsterdam. Mehr als 20 Jahre lang forschte er an der Université Joseph Fourier in Grenoble, Frankreich und ist seit 2020 Professor für Allgemeine Geologie an der Universität Potsdam.

✉ vanderbeek@uni-potsdam.de



Im Feld

der Erde, die den Forscher besonders faszinieren: „Es ist hier schon sehr viel sehr gut erforscht worden. Wir können all diese Daten nutzen, um tiefer in die Details zu gehen und neue Fragen zu beantworten“, erklärt er.

Doch auch die unerforschten Gebirge üben einen Reiz auf den Geologen aus. Etwa das Tianshan-Gebirge in Kirgisistan, in dem er schon mehrere Wochen unterwegs war. „Es war eine sehr besondere Forschungsreise“, erinnert er sich. „Wir waren in einem Gebiet, aus dem es noch keinerlei wissenschaftliche Daten gibt.“ Unberührt und unerforscht – für Peter van der Beek sind genau diese Landschaften eine Quelle der Inspiration und Motivation. Die Strapazen einer solchen Expedition – stundenlanges Fahren in einem Jeep über holprige Schotterpisten und quer durch die Landschaft, fehlende Infrastruktur und das Zelten unter einfachsten Bedingungen, fernab jeglicher Zivilisation – nimmt er dafür gern Kauf. „Wir waren zehn Stunden von der nächsten Ortschaft entfernt“, erzählt der Forscher. „Die ersten zu sein, die an einem solchen Ort Daten erheben: Das ist etwas sehr Seltenes und Besonderes, ein kleines Abenteuer.“

Die Geschichte von Jahrtausenden ist in einem Sandkorn konserviert

Mehrere Kilogramm schwer sind die grauen Brocken von Felsgestein, die Peter van der Beek von einer solchen Reise mitbringt. Rund 350 Kilogramm Proben aus Kirgisistan wurden per Flugzeug nach Deutsch-



land gebracht, um im Potsdamer Labor analysiert zu werden. Die Forschenden haben es dabei besonders auf das Mineral Apatit abgesehen, das in dem Gestein steckt. Im Kristallgitter dieses Minerals sind im Verlauf von Jahrtausenden durch radioaktiven Zerfall von Uran Helium-Isotope entstanden. Helium ist ein sehr leichtes Element, das sich in den Gesteinen hin und her bewegt und auch entweicht. Beim Aufsteigen und Abkühlen an der Oberfläche erstarrt das Helium und ist im Apatit gefangen. Beim Isotop Helium-4 geschieht das bei 85 bis 75 Grad Celsius in einer Tiefe von zwei bis drei Kilometern unter der Erdoberfläche. Thermochronologen nutzen auch weitere Elemente, die in anderen Tiefen und bei anderen Temperaturen erstarren und verfügen damit über eine ganze Sammlung sogenannter „Isotopenuhren“.

Für die Analyse von Helium im Edelgasmassenspektrometer genügt ein sandkorngroßes Apatitkörnchen, das im Inneren des Geräts langsam erhitzt wird. Das erstarrte Helium wird dadurch „aufgetaut“ und beginnt zu entweichen. Das Gerät misst genau, ab welcher Temperatur wie viel Helium frei wird und wann der Prozess stoppt. Zuerst tritt das Helium aus der äußeren Schicht des Apatitkorns aus. Je wärmer es wird, desto mehr Helium kommt aus den inneren Schichten. Mit den Messungen können die Forschenden einen Blick in die Vergangenheit werfen und die Lage der Minerale in der Erdkruste zurückverfolgen. Wann war das Gestein in welcher Tiefe? Außerdem erkennen sie, ob das Gestein während seiner Geschichte schnell oder langsam an die Oberfläche gewandert ist und wie hoch die Erosionsraten am Fundort sind.

HEIKE KAMPE



➔ [Der ausführliche Artikel](#)



Bad Neuenahr-Ahrweiler ist auch über ein Jahr nach den verheerenden Extremwetterereignissen noch von den Zerstörungen gezeichnet.

NACH DER FLUT

Im Forschungskonsortium KAHR untersuchen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Hand in Hand mit Behörden, Kommunen und Betroffenen, was man aus dem Wiederaufbau in den Flutgebieten an Ahr und Erft lernen kann

Im Juli 2021 erlebten Teile von Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen eine der größten Naturkatastrophen Deutschlands nach 1945. Die Fluten an Erft, Ahr, Inde, Vicht und Wupper kosteten mehr als 180 Menschen das Leben und verursachten Schäden in Höhe von über 30 Milliarden Euro. Der Umweltwissenschaftler Dr. Philip Bubeck hat das Flutgebiet an der Ahr kürzlich besucht. „In der Innenstadt von Bad Neuenahr-Ahrweiler sind die Schäden immer noch deutlich zu sehen“, erzählt er. „Man sieht die Reste der zerstörten Brücken und die provisorischen Behelfsbrücken, nur einzelne Geschäfte haben geöffnet. Viele Gebäude sind von Wasserspuren gezeichnet und mit Sperrholz zugenagelt. Wir sind weit entfernt von einem Normalzustand.“ Aber der Wissenschaftler sah auch, dass der Wiederaufbau an vielen Stellen vorangeht: „Viele Straßen sind repariert und neu gemacht und in einer Pizzeria stand ein Schild, auf dem der Bürgermeister zur Wiedereröffnung gratulierte.“

Philip Bubeck ist Umweltwissenschaftler an der Universität Potsdam und Teil eines interdisziplinären Forschungskonsortiums, das einige Monate nach der Flut vom Bundesministerium für Bildung und Forschung ins Leben gerufen wurde. 13 Institutionen begleiten im Forschungsprojekt KAHR – Klimaanpassung, Hochwasser, Resilienz – den Wiederaufbau im

Katastrophengebiet. Ihre wasserwirtschaftliche, raumplanerische, städtebauliche und sozialwissenschaftliche Expertise fließt in die Aufarbeitung der Ereignisse ein und soll zu neuen Konzepten für ein besseres Risikomanagement und einen besseren Schutz in Hochwasserrisikogebieten führen.

Psychosoziale Folgen sind bisher wenig erforscht

„Wir wissen sehr wenig darüber, wie Wiederaufbau funktioniert und welche psychosozialen Konsequenzen so eine Katastrophe hat“, erklärt Philip Bubeck. Mithilfe von Fragebögen versucht er gemeinsam mit Kolleginnen und Kollegen, mehr darüber zu erfahren, was in den Betroffenen vor sich geht und wie sie das Erlebte verarbeiten. Welche Schäden haben private Haushalte und Unternehmen erfahren? Wie hoch

Fotos: Dr. Philip Bubeck (2)

Das Hotel Steigenberger in Bad Neuenahr



stand das Wasser? War es verschmutzt? Wie haben die Menschen versucht sich zu schützen, und werden sie Vorsorgemaßnahmen für die Zukunft treffen? „Derartig schwere Ereignisse stellen eine enorme psychische Belastung dar. Und diese kann jahrelang anhalten“, weiß der Forscher. Die mentale Gesundheit ist deshalb einer der Forschungsschwerpunkte des Teams – zumal die bisherige Datenlage dazu dünn ist. Aus den Umfrageergebnissen wollen die Forschenden Hotspotkartierungen erstellen, die zeigen, wo der Unterstützungsbedarf besonders groß ist.

Auch Prof. Dr. Christian Kuhlicke, Stadt- und Umweltsoziologe am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) in Leipzig und Professor für Umweltrisiken und Nachhaltigkeit an der Uni Potsdam, hat die Akteure vor Ort im Blick. „Von der Nachbarschaftsebene über die Kommunen bis zum Land, vom Bürgermeister über Unternehmen bis zur Raumplanung und Wasserwirtschaft: Mehr als 200 Akteure sind

in den Wiederaufbau eingebunden“, erklärt er. Ihn interessiert, wie dieser gestaltet wird und welche Faktoren ihn maßgeblich formen. Wer trifft welche Entscheidungen, welche Interessen setzen sich durch und welche Faktoren beeinflussen das? In den Pilotkommunen Stollberg, Eschweiler und Bad Neuenahr-Ahrweiler schaut er sich vor allem soziale Einrichtungen wie Schulen, Bibliotheken, Schwimmbäder oder Gasthäuser an. „Wir unterstützen den Aufbauprozess, versuchen aber auch möglichst umfassend den Wiederaufbau zu beobachten“, sagt Kuhlicke.

Wie das Reparieren, Instandsetzen, das Neubeginnen funktioniert, kann viel darüber zeigen, welche Hebel hier wirken. Politische und gesetzliche Rahmenbedingungen, finanzielle Unterstützung, aber auch kulturelle Muster prägen den Prozess und können ihn steuern. „Jetzt hat es einmal gerauscht und nun haben wir Ruhe für die nächsten Jahrzehnte.“ So sei die Stimmung bei vielen Menschen vor Ort, beschreibt Christian Kuhlicke. Häufig werde dann genauso aufgebaut, wie es vorher war – mit allen bekannten Risiken. Auch, weil die Zeit drängt und es schnell gehen muss. Temporäre Unterkünfte, die die Betroffenen mit allem Notwendigen versorgen, könnten den Druck etwas mildern und mehr Raum für die notwendige Suche nach neuen Lösungen schaffen.

Aus ihren Beobachtungen und Analysen wollen die Forschenden lernen, wie es auch anders gehen kann, um die Widerstands- und Zukunftsfähigkeit der Gemeinden zu stärken. Ihre Ergebnisse werden sie an



Die Ahr hat viele Übergänge weggerissen, von denen etliche noch immer nicht wiederhergestellt sind.

DAS PROJEKT

„KAHR“ (Klimaanpassung, Hochwasser, Resilienz) ist ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung nach der Flutkatastrophe vom Juli 2021 initiiertes Forschungskonsortium. Die 13 teilnehmenden Institutionen begleiten den Wiederaufbau in der Region und tragen mit wissenschaftlicher Expertise dazu bei, das Hochwasserrisikomanagement zu verbessern und die Widerstandsfähigkeit gegenüber Hochwasser zu erhöhen.

Laufzeit: 2021–2024

Beteiligt: Hochschule Koblenz, Deutsches Institut für Urbanistik, Technische Universität Kaiserslautern, Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungszentrum, HochwasserKompetenzCentrum, Institut für qualifizierte Innovationsforschung und -beratung, Universität Stuttgart, Technische Universität Dortmund, Universität Potsdam, RWTH Aachen, Landkreis Ahrweiler, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Wasserverband Eifel-Rur

<https://hochwasser-kahr.de/index.php/de/>



DIE FORSCHER

Dr. Philip Bubeck studierte Politik an der Universität Freiburg und Umwelt- und Ressourcenmanagement an der Vrije Universiteit Amsterdam. In der Arbeitsgruppe Geographie und Naturrisikoforschung erforscht er als Postdoc soziale Auswirkungen von Hochwasserereignissen, Klimaanpassung und Vorsorge.

✉ philip.bubeck@uni-potsdam.de



Prof. Dr. Christian Kuhlicke studierte Humangeografie, Soziologie und Geologie in Potsdam. Er leitet am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) in Leipzig das Department für Stadt- und Umweltsoziologie und ist Professor für Umweltrisiken und Nachhaltigkeit an der Universität Potsdam.

✉ christian.kuhlicke@ufz.de



Prof. Dr. Bruno Merz studierte Bauingenieurwesen an der Universität Karlsruhe. Er leitet am Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungszentrum (GFZ) die Sektion für Hydrologie und ist Professor für Ingenieurhydrologie und Management von Georisiken an der Universität Potsdam.

✉ bruno.merz@gfz-potsdam.de

die Landes- und Bundespolitik und die Kommunen weitergeben, um daraus schließlich Empfehlungen abzuleiten, wie man vor Ort und in Zukunft besser reagieren und sich gegen künftige Katastrophen wappnen kann. Denn die Hochwassergefahr wird bleiben.

Umdenken im Hochwasserschutz

Droht ein solches Extremszenario alle 1000, alle 100 oder doch alle zehn Jahre? Das versucht Prof. Dr. Bruno Merz, Hydrologe am Deutschen Geoforschungszentrum (GFZ) und Professor für Ingenieurhydrologie und Management von Georisiken an der Uni Potsdam, herauszufinden. „Es war ein sehr ungewöhnliches Ereignis“, sagt er über die vergangene Flut. Es gab sehr hohe Niederschlagsmengen in

kurzer Zeit, gleichzeitig gesättigte Böden, die wenig Wasser aufnehmen konnten und eine ungünstige Topografie: An den steilen Hängen konnte das Wasser rasch ablaufen, sich in den schmalen Tälern sammeln, eine enorme Hochwasserwelle aufbauen und mit zerstörerischer Kraft abfließen. „95 Prozent aller Hochwasserereignisse verlaufen anders, aber gerade diese seltenen, besonderen Ereignisse müssen wir besser verstehen“, betont Bruno Merz. Deshalb müsse man im Hochwasserschutz umdenken und auch solche Szenarien stärker berücksichtigen.

Dafür liefert Bruno Merz die notwendigen Daten – mithilfe eines Wettergenerators und einer Modellkette. „Unser Wettergenerator ist ein Modell, das künstlich Wetter generiert“, erklärt Bruno Merz. Basierend auf Wetterdaten der Vergangenheit und der Gegenwart simulieren die Forschenden in den drei stark betroffenen Flussgebieten von Ahr, Erft und Rur das Wetter für 10.000 Jahre – mit einer Auflösung von einer Stunde. Die Daten speisen die Forschenden in eine Kette von weiteren Modellen ein, die den Wasserabfluss im Einflussgebiet, Überflutungsflächen und daraus resultierende Schäden abbilden.

„Wir erzeugen mit dieser Modellkette riesige Datenmengen, aus denen wir seltene extreme Hochwasserereignisse extrahieren. Damit können wir besser abschätzen, was in der Region im Hinblick auf Hochwasser geschehen könnte und welche Schäden auftreten könnten“, erklärt Bruno Merz das Ziel der Berechnungen. Im nächsten Schritt wird das Forschungsteam das Modell auch auf andere Gebiete ausweiten und außerdem den Klimawandel mit einbeziehen. „Viele Studien zeigen, dass Starkregenereignisse schon jetzt zugenommen haben, und die Klimamodelle sagen das auch für die Zukunft voraus“, so Merz. In den kommenden Jahrzehnten und Jahrhunderten könnten Überflutungen in vielen Gebieten häufiger auftreten und stärker werden.

Extremereignisse und Folgen besser verstehen

Für die Hochwasserschutzbehörden wirft das einige neue Fragen auf, die nicht so leicht zu beantworten sind. Gemeinsam mit dem Deutschen Wetterdienst, Landesministerien, Wasserverbänden und dem Landesumweltamt ist das Team um Bruno Merz an einer Arbeitsgruppe in Nordrhein-Westfalen beteiligt, die ermittelt, ob die bisher gültige Hochwasserstatistik überholt ist und mit neuen Daten angepasst werden muss. Für sämtliche Flusseinzugsgebiete in Deutschland existieren Berechnungen dafür, mit welchen Hochwassern alle 100 Jahre zu rechnen ist. Für die daraus ermittelten Überflutungsgebiete gelten strenge Regelungen. Sie dürfen beispielsweise nicht neu bebaut werden. Müssen die Bemessungswerte nun



erhöht werden? Und wenn ja, wie stark? „Das ist keine einfache Diskussion“, betont Bruno Merz. Denn das hat großen Einfluss auf die Hochwassergefahrenkarten und Maßnahmen des Hochwasserschutzes wie Talsperren oder Deiche, aber auch auf die Bebauungspläne der betroffenen Gebiete. Die Ergebnisse aus der Modellierung sollen nun für mehr Klarheit sorgen.

Mit schnellen Computermodellen und großen Datensätzen ist auch in der Hochwasservorhersage noch mehr möglich als bisher, ist Bruno Merz überzeugt. Derzeit liefern die Vorhersagen und Warnungen Wasserstände an bestimmten Flusspegeln. Mathematische Modelle können aber auch flächendeckende Informationen zu möglichen Überflutungen bereitstellen und für Gebiete weitab der Vorhersagepegel errechnen, welche Wasserstände und -tiefen, welche Fließgeschwindigkeiten und Schäden an Gebäuden oder Brücken zu erwarten sind. Sie können „das etablierte Warnsystem auf die nächste Stufe heben“, erklärt Bruno Merz.

Am Ende des KAHR-Projekts, das bis 2024 finanziert ist, hoffen die drei Forscher, nicht nur ein genaueres Bild darüber zu haben, welche Sachschäden und gesellschaftlichen Auswirkungen die Flut in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen hinterlassen hat. Sondern auch, wie man die notwendigen Akteure für die Bewältigung der Krise zusammenbringt, wie das Risiko besser kommuniziert werden kann, die Warnungen rechtzeitig bei den Menschen ankommen und der Wiederaufbau effizient gestaltet werden kann. Dabei prallen häufig unterschiedliche Erwartungen und Interessen aufeinander: „Die Leute sind oft mit ganz praktischen Problemen beschäftigt“, erzählt Philip Bubeck. „Wo bekomme ich einen Handwerker und Baumaterial her?“ Die Behörden müssen parallel dazu die Krise insgesamt managen und wichtige Weichen



stellen. „Die Wasserwirtschaft schaut natürlich ganz anders darauf als eine betroffene Privatperson oder der Betreiber einer sozialen Einrichtung“, erklärt Christian Kuhlicke. Der Hochwasserschutz soll verbessert werden, um die Gebäude zu schützen, hat gleichzeitig aber Grenzen. Darüber müssen Bevölkerung und Unternehmen informiert werden. „Wir können vor Ort eine gewisse Transparenz darüber herstellen, wie die verschiedenen Akteure auf den Wiederaufbau gucken und die Kommunikation untereinander unterstützen“, sagt Christian Kuhlicke.

Vor allem aber sei es das große Ziel der Forschung im Katastrophengebiet, wissenschaftliche Erkenntnisse über den Wiederaufbau zu erlangen, um langfristig auf ähnliche Ereignisse besser vorbereitet zu sein. Das wollen die Forschenden künftig auch im Exzellenzcluster „Wasserextreme“ untersuchen, den sie 2023 beantragen. „Diese umfangreiche Forschung ist notwendig, um die Zusammenhänge und die gesamte Komplexität von Extremereignissen und deren Folgen zu verstehen“, betont Bruno Merz. „Wir werden so etwas auch in Zukunft nicht verhindern können“, sagt Philip Bubeck. „Aber wir können lernen, wie wir besser darauf reagieren, um am Ende weniger Schäden und weniger menschliches Leid zu haben.“

HEIKE KAMPE

„Wassersicherheit“

IST EINES DER ZENTRALEN ANLIEGEN FÜR UNSERE GESELLSCHAFT“

Neues „WaterHub“ soll Forschung zu Wasserextremen vernetzen

Zwei Drittel der Erdoberfläche sind von Wasser bedeckt. Es beherrscht unser Leben, auch wenn wir das im Alltag gar nicht immer wahrnehmen. Aber wehe, es gibt zu viel oder zu wenig davon. Starkregen mit Überschwemmungen oder Sturzfluten können ebenso verheerende Auswirkungen haben wie langanhaltende Trockenheit. Im Zuge des Klimawandels treten Extremereignisse wie der Hitzesommer 2018 oder das Jahrhunderthochwasser im Ahrtal möglicherweise immer häufiger auf, recht sicher aber mit noch gravierenderen Folgen

als in der Vergangenheit, da wir unseren Planeten dichter und weiträumiger besiedeln als je zuvor. Deshalb wollen die „Wasser-Forschenden“ der Universität Potsdam solche Extreme noch intensiver in den Blick nehmen – gemeinsam mit Institutionen aus der Region. Dabei helfen soll eine Plattform, die Forschende vernetzt und den Austausch mit Politik und Gesellschaft ermöglicht. Über die Ziele und Aufgaben dieses „WaterHub“ sprach Matthias Zimmermann mit dem Hydrologen Prof. Dr. Thorsten Wagener.





DER FORSCHER

Prof. Thorsten Wagener, Ph.D. studierte Bauingenieurwesen an der Universität Siegen und der Delft University of Technology in den Niederlanden. Als Professor war er bereits an der Pennsylvania State University (USA) und der University of Bristol (Großbritannien) tätig. Seit Januar 2021 ist er Alexander von Humboldt-Proffessor für die Analyse hydrologischer Systeme an der Universität Potsdam.

✉ thorsten.wagener@uni-potsdam.de

Künftig soll es in Potsdam ein „WaterHub“ geben. Wofür?

Der Hub wird Wissenschaftler:innen verschiedener Disziplinen aus der gesamten Universität Potsdam sowie angegliederte Wissenschaftler aus führenden Institutionen zusammenbringen. Mit dem Potsdam WaterHub wollen wir eine dynamische Plattform bieten und Forschende aus allen Fakultäten und Disziplinen in ihrem Bemühen unterstützen, sich zu vernetzen, Ideen auszutauschen und innovative und interdisziplinäre Kooperationen zu entwickeln, um gemeinsam die immer komplexeren Wasserprobleme anzugehen, mit denen die Welt derzeit konfrontiert ist.

Darüber hinaus wollen wir mit der interessierten Öffentlichkeit, Medienvertretern, politischen Entscheidungsträgern und Verantwortlichen aus Wirtschaft und Industrie zu relevanten Wasserthemen in den Dialog treten und mit unserer Forschung und Innovation zu nachhaltigen Lösungen und zur Anpassung an den globalen Wandel beitragen.

Warum ist es jetzt Zeit für ein solches Zentrum?

Derzeit haben über 771 Millionen Menschen keinen Zugang zu angemessenem und sicherem Trinkwasser. Hochwasser und Dürren gefährden unsere Gesellschaft in immer größerem Maße.

Wassersicherheit heute und in Zukunft zu gewährleisten, ist eines der zentralen Anliegen für unsere Gesellschaft. Ein Treiber der Wasserunsicherheit ist eine Zunahme hydrometeorologischer Extreme im Zusammenhang mit Klima- und Landnutzungsänderungen, aber auch eine schlechte Wasserverwaltung und ein ungleicher Zugang zu Wasserdiensten machen Millionen von Haushalten unsicher.

Die heutigen Wasserherausforderungen sind ein hochkomplexes Ergebnis voneinander abhängiger politischer, technologischer und biophysikalischer Prozesse und Treiber angesichts einer ungewissen Zukunft. Solch komplexe Herausforderungen machen

eine tiefergehende Vernetzung und Zusammenarbeit von Wissenschaftler:innen über disziplinäre Grenzen hinaus erforderlich.

Was genau soll dort geschehen?

Der WaterHub wird Wissenschaftler:innen mit wasserbezogenen Themen über den monatlichen Newsletter, regelmäßige universitäre und öffentliche Veranstaltungen und über Social-Media-Kanäle immer wieder die Gelegenheit bieten, sich miteinander auszutauschen, zu vernetzen, neue Ideen zu entwickeln, und ihre Forschung nach außen publik zu machen.

Was macht die Potsdamer Wasserforschung besonders?

Sie zeichnet sich dadurch aus, dass wir ein breites Spektrum exzellent abdecken. Wir haben Grundlagenforschung zu Prozessen, die Extremereignissen zugrunde liegen – mit Prof. Bronstert, Prof. Oswald und Prof. Korup – und wir haben Forschung, die sich damit beschäftigt, welche Auswirkungen diese Extreme auf unsere Gesellschaft haben. Hier ist vor allem Prof. Thieken zu nennen. Wir – u.a. meine eigene Arbeitsgruppe – beschäftigen uns außerdem mit den Unsicherheiten, die sich von Messungen über die Simulationsmodelle bis in die Entscheidungsfindung fortpflanzen. Damit decken wir alle Aspekte des Risikos durch Wasserextreme ab.

Darüber hinaus haben wir eine einzigartige Vernetzung in angeschlossene externe Forschungseinrichtungen der Leibniz- und Helmholtz-Stiftungen. Die Uni hat viele assoziierte Professuren und Privatdozenten, die uns in Forschung und Lehre auf eine noch breitere Basis stellen. Führende Wissenschaftler:innen wie Johan Rockström, Sabine Attinger, Bruno Merz und Kirstin Thonicke sind dadurch eng angebunden und arbeiten in vielen Projekten mit.

Wird der Hub irgendwo auch räumlich zu Hause sein?

Der Hub wird hauptsächlich ein virtuelles Zentrum sein, allerdings mit einem Büro und Personal im neuen Haus 32 auf dem Campus Golm.

Wann geht es los?

Wir hoffen, in Kürze einziehen zu können, damit wir loslegen können.

DIE FRAGEN STELLTE MATTHIAS ZIMMERMANN.

Mehr auf Twitter unter
[@UniPotsdamWater](https://twitter.com/UniPotsdamWater)



Für die Rubrik ANGEZEICHNET haben wir den Illustrator und Grafikerdesigner Andreas Töpfer gebeten, sich zeichnerisch mit dem Fokus „Naturgefahren“, die von Wasser ausgehen, auseinanderzusetzen.

Außerdem stammen von ihm die Illustrationen auf S. 1, 8, 32, 38, 62 und 68.

Rund um die Uhr bestens informiert mit der PNN

Die App der Potsdamer Neueste Nachrichten

Alle Live-Nachrichten und Eilmeldungen auf Ihrem Smartphone oder Tablet und die digitale Zeitung (E-Paper).



PNN

Exklusiv für Studierende: Die digitale Zeitung für nur 13,45 € mtl.
50 % Ersparnis gegenüber dem regulären Bezug.

Gleich bestellen: pnn.de/studenten

PNN App gratis laden:



TAGESSPIEGEL
POTSDAMER
NEUESTE NACHRICHTEN



wo Wissen wächst
www.uni-potsdam.de