

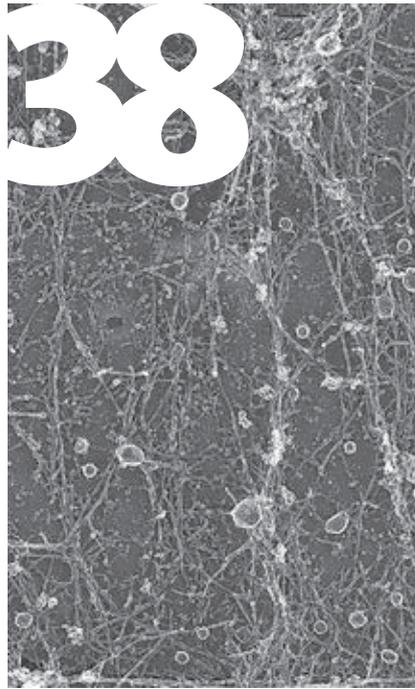
# Portal Wissen

Das Forschungsmagazin der Universität Potsdam

Eins 2024



# Bildung: digital



# Inhalt

**Wie kommt das Digitale in den Unterricht?**  
Der Kompetenzverbund lernen:digital soll darauf Antwort geben und den Weg weisen von der bildungswissenschaftlichen Forschung in die schulische Praxis ..... 4

**Angezeichnet** ..... 9

**Was wurde aus ...?** ..... 10

**Präziser, effizienter, umweltfreundlicher**  
Wie digitale Hilfsmittel die Landwirtschaft verändern ..... 12

**Mädchen und Mathe? Mädchen und Mathe!**  
Wie das Geschlecht die Leistung und Motivation von Schüler\*innen beeinflusst ..... 18

**Wenn ich könnte, würde ich ...** ..... 23

**Bildung ohne Grenzen**  
Nina Kolleck erforscht, wie NGOs weltweit Bildungssysteme verändern ..... 24

**Brille auf!**  
Wie Weiterbildung im 21. Jahrhundert aussehen kann ..... 28

**VRraum im Makerspace**  
Innovatives Lehrprojekt zum Einsatz von Virtual und Augmented Reality in der Hochschullehre ..... 32

**Forschungsnews** ..... 36

**Forschungsfenster** ..... 38

**Von Brandenburg lernen**  
Wie ein Schulfach Toleranz und Respekt fördert ..... 40

**Schon gewusst ...** ..... 44

**Reisetagebuch: Unterwegs in Indien** ..... 46

**UP@weltweit** ..... 52

**Ins Netz gegangen** ..... 54

**Rang und Namen** ..... 59

**Auf dem Weg zum Dokortitel** ..... 60

**Neu an Bord** ..... 62

**Kurz gefragt ...** ..... 65

**Von uralten Lagerstätten bis zu aktiven Unterwasservulkanen**  
Forschende aus den Geowissenschaften untersuchen, wie sich Erzlagerstätten bilden ..... 66

**Welt@UP** ..... 70

**„Unser Ziel ist es, eine Alternative zu Antibiotika zu entwickeln“**  
Matthias Hartlieb forscht mit seinem Team an synthetischen Polymeren für biomedizinische Anwendungen ..... 72

**Über die Schulter geschaut** ..... 76

**33 Fragen an ...** ..... 80

**Zukunftsaussichten** ..... 85

**Wie hat Wissenschaft Ihr Leben verändert?** ..... 86

**Meine Welt** ..... 87

**Wissenschaftscomic** ..... 88

**Stressfest im Stresstest**  
Ein Besuch im Labor von Prof. Dr. Pia-Maria Wippert ..... 90

**Preisverdächtig** ..... 94

**Zahlenwerk** ..... 96

**Komplex erklärt** ..... 97

**Neu bewilligt** ..... 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, Sarah-Madeleine Aust,  
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](mailto:presse@uni-potsdam.de)

Titelbild: Andreas Töpfer  
Layout/Gestaltung: unicom-berlin.de  
Redaktionsschluss für die nächste Ausgabe:  
31. Juli 2024  
Formatanzeigen: unicom MediaService,  
Tel.: (030) 509 69 89 -15, Fax: -20  
Gültige Anzeigenpreisliste: Nr. 1  
[www.hochschulmedia.de](http://www.hochschulmedia.de)

Druck: Bonifatius GmbH  
Gedruckt auf 100% Recyclingpapier.

Auflage: 3.500 Exemplare  
Nachdruck gegen Belegexemplar bei Quellen-  
und Autorenangabe frei.



Portal Wissen finden Sie online unter  
[www.uni-potsdam.de/portal](http://www.uni-potsdam.de/portal)

# Bildung: digital

Heute Morgen schon im Bett geswiped, geliked oder gepostet? Auf Arbeit an einer Video-Konferenz teilgenommen, eine Datenbank benutzt oder programmiert? Auf dem Heimweg schnell noch im Laden mit dem Smartphone bezahlt, Podcasts gehört und die Ausleihe der Bibliotheksbücher verlängert? Und abends auf der Couch mit dem Tablet auf ELSTER.de die Steuererklärung ausgefüllt, online geshoppt oder Rechnungen bezahlt, ehe die Streaming-Plattform mit einer Serie lockt?

Unser Leben ist durch und durch digitalisiert. Diese Veränderungen machen vieles schneller, leichter, effizienter. Doch damit Schritt zu halten, verlangt uns einiges ab und gelingt beileibe nicht allen. Es gibt Menschen, die für eine Überweisung lieber zur Bank gehen, das Programmieren den Experten überlassen, die Steuererklärung per Post schicken und das Smartphone nur zum Telefonieren benutzen. Sie wollen nicht, vielleicht können

sie auch nicht. Haben es nicht gelernt. Andere, jüngere Menschen, wachsen als „Digital Natives“ inmitten digitaler Geräte, Tools und Prozesse auf. Aber können sie deshalb wirklich damit umgehen? Oder brauchen auch sie digitale Bildung?

Aber wie sieht erfolgreiche digitale Bildung eigentlich aus? Lernen wir dabei ein Tablet zu bedienen, richtig zu googeln und Excel-Tabellen zu schreiben? Möglicherweise geht es um mehr: darum, den umfassenden Wandel zu verstehen, der unsere Welt erfasst, seitdem sie in Einsen und Nullen zerlegt und virtuell neu aufgebaut wird. Aber wie lernen wir, in einer Welt der Digitalität zu leben – mit allem, was dazu gehört und zu unserem Nutzen? Für die aktuelle Ausgabe der „Portal Wissen“ haben wir uns an der Universität Potsdam umgeschaut, welche Rolle die Verbindung von Digitalisierung und Lernen in der Forschung der verschiedenen Disziplinen spielt: Wir

haben mit Katharina Scheiter, Professorin für digitale Bildung, über die Zukunft in deutschen Schulen gesprochen und uns gleich von mehreren Expert\*innen Beispiele dafür zeigen lassen, wie digitale Instrumente schulisches Lernen, aber auch Weiterbildung im Berufsleben verbessern können. Außerdem haben uns Forschende aus Informatik und Agrarforschung vorgeführt, wie auch gestandene Landwirte dank digitaler Hilfsmittel noch viel über ihr Land und ihre Arbeit lernen können. Wir haben mit Bildungsforschenden gesprochen, die mithilfe von Big Data analysieren, wie Jungen und Mädchen lernen und wo mögliche Ursachen für Unterschiede zu suchen sind. Die Bildungs- und Politikwissenschaftlerin Nina Kolleck wiederum schaut auf Bildung vor dem Hintergrund der Globalisierung und setzt dabei auf die Auswertung von großen Mengen Social-Media-Daten.

Dabei verlieren wir natürlich die Vielfalt der For-

schung an der Uni Potsdam nicht aus den Augen: Wir stellen der Strafrechtlerin Anna Albrecht 33 Fragen, begleiten eine Gruppe von Geoforschenden in den Himalaya und lassen uns erklären, welche Alternativen es bald zu Antibiotika geben könnte. Außerdem geht es in diesem Magazin um Stress und wie er uns krankmacht, die Forschung zu nachhaltiger Erzeugung und neue Ansätze in der Schulentwicklung.

Neu ist auch eine ganze Reihe kürzerer Beiträge, die zum Blättern und Schmökern einladen: von Forschungsnews und Personalia-Infos über fotografische Einblicke in Labore, einfache Erklärungen komplexer Phänomene und Ausblicke in die weite Forschungswelt bis hin zu einer kleinen Wissenschaftsutopie, einem persönlichen Dank an die Forschung und einem Wissenschaftscomic. All das im Namen der Bildung, versteht sich. Viel Vergnügen bei der Lektüre!

MATTHIAS ZIMMERMAN



# WIE KOMMT DAS **DIGITALE** IN DEN UNTERRICHT?

**Der Kompetenzverbund lernen:digital soll darauf Antwort geben und den Weg weisen von der bildungswissenschaftlichen Forschung in die schulische Praxis**

Die Welt ist digital – und Schule muss es auch werden. Das hat die Bundesregierung verstanden und dafür ein großes Forschungskonsortium auf den Weg gebracht: „lernen:digital“ heißt der Verbund, der dabei helfen soll, Lehrerinnen und Lehrer in Rekordzeit technisch und methodisch fit zu machen, damit sie ihre Schülerinnen und Schüler auf das Leben in einer „Kultur der Digitalität“ bestmöglich vorbereiten können. Zugleich sollen sie lernen, das Beste aus beiden Welten – der realen und der virtuellen – miteinander zu verbinden, um

fachliches Lernen zu unterstützen. Koordiniert wird der deutschlandweite Verbund an der Universität Potsdam: von Katharina Scheiter, Professorin für Digitale Bildung, und Dirk Richter, Professor für Erziehungswissenschaftliche Bildungsforschung. Die beiden leiten die Vernetzungs- und Transferstelle, deren Aufgabe es ist, Wissenschaft und Praxis in Sachen Digitalisierung zusammenzubringen. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert den Kompetenzverbund mit mehr als 200 Millionen Euro.



Prof. Katharina Scheiter

„Die Digitalisierung hat unser Leben längst durchdrungen“, sagt Katharina Scheiter. „Wir nutzen digitale Tools in nahezu allen Lebensbereichen, vom Job bis zum privaten Alltag. Dieser Entwicklung sollte Schule Rechnung tragen, denn es ist ja ihre Aufgabe, den Kindern und Jugendlichen alle wichtigen Kulturtechniken und einen kompetenten Umgang mit den Medien zu vermitteln.“ Das bedeute gleichwohl nicht, dass alle Lehr- und Lernprozesse, die bisher analog waren, durch digitale ersetzt werden müssen. Mitunter sei das sogar kontraproduktiv. „Am Bildschirm statt in einem Buch zu lesen, ist nicht verständnisfördernd, sondern beeinträchtigt dies teilweise sogar“, weiß die Bildungswissenschaftlerin. Um einen wirk-

lichen Mehrwert zu erzeugen, könnten digitale Texte aber durch interaktive Elemente wie z.B. Verständnisfragen angereichert werden. Außerdem besitzen digitale Medien ein großes Potenzial, wenn es darum geht, das Lernen individueller zu gestalten und auf die sehr unterschiedlichen Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler in einer Klasse einzugehen. Und nicht zuletzt bieten sie faszinierende Möglichkeiten, komplexe Prozesse, abstrakte Inhalte und unzugängliche Phänomene zu visualisieren. Katharina Scheiter nennt zwei Beispiele aus den Naturwissenschaften: „Mit einer VR-Brille kann man zum Mars reisen oder ins Innere eines Atoms schauen.“ Denkbar sei auch ein Spaziergang durch das Alte Rom im Geschichtsunterricht oder skulpturale Malerei in der virtuellen Realität, wie sie derzeit schon in der Potsdamer Ausbildung von Kunstlehrkräften praktiziert wird.

Der **Kompetenzverbund lernen:digital** gestaltet den Dialog zwischen Wissenschaft und Praxis für die digitale Transformation von Schule und Lehrkräftebildung. Die von der Universität Potsdam koordinierte Vernetzungs- und Transferstelle des Verbunds bildet das Dach von insgesamt vier Kompetenzzentren, in denen die Forschung zu verschiedenen Fächergruppen gebündelt ist: Das erste befasst sich mit Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik, das zweite mit Sprachen, Gesellschaftswissenschaften und Wirtschaft, das dritte mit Musik, Kunst und Sport und das vierte mit der Schulentwicklung auf dem Feld der Digitalisierung. Aufgabe der Zentren ist es, innovative und wirksame Methoden für die digitalisierungsbezogene Professionalisierung von Lehrkräften sowie für die digitale Transformation an Schulen zu entwickeln.

### Aufs Leben im Digitalen vorbereiten

Ausgangspunkt jeglicher Arbeit im Kompetenzverbund sei aber stets die Frage: Was ist guter Unterricht – und wie können digitale Medien helfen, ihn umzusetzen? Dabei seien die Medien nicht allein als Lern-Tools zu verstehen, weiß die Expertin. „Die schulischen Bildungsziele in Sachen Digitalität sollten wir viel breiter denken: Es geht darum, auf ein Leben in einer digitalen Welt vorzubereiten, das Lernen mithilfe digitaler Werkzeuge zu lehren. Auch die Fachkulturen, deren Inhalte wir vermitteln, haben sich durch die Digitalisierung verändert. Folglich sollte sich auch die Art verändern, wie wir sie vermitteln“, betont Katharina Scheiter.

Dieses ganzheitliche Verständnis liegt dem Verbund zugrunde, der all jenes Wissen zum Einsatz digitaler Medien im Unterricht erschließen und für Lehrkräfte nutzbar machen soll, das an den vielen deutschen Hochschulen und Forschungseinrichtungen erarbeitet wird. Dafür hat er sich thematisch in vier Kompetenzzentren gegliedert, die 2023 nach und nach an den



➔ Zur Website



Start gegangen sind: Das erste befasst sich mit Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik, das zweite mit Sprachen, Gesellschaftswissenschaften und Wirtschaft, das dritte mit Musik, Kunst und Sport und das vierte mit der Schulentwicklung. Aufgabe der Kompetenzzentren ist es, wirksame Methoden für die digitalisierungsbezogene Professionalisierung von Lehrkräften, aber auch für die gesamte digitale Transformation an Schulen zu entwickeln. Insgesamt sind in ganz Deutschland Hunderte Professuren und Forschungsgruppen daran beteiligt. Einige von ihnen gleich an mehreren Projekten.

In drei der vier Kompetenzzentren fließt auch Expertise von Potsdamer Forschenden ein. Sie sind an fünf verschiedenen Verbänden beteiligt, zwei davon werden von Potsdam aus koordiniert. Der eine trägt den Titel „KISS-Pro“ und beschäftigt sich mit „Künstlicher Intelligenz in Sprache und Schrift“. Die Bildungsforscherin Prof. Dr. Katrin Böhme koordiniert „KISS-Pro“. Ein zweiter, an der Uni Potsdam koordinierter Projektverbund soll sogenannte MIN-Lehrkräfte digital fit machen, also Lehrerinnen und Lehrer in den naturwissenschaftlichen Disziplinen Chemie, Mathematik, Biologie, Physik sowie in Informatik. Deshalb sind in Potsdam alle naturwissenschaftlichen Didaktiken und das Department Erziehungswissenschaft beteiligt. Wie der Mathematikdidaktiker Prof. Dr. Ulrich Kortenkamp, der mit seinem Team und den Partnern forschungsbasiert Fortbildungsmodul für den digital gestützten Unterricht entwickelt. „Ganz konkret ist das zum einen ein Basismodul zur kohärenten Unterrichtsplanung mit und zu digitalen Werkzeugen, das wir gemeinsam mit dem Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik Kiel und der TU Dortmund erstellen“, sagt der Wissenschaftler. „Zum anderen erarbeiten wir hier in Potsdam ein Vertiefungsmodul zum Argumentieren und Kommunizieren mit digitalen Werkzeugen in der

Geometrie.“ Eine beispielhafte Lernumgebung wurde bereits geschaffen und in siebten Klassen in Brandenburg pilotiert. Nun folgt das passende Fortbildungs-Selbstlernmodul.

Prof. Dr. Isolde Malmberg ist gemeinsam mit anderen Potsdamer Forschenden am Verbund „DigiProSMK“ beteiligt. „Wie erarbeiten Module für die Fortbildung von Musiklehrer:innen – vor allem für Berlin und Brandenburg, aber auch darüber hinaus“, sagt die Musikwissenschaftlerin. „Alles dreht sich um zeitgemäßen Musik-, Kunst-, Sportunterricht und Filmvermittlung mit und zu digitalen Medien. Zum Beispiel: Musikmachen mit Interfaces, Musik erfinden in aktuellen Genres, kritische und mündige Nutzung von Social Media und KI oder KI in der Filmmusik, Kunst oder Musik erfinden in VR und AR.“

## Ergebnisse bündeln und in die Praxis bringen

Die von Potsdam aus geleitete, bundesweit einzigartige Vernetzungs- und Transferstelle wird alle Innovationen zusammenführen und „auf die Straße bringen“: Sie unterstützt die Kompetenzzentren in ihrer Arbeit, bringt sie miteinander in den Austausch und bündelt ihre Ergebnisse für den Transfer in die Bildungspraxis. „Das setzt eine enge Zusammenarbeit mit Schulbehörden und Landesinstituten, Bildungspolitik und -verwaltung voraus“, sagt Katharina Scheiter. „Wir können nicht Hunderttausende Lehrkräfte schulen“, erklärt die Digitalisierungsexpertin. „Das übersteigt unsere Möglichkeiten – und ist auch gar nicht unsere Aufgabe. Für den bundesweiten Transfer adressieren wir vielmehr diejenigen, die die Weiterbildungen anbieten, zum Beispiel in den Landesinstituten. Die machen wir fit.“ Auf einer bundesweit etablierten di-



### DIE FORSCHENDEN

Prof. Dr. Katharina Scheiter ist seit 2022 Professorin für Digitale Bildung an der Universität Potsdam, gefördert durch die Hasso Plattner Foundation.

✉ [katharina.scheiter@uni-potsdam.de](mailto:katharina.scheiter@uni-potsdam.de)



Prof. Dr. Ulrich Kortenkamp ist seit 2014 Professor für Didaktik der Mathematik an der Universität Potsdam.

✉ [ulrich.kortenkamp@uni-potsdam.de](mailto:ulrich.kortenkamp@uni-potsdam.de)



Prof. Ulrich Kortenkamp

## POTSDAMER FORSCHENDE IN DEN KOMPETENZCENTREN VON LERNEN:DIGITAL

In drei der vier Kompetenzzentren fließt auch Expertise von Potsdamer Forschenden ein. So bringt sich Prof. Dr. Vera Kirchner in das Projekt „Wirtschaftspädagogik und Ökonomische Bildung: Lehrkräftebildung und Unterricht digital (WÖRLD)“ ein, das im Kompetenzzentrum Sprachen/Gesellschaft/Wirtschaft angesiedelt ist. Zu diesem gehört auch der Verbund „KISS-Pro“, der sich mit „Künstlicher Intelligenz in Sprache und Schrift“ beschäftigt und „Professionalisierungskonzepte für und Nutzungsperspektiven von KI-basierten Feedbacksystemen und Schreibagenten für sprachliches Lernen in der Schule“ erarbeiten soll. Der Verbund, an dem auch etliche Forschende des Strukturbereichs Bildungswissenschaften beteiligt sind, wird von der Potsdamer Bildungsforscherin Prof. Dr. Katrin Böhme koordiniert.

Im Kompetenzzentrum Musik/Kunst/Sport forscht der Verbund „DigiProSMK“ zur „digitalisierungsbezogenen und digital gestützten Professionalisierung“ von Lehrkräften. Hier sind mit Prof. Dr. Andreas Brenne, Prof. Dr. Esther Pürgstaller sowie Prof. Dr. Isolde Malmberg drei Professorinnen und Professoren der Uni Potsdam beteiligt.

Zum Kompetenzzentrum MINT gehört der Verbund „DigiProMIN“, der sich mit der „Digitalisierungsbezogenen und digital gestützten Professionalisierung von MIN-Lehrkräften“ beschäftigt. An dem Verbund, der wie die Transferstelle von Katharina Scheiter koordiniert wird, wirken die Professuren aller naturwissenschaftlichen Didaktiken und das Department Erziehungswissenschaft mit. Außerdem forschen die Teams von Prof. Dr. Dirk Richter und Prof. Dr. Andreas Borowski im Verbund „D4MINT“, der „Didaktische Doppeldecker für digitale Bildung im MINT-Bereich“ entwickeln soll.

gitalen Plattform der Länder soll das dafür notwendige Wissen anwendungsbereit zur Verfügung gestellt werden, kündigt Scheiter an. „So können wir sicherstellen, dass unsere Erkenntnisse nicht auf praxisfernen Plattformen dahinschlummern, sondern über die breite Qualifizierung der Lehrkräfte durch die Landesinstitute direkt in die Schulen gelangen und sich nachhaltig im gesamten Bildungssystem verankern.“

Der Weg in die Praxis ist auch Mathematikdidaktiker Ulrich Kortenkamp besonders wichtig: „Zum Glück können wir in der Mathematik auf die systemische Arbeit zu Professionalisierungsnetzwerken im Deutschen Zentrum für Lehrkräftebildung Mathematik (DZLM) zurückgreifen, sodass unsere Produkte in das durch die Kultusministerkonferenz initiierte QuaMath-Projekt einfließen können“, so der Forscher. Dadurch könnten die Mathematik-Fortbildungen bundesweit über ein Netzwerk von fast 400 Multiplikatorinnen und Multiplikatoren in die Fortbildungssysteme der Länder eingespielt werden und erreichen so in den nächsten Jahren bis zu 10.000 Schulen. „Gleichzeitig versuchen wir, aus diesem Beispiel für den Verbund zu lernen und ähnliche fachbezogene Strukturen auch in anderen MINT-Fächern aufzubauen. Das ist ein langer Prozess – das DZLM hatte hierfür über zehn Jahre Vorlauf.“

MATTHIAS ZIMMERMANN

### „WÖRLD“

Beteiligt: Prof. Dr. Vera Kirchner

<https://lernen.digital/verbuende/woerld>

### „KISS-Pro“

Beteiligt: Prof. Dr. Katrin Böhme, Prof. Dr. Rebecca Lazarides, Prof. Dr. Steve Nebel

<https://lernen.digital/verbuende/kiss-pro>

### „DigiProSMK“

Beteiligt: Prof. Dr. Andreas Brenne, Prof. Dr. Isolde Malmberg, Prof. Dr. Steve Nebel, Jun.-Prof. Dr. Esther Pürgstaller

<https://lernen.digital/verbuende/digiprosmk>

### „DigiProMIN“

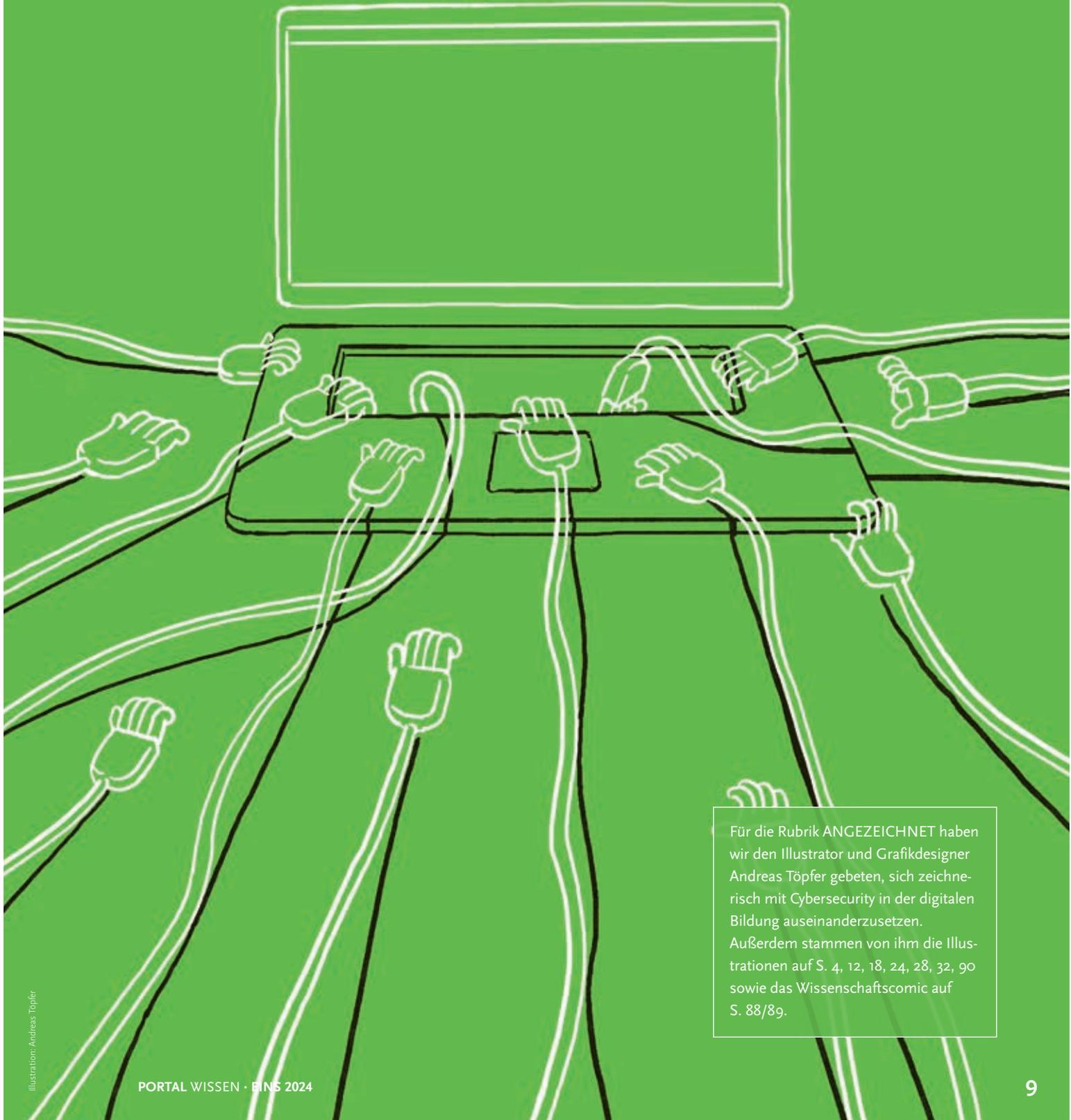
Beteiligt: Prof. Dr. Katharina Scheiter, Prof. Dr. Amitabh Banerji, Prof. Dr. Andreas Borowski, Prof. Dr. Ulrich Kortenkamp, Prof. Dr. Rebecca Lazarides, Prof. Dr. Ulrike Lucke, Prof. Dr. Helmut Prechtel, Prof. Dirk Richter

<https://lernen.digital/verbuende/digipromin>

### „D4MINT“

Beteiligt: Prof. Dr. Dirk Richter, Prof. Dr. Andreas Borowski

<https://lernen.digital/verbuende/d4mint>



Für die Rubrik ANGEZEICHNET haben wir den Illustrator und Grafikdesigner Andreas Töpfer gebeten, sich zeichnerisch mit Cybersecurity in der digitalen Bildung auseinanderzusetzen. Außerdem stammen von ihm die Illustrationen auf S. 4, 12, 18, 24, 28, 32, 90 sowie das Wissenschaftscomic auf S. 88/89.

# ... dem Projekt von **Rebecca Lazarides** zu Intelligenten Tutorsystemen?

## DIE FORSCHERIN

**Prof. Dr. Rebecca Lazarides** ist seit 2021 Professorin für Schulpädagogik/Empirische Unterrichtsforschung an der Universität Potsdam.

✉ [rebecca.lazarides@uni-potsdam.de](mailto:rebecca.lazarides@uni-potsdam.de)

Mit seinem Siegeszug hat ChatGPT bewiesen: KI ist angekommen in Beruf, Studium – und auch in der Schule. Mehr als die Hälfte der Schülerinnen und Schüler in Deutschland hat den ChatBot schon benutzt. Das ergab eine Umfrage des Digitalverbands Bitkom im Mai 2023. Gleichzeitig schneidet Deutschland in der aktuellen PISA-Studie so schlecht ab wie noch nie. Kann Künstliche Intelligenz da helfen? Klar

ist: Die Digitalisierung des Klassenzimmers ist kein Allheilmittel und mit KI wird Unterricht nicht neu erfunden. „Diese können und sollen die Lehrer keineswegs ersetzen, sondern sie unterstützen“, erklärt Prof. Dr. Rebecca Lazarides. „Es ist auch längst klar, dass Lernende von digitalen Hilfsmitteln kaum profitieren, wenn sie stundenlang allein davorsitzen. Sie sollten den normalen Unterricht sinnvoll beglei-

ten.“ Die Bildungswissenschaftlerin forscht zu sogenannten Intelligenten Assistenzsystemen, kurz ITS. Diese könnten den Lehrerinnen und Lehrern helfen, der Heterogenität ihrer Klassen noch besser gerecht zu werden. Beim individuellen Lernen klappt das schon: So gebe es bereits Programme, die beispielsweise bei Aufgabenserien, die am Tablet abgearbeitet werden, erkennen, wann ein Schüler Hilfe braucht – und dann Tipps geben. Aber die ITS können noch mehr, sind die Forschenden überzeugt. Gemeinsam mit Kolleginnen und Kollegen vom Berliner Exzellenzcluster „Science of Intelligence“ hat Rebecca Lazarides 2019 gleich mehrere Projekte auf den Weg gebracht, um das

Potenzial der digitalen Helfer besser auszuschöpfen. Konkret haben sie untersucht, wie sich ITS so weiterentwickeln lassen, dass sie auch die Motivation und die emotionale Entwicklung von Lernenden befördern. „Wenn jemand im Unterricht gelangweilt ist, hilft ein ITS, das vor allem kognitiv aktivieren soll, wenig“, so die Forscherin. „Uns hat interessiert, ob und wie sich das auffangen lässt.“ In mehreren Versuchsreihen mit Schulklassen sind sie diesem Problem nachgegangen – mit Erfolg. „Viele können wir gut abholen und motivieren, wenn wir bei der Gestaltung der ITS nicht nur auf die Steigerung der Leistung setzen“, so die Forscherin. „Leistungsstarken hilft es, sich nicht zu langweilen.“ Das Projekt hat aber auch

gezeigt: Es profitieren nicht alle gleichermaßen von solchen Systemen. Doch Rebecca Lazarides ist zuversichtlich, dass weitere Forschung dazu beitragen kann, dass alle etwas vom Einsatz der ITS haben. Inzwischen sind Anschlussprojekte angeschoben, etwa zu der Frage, ob es besser ist, wenn ein Lernroboter sich den Lernenden direkt zuwendet. Ein anderes Projekt untersucht, wie ITS beim Sprachenlernen am besten unterstützen können. Außerdem machen sich Rebecca Lazarides und ihr Team – mit den überzeugenden Ergebnissen im Rücken – daran, die Assistenzsysteme in

die Schulen zu tragen. „Wir gehen direkt auf Schulleitungen und Lehrkräfte zu, zeigen ihnen in Workshops, wie man KI in Form von ITS im Unterricht gut einsetzen kann“, so die Forscherin. „Was sie davon dann nutzen, müssen sie selbst entscheiden.“ Und ChatGPT & Co.? Rebecca Lazarides empfiehlt Lehrerinnen und Lehrern, sich ihnen nicht zu verwehren. „Die Kinder nutzen sie zu Hause sowieso. Wer sie im Unterricht einsetzt, kann den Kindern helfen, die nötigen Kompetenzen zu entwickeln, um mit ihnen klug zu arbeiten.“

MATTHIAS ZIMMERMANN

## ZUM WEITERLESEN

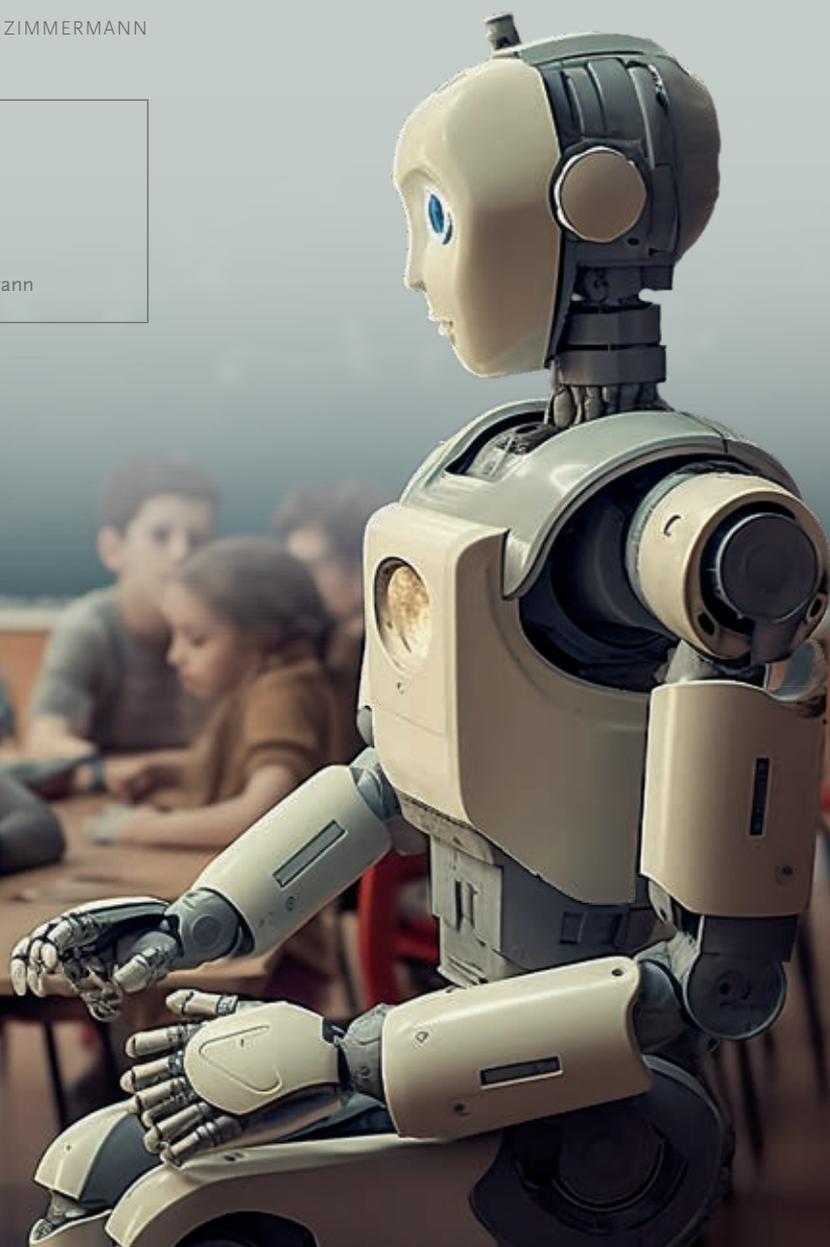
### Veröffentlichungen der Arbeitsgruppe zu Intelligenten Tutorsystemen:

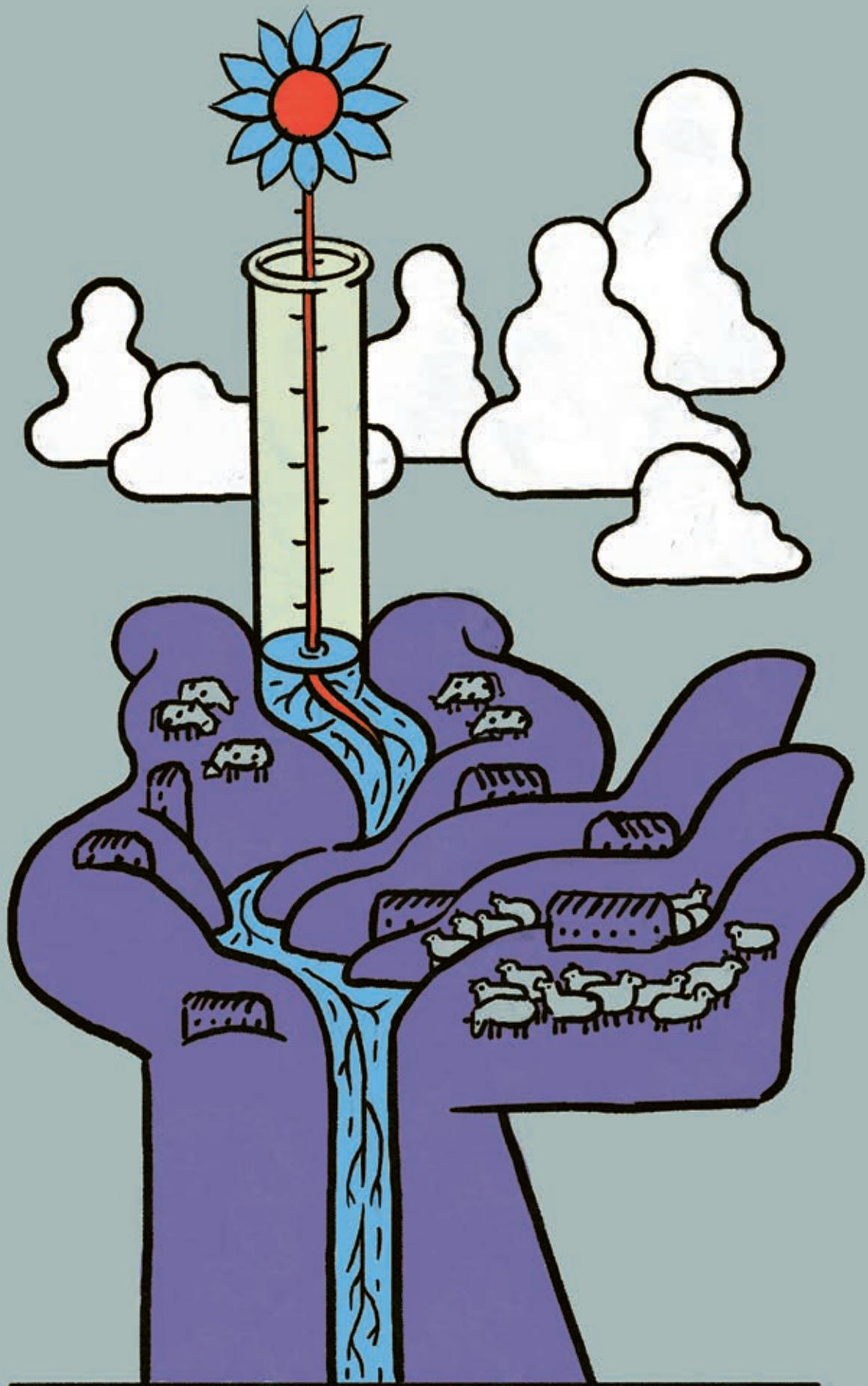
Prof. Rebecca Lazarides, Dr. Johann Chevalère, Artificial intelligence and education: Addressing the variability in learners' emotion and motivation with adaptive teaching assistants, Bildung und Erziehung, Vol. 74, No. 3, 2021, <https://doi.org/10.13109/buer.2021.74.3.264>

Johann Chevalère et. al., Do instructional strategies considering activity emotions reduce students' boredom in a computerized open-ended learning environment?, Computers & Education, Volume 196, April 2023, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104741>



➔ Wie das Projekt begann





# PRÄZISER, EFFIZIENTER, UMWELT- FREUNDLICHER

Wie digitale Hilfsmittel die Landwirtschaft verändern

Können wir Lebensmittel klima- und umweltfreundlicher produzieren als bisher? Diese Frage treibt Forschende bereits seit Jahrzehnten um und ist heute aktueller denn je. Neue digitale Hilfsmittel und Methoden könnten ein Teil der Lösung sein. Forschende der Agrarwissenschaften und der Informatik untersuchen gemeinsam, wie die neuen Verfahren ihren Weg in die Praxis finden.

Den Tieren scheint das kühle und nasse Wetter nichts auszumachen. Während sich die vier Forscherinnen und Forscher beim Hofrundgang vor Wind und Wetter unter ihren Kapuzen verstecken, fressen die Rinder in ihrem Gatter gelassen und anscheinend zufrieden Heu. 180 Milchrinder, 80 Mastrinder, 100 Mutterkühe, 450 Schafe und 20 Ziegen leben auf dem Gelände der Lehr- und Versuchsanstalt für Tierzucht und Tierhaltung (LVAT) in Groß Kreutz. Die Einrichtung bewirtschaftet 940 Hektar Land und arbeitet nach den Regeln eines landwirtschaftlichen Betriebes – ist gleichzeitig aber ein Ort der Forschung und Ausbildung. Hier werden etwa Fragen zum Tierwohl, zu unterschiedlichen Haltungsformen und Treibhausgasemissionen untersucht.

## DAS PROJEKT

Im Projekt „DigiMix-PA – Wissensbasierter Präzisionspflanzenbau in einem Mischbetrieb“ entwickeln Forschende eine praxistaugliche Lösung für eine digitalisierte Produktionskette in einem landwirtschaftlichen Mischbetrieb.

Beteiligt: Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ), Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. (ATB), Technische Universität Berlin (TUB), Universität Potsdam (UP)  
Laufzeit: 12/2022–12/2025  
Förderung: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft



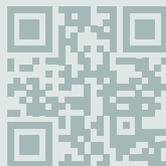
➔ Zum Projekt



Der zukünftige  
Leibniz-Innovationshof  
in Groß Kreutz

## DER LEIBNIZ-INNOVATIONSHOF

Für eine nachhaltige Landwirtschaft der Zukunft braucht es neue Konzepte. Wie diese aussehen können, wird auf dem zukünftigen Leibniz-Innovationshof für nachhaltige Bioökonomie (InnoHof) erprobt. Der bestehende landwirtschaftliche Betrieb (LVAT e.V., Groß Kreutz) wird dafür zu einem Modellbetrieb ausgebaut, der weiter diversifiziert, digitalisiert und um eine Forschungsbioraffinerie erweitert wird. In dem Betrieb soll getestet werden, wie eine zirkuläre Bioökonomie, die alle anfallenden Roh- und Reststoffe hocheffizient nutzt und möglichst keinen Abfall produziert, in der Praxis aussehen kann. Mit innovativen Verfahren und Technologien werden zukünftig Algen kultiviert, Insekten aufgezogen, Naturfasern verarbeitet, Biochemikalien erzeugt und Reststoffe in der integrierten Biogasanlage optimal genutzt. Das Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie (ATB) leitet das Projekt und kooperiert dafür mit zahlreichen weiteren Forschungseinrichtungen, um den Innovationshof als Modellbetrieb zu etablieren. Künftig sollen Leibniz-Einrichtungen, Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen hier gemeinsam an inter- und transdisziplinären Fragestellungen forschen. Über einen intensiven Wissens- und Technologietransfer profitieren Landwirtinnen und Landwirte und Verbraucherinnen und Verbraucher von den Erkenntnissen aus der Forschung. Der Aufbau des Modellbetriebs wird mit Investitionsmitteln des Landes Brandenburg gefördert.



➔ Zur Website

Die Pläne für die Einrichtung gehen aber noch viel weiter: „In den kommenden Jahren entsteht hier der Leibniz-Innovationshof für nachhaltige Bioökonomie“, erklärt Kathleen Bischoff, Versuchstechnikerin am Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie (ATB) beim Rundgang über den Hof. Aus der Versuchsanstalt wird unter Federführung des ATB ein Modellbetrieb für eine biobasierte Kreislaufwirtschaft, die innovative und zukunftsfähige landwirtschaftliche Produktionswege entwickelt und erprobt. Bis Ende 2026 soll die Infrastruktur der Forschungseinrichtung stehen.

## Bedarfsgerecht düngen und Ressourcen sparen

Die Forschenden der Universität Potsdam und des ATB, die an diesem kalten Tag vor Ort sind, gehören zu den vielen Akteuren, die daran beteiligt sind und die ersten Grundsteine für das Vorhaben legen. Sie sind Teil eines Forschungskonsortiums mit Partnern verschiedener Einrichtungen aus Berlin und Potsdam, die mit dem Forschungsprojekt „Wissensbasierter Präzisionspflanzenbau in einem Mischbetrieb“ – kurz „DigiMix-PA“ – am Standort des künftigen Innovationshofes neue Technologien testen und etablieren wollen.

Hinter dem Wortungetüm „Präzisionspflanzenbau“ verbirgt sich die Idee, die Pflanzen mit der genau richtigen Menge an Dünger, Wasser oder Pflanzenschutzmitteln zu versorgen, die sie benötigen, um optimal zu wachsen. Das spart Dünge- und Pflanzenschutzmittel, steigert Erträge und schont die Umwelt. „Momentan wird ein Feld meist einheitlich betrachtet und bewirtschaftet“, erklärt der Geoökologe und Bodenkundler Sebastian Vogel vom ATB. „Innerhalb von wenigen Metern kann es aber teilweise große Unterschiede in den Bodeneigenschaften und damit im Düngbedarf geben, und das erfordert ein angepasstes Management und digitale Hilfsmittel.“ Das Ziel von „DigiMix-PA“ ist es, viele dieser Hilfsmittel zusammenzubringen und ihr Zusammenspiel in der Praxis zu erproben.



Ein Traktor, mit dem  
das Feld bestellt wird

Fotos: Heike Kampe (2)

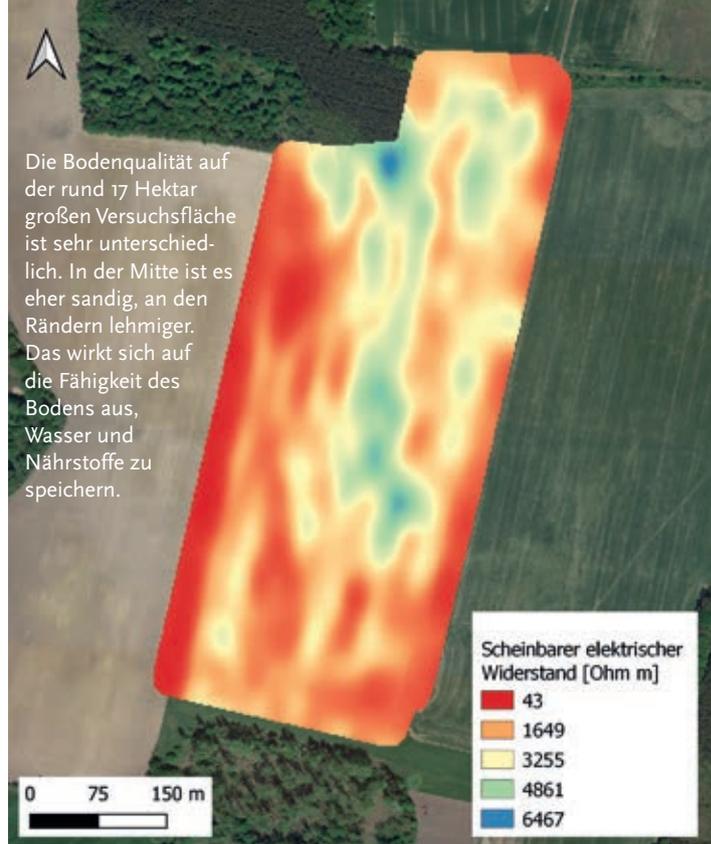
Wie kann man Landwirtschaft mit digitaler Unterstützung präziser, genauer und effizienter machen? „Daran forscht die Wissenschaft schon seit über 30 Jahren“, sagt Sebastian Vogel. Die Liste der bereits existierenden Instrumente ist dementsprechend lang – von GPS-gestützten automatischen Lenksystemen in landwirtschaftlichen Maschinen über Sensoren, die Nährstoffgehalte in Böden und Pflanzen messen und darüber den Düngebedarf ermitteln, bis hin zu Drohnen, die aus der Luft mithilfe von hochauflösenden Kameras und künstlicher Intelligenz unerwünschte Beikräuter auf dem Acker erkennen und gezielt mit Herbiziden behandeln können. Dennoch gibt es eine große Lücke zwischen dem, was bereits existiert, und dem, was tatsächlich auf den Feldern eingesetzt wird: „Die vorhandenen Techniken werden in der landwirtschaftlichen Praxis noch viel zu wenig angewendet“, fasst der Forscher zusammen.

### Viele Landwirte sind unsicher und überfordert

Die Gründe dafür sind vielfältig. Einer davon ist die Unsicherheit der Landwirtinnen und Landwirte, ob sich die notwendigen Investitionen tatsächlich irgendwann auszahlen. Außerdem gibt es bisher kaum systematische Lösungen, die die komplette Produktionskette eines Betriebes abdecken. Stattdessen sehen sich die Landwirtinnen und Landwirte mit vielen Einzellösungen konfrontiert, die entweder den Boden, Pflanzenkrankheiten oder die Nährstoffversorgung im Fokus haben. Nicht zuletzt fehlt das nötige Wissen über den richtigen Umgang mit der digitalen Technik. Um diese Hürden zu beseitigen, arbeiten Forschende der Agrarwissenschaft und der Informatik im Projekt eng zusammen.

Auf einem gut 17 Hektar großen Experimentierfeld wollen sie nun ganz konkret untersuchen, wie der Präzisionspflanzenbau in der Praxis ganzheitlich umgesetzt werden kann und wie er sich finanziell auf den Betrieb und ökologisch auf die Umwelt auswirkt. „Wir wollen die vielen einzelnen Praxislösungen zusammenführen und den Betrieb mit all seinen Abläufen am Beispiel der Stickstoffdüngung einmal komplett durchdigitalisieren“, erklärt Sebastian Vogel die Vision. Um die vielfältigen Daten von Arbeitsmaschinen, Drohnen und Sensornetzwerken in Echtzeit zu übertragen, wird ein 5G-Campusnetz eigens für die Versuche angeschafft. Nicht zuletzt geht es darum, den Landwirtinnen und Landwirten konkrete Hilfen an die Hand zu geben, um den Umstieg zu erleichtern. „Denn die Forschung sagt, dass es sich lohnt“, betont Vogel.

Der erste Arbeitsschritt ist eine umfangreiche und genaue Kartierung des Bodens, in der die Forschenden diesen mit verschiedenen Sensoren abfahren,



um etwa den pH-Wert, den Humusgehalt oder die Bodentextur hochaufgelöst zu bestimmen. 2024 starten dann die Feldversuche, in denen der Stickstoff nicht wie bisher üblich überall gleichmäßig, sondern bedarfsgerecht gedüngt wird. Wie hoch der Stickstoff-Düngebedarf tatsächlich ist, errechnen die Forschenden mit den Daten der Bodensensoren und auch mit Messgeräten, die die Stickstoffversorgung der Pflanzen bestimmen. Auf dem Markt gibt es dafür bereits Sensoren, die etwa an einem Traktor angebracht werden können und während der Fahrt über den Acker messen, ob die Pflanzen einen Mangel haben oder ob sie gut versorgt sind.

### Lohnt es sich auch finanziell?

Um bedarfsgerecht zu düngen, müssen die Forschenden einerseits wissen, wie viel Stickstoff die Pflanzen an ihrem jeweiligen Standort und in ihren einzelnen Wachstumsphasen benötigen. Andererseits werden neue technische Lösungen gebraucht. Denn die bisher genutzten Schleuderstreuer können die Düngemittel nicht genau genug auf der Fläche verteilen. Für ihre Versuche verwenden die Forschenden sogenannte pneumatische Düngestreuer, die das Düngegranulat nahezu punktgenau und variabel ablegen können. Der Stickstoff wird darüber hinaus nicht nur über Mineraldünger, sondern zusätzlich über organischen Dünger aufs Feld gebracht. Damit wird die in einem Mischbetrieb ohnehin anfallende Gülle der Nutztiere als wertvolle Stickstoffquelle weitergenutzt und Stoffkreisläufe werden geschlossen. Dafür wird ein hochmodernes Güllefass mit einem

integrierten Sensor angeschafft. Er misst die Nährstoffgehalte der Gülle schnell und genau, während sie befüllt und ausgebracht wird, und passt die Menge an die Bedarfe an.

Am Ende der Versuche wird Bilanz aus den verschiedenen Düngeszenarien gezogen: Wie hoch sind die Kosten, die die geänderten Betriebsabläufe verursachen? Wie viele zusätzliche Arbeitsstunden erfordern sie? Wie wirkt sich das alles auf den Ertrag und den Gewinn des Betriebes aus? Können Düngemittel eingespart werden? Gelangen mit der angepassten Düngung weniger Schadstoffe in die Luft oder ins Grundwasser?



#### DIE FORSCHENDEN

**Prof. Ulrike Lucke** ist seit 2010 Professorin für Komplexe Multimediale Anwendungsarchitekturen an der Universität Potsdam. Sie leitet das Teilprojekt Transfer des Forschungsprojekts DigiMix-PA, das Erkenntnisse aus anderen Teilprojekten in VR-basierte Lernanwendungen überführt.

✉ [ulrike.lucke@uni-potsdam.de](mailto:ulrike.lucke@uni-potsdam.de)



**Florian Nowotny** ist seit 2019 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Informatik.

✉ [fnowotny@uni-potsdam.de](mailto:fnowotny@uni-potsdam.de)



**Dr. Sebastian Vogel** ist Spezialist für Bodenkunde. Am Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie (ATB) leitet er die Arbeitsgruppe Sensorbasierte Bodenkartierung und ist Koordinator des Projekts DigiMix-PA.

✉ [SVogel@atb-potsdam.de](mailto:SVogel@atb-potsdam.de)



**Kathleen Bischoff** ist Versuchstechnikerin im Pflanzenbau am Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie (ATB). Sie arbeitet im Projekt Leibniz-Innovationshof für nachhaltige Bioökonomie.

✉ [KBischoff@atb-potsdam.de](mailto:KBischoff@atb-potsdam.de)

Das Wissen über Stoffkreisläufe, Ökologie und Ökonomie ist die eine Seite. Auf der anderen Seite stehen die Landwirtinnen und Landwirte, die die Erkenntnisse umsetzen müssen – und damit bisher oft ziemlich allein dastehen. „Es ist für Landwirte eine wahnsinnige Umstellung, die Digitalisierung anzunehmen und in die Betriebsabläufe zu integrieren“, erklärt Kathleen Bischoff. „Die Betriebsmittel werden teurer, Arbeitskräfte sind knapp und man muss als Landwirt wirklich gut abwägen, welche Maßnahmen man umsetzt und wie kostenintensiv diese sind.“ Sie beobachtet, dass junge Landwirtinnen und Landwirte eher bereit sind, dafür neue digitale Methoden zu nutzen als ihre älteren Kolleginnen und Kollegen. „Die breite Masse ist davon aber noch nicht überzeugt, ist unsicher oder teilweise überfordert.“

### Treckertraining und Zeitreisen in der Virtualität

An dieser Stelle setzt die Informatikprofessorin Ulrike Lucke von der Universität Potsdam an: „Letztendlich ist der Umgang mit digitaler Technik eine motorische Fähigkeit. Und die erwerbe ich nicht, wenn ich am Schreibtisch sitze und mich irgendwo durchklicke, sondern indem ich mich bewege und mit meinem Körper den Vorgang einübe.“ Wie das aussehen kann, zeigt ihr Mitarbeiter Florian Nowotny. „Bitte einmal aufsetzen“, sagt er, während er eine VR-Brille überreicht. Die Brille öffnet das Tor zu einer virtuellen Welt, während die Realität im Büro mit Schreibtischen, Stühlen und Gesprächspartnern verschwindet. Wer die Brille trägt und nach dem eingblendeten Schlüssel greift, befindet sich in einem tuckernden Traktor, der mithilfe zweier Joysticks über ein Feld gesteuert werden kann. Dort können verschiedene Düngeszenarien durchgespielt und ausgewertet



Über eine VR-Brille können verschiedene Szenarien durchgespielt und neue landwirtschaftliche Methoden trainiert werden.



Screenshots aus dem digitalen Schulungsprogramm, das die Forschenden entwickeln

werden. Ein Farbcode auf dem Monitor macht etwa sichtbar, an welchen Stellen zu viel oder zu wenig gedüngt wird und welche Unterschiede es zwischen dem Schleuderdüngerstreuer und dem präziseren pneumatischen Düngestreuer gibt: Rot bedeutet, es ist zu viel Dünger auf dem Feld, Grün heißt, die Menge ist optimal und entspricht dem tatsächlichen Bedarf. Über das Menü ist außerdem der rasche Wechsel vom Traktor zur Drohne möglich: Virtuell blickt man plötzlich aus der Vogelperspektive übers Feld und kann das Ergebnis der eigenen Arbeit und die Auswirkungen auf die nähere Umgebung betrachten.

Die Anwendung steckt noch in den Kinderschuhen und wird in den kommenden Jahren Schritt für Schritt erweitert. „Wir wollen eine niedrigschwellige Lernumgebung für Landwirte schaffen, die nachstellt, wie die verschiedenen technischen Komponenten zusammenwirken und wie sie sinnvoll eingesetzt werden können“, erklärt Ulrike Lucke. Mit der Anwendung kann einerseits der Einsatz neuer Techniken trainiert und ausprobiert werden, andererseits werden die Folgen des eigenen Handelns sichtbar gemacht. Welche Unterschiede gibt es zwischen einer automatisierten und einer manuellen Düngung? Was passiert mit dem benachbarten See in fünf oder zehn Jahren, wenn die Felder überdüngt werden? Wie verändert sich der Boden während dieser Zeitreise? Ist mein Hof auch in 30 Jahren noch produktiv und wirtschaftlich, wenn ich weiter so wirtschaftete wie bisher? All das können verschiedene Szenarien der VR-Anwendung in Zukunft zeigen, wenn diese mit den experimentellen Daten verknüpft werden.

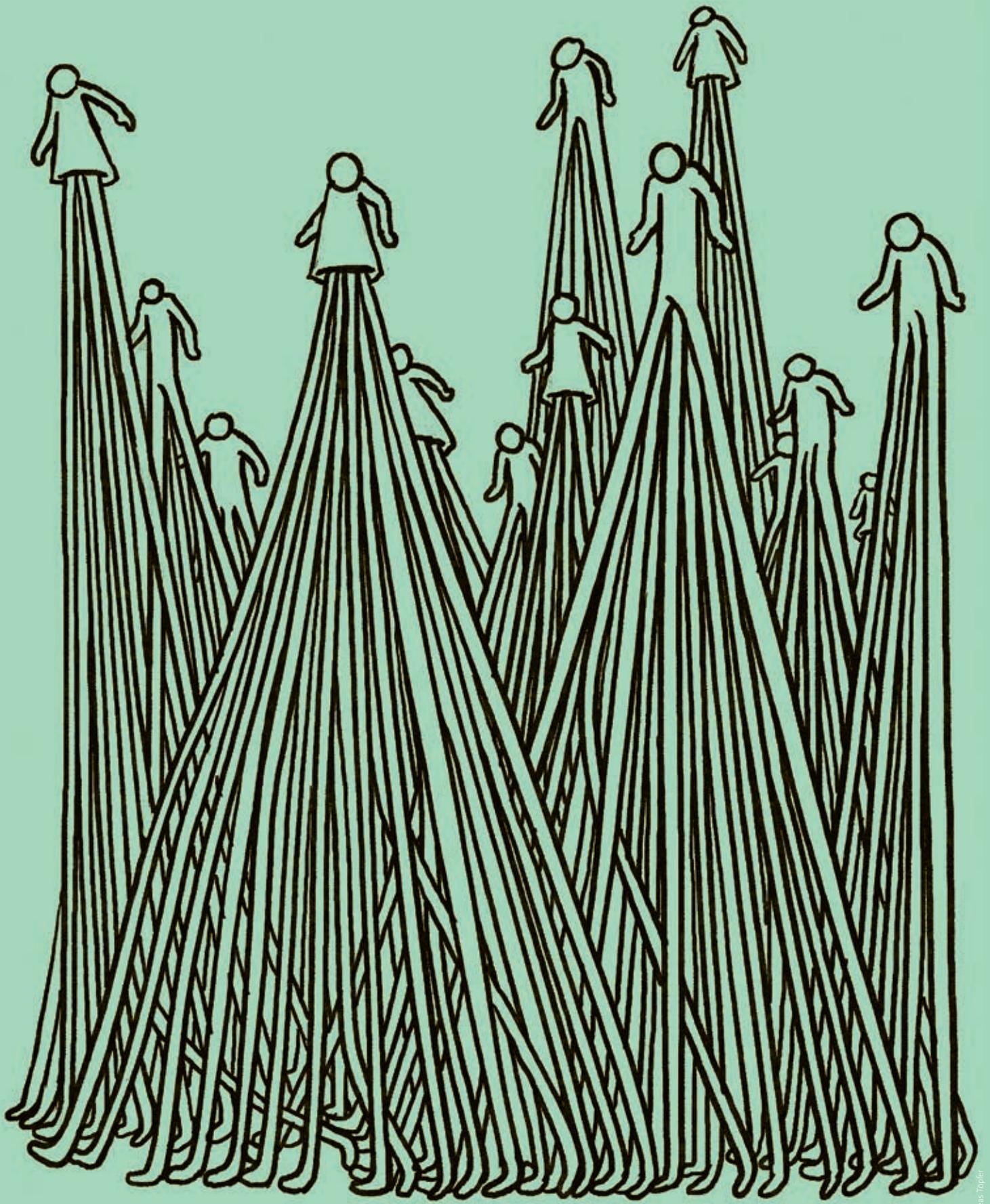
Noch geht es darum, die einzelnen Lernziele zu definieren und sinnvolle Simulationen zu erarbeiten. Das Potenzial liegt bereits jetzt auf der Hand:



Mit dem Programm können Landwirte üben, wie sie mit neuen landwirtschaftlichen Geräten und digitalen Hilfsmitteln präziser düngen.

„Solche immersiven Techniken haben einen großen Lerneffekt“, ist Ulrike Lucke überzeugt. „Wenn man in der VR steckt und ein Teil des Ganzen ist, kann sehr leicht Betroffenheit erzeugt werden: Es betrifft mich, wenn durch mein Handeln der See kippt oder sich das Klima ändert. Wir wollen untersuchen, welche Lerneffekte wir durch diesen Perspektivwechsel herbeiführen können“, erklärt die Wissenschaftlerin eines ihrer Forschungsziele. Dieser Lerneffekt könnte auch für die Ausbildung künftiger Landwirtinnen und Landwirte oder zu Demonstrationszwecken auf landwirtschaftlichen Messen hilfreich sein. Dass sie sich dafür als Informatikerin in agrarwissenschaftliche Themen hineindenken muss, fällt Ulrike Lucke nicht schwer. „Natürlich ist damit einiges an Recherche verbunden. Aber das Thema liegt mir nicht allzu fern. Als Kind wollte ich mal Tierpflegerin werden“, erzählt sie und lacht.

HEIKE KAMPE



**MÄDCHEN  
UND MATHE?**

**MÄDCHEN  
UND MATHE!**

Wie das Geschlecht die Leistung und  
Motivation von Schüler\*innen beeinflusst

**An deutschen Hochschulen stellen Frauen heute mehr als die Hälfte der Studierenden. In Fächern wie Physik, Ingenieurwissenschaften oder Informatik sieht es allerdings ganz anders aus: Hier studieren vor allem Männer. „Wenn man sich die Kompetenzen von Schülerinnen ansieht, müsste das überhaupt nicht so sein“, sagen Prof. Dr. Martin Brunner und Dr. Lena Keller.**

Mit Geschlechtsunterschieden in der Leistung von Schülerinnen und Schülern kennen sie sich aus. Die beiden Potsdamer Psychologen erforschen in dem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projekt BIG-GENDER die Ergebnisse, die Kinder und Jugendliche bei großen Leistungserhebungen erzielen – und zwar ihrem Geschlecht entsprechend. „Large Scale Assessments wie die PISA-Studie haben für uns Forschende ein enormes Potenzial“, sagt Martin Brunner, der Professor für Quantitative Methoden in den Bildungswissenschaften an der Uni Potsdam ist. Für die beiden Psychologen sind diese repräsentativen Daten ein Schatz, mit dessen Hilfe sie verschiedenste Fragen zu Bildungsungleichheiten beantworten können.

Drei internationale Schulleistungsstudien mit Daten von mehreren Millionen Schüler\*innen aus 1.000 repräsentativen Stichproben sahen sich die Forschenden an, um die unterschiedlichen Leistungen von Jungen und Mädchen besser verstehen zu können: die PISA-Studie (Programme for International Stu-

dent Assessment), die die Fähigkeiten von 15-jährigen Jugendlichen in Mathematik, Naturwissenschaften und im Lesen untersucht, sowie TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) und PIRLS (Progress in International Reading Literacy Study). TIMSS erfasst mathematische und naturwissenschaftliche Fähigkeiten in den Jahrgangsstufen vier und acht. PIRLS konzentriert sich auf die Lesekompetenz in der Klassenstufe zwölf. Die Studien stellen repräsentative Stichproben dar, spiegeln also die Gesamtzielgruppe – alle schulpflichtigen Kinder und Jugendlichen – wider. Die Teilnehmenden werden zufällig ausgewählt und nicht etwa von ihren Eltern vorgeschlagen, sodass Verzerrungen ausgeschlossen sind. „Insgesamt haben über 100 Länder an den Studien teilgenommen, die Hälfte aller Staaten der Welt“, erläutert Brunner.

Dass Mädchen in Mathematik mit den Jungen nicht mithalten können, wie gern behauptet wird, können die Forschenden nicht bestätigen. „In Deutschland sind die Leistungsunterschiede in Mathematik bei den 15-Jährigen zwischen den Geschlechtern sehr klein“, erklärt Lena Keller. „Die Kompetenzen von Mädchen am Ende der Sekundarstufe in Mathematik und Naturwissenschaften stehen denen der Jungen quasi in nichts nach – und doch entscheiden sie sich dagegen, in der Oberstufe MINT-Fächer als Leistungskurse zu wählen oder nach der Schule eine Ausbildung in diesem Bereich zu machen“, erläutert Brunner. Bis zum Abitur würde sich der Unterschied jedoch vergrößern, weil viele Jungen MINT-Fächer als Leistungskurse wählten. „Bis zum Beginn der Sekundarstufe II gäbe es also noch die Möglichkeit, tätig zu werden – zum Beispiel mit Beratungsangeboten“, sagt Lena Keller.

Ähnliche Ergebnisse zeigten Lena Kellers Dissertation, die erste Grundlagen für das DFG-Projekt schuf. Damals schaute sich die Forscherin an, ob sich die Ergebnisse von Mädchen und Jungen in der PISA-Studie, die zu den besten Mathematiker\*innen ihres Alters in einem Land gehören, unterscheiden. „Das sind ganz besondere junge Menschen, die ein enor-

## DIE FORSCHENDEN

Prof. Dr. Martin Brunner ist seit 2017 Professor für Quantitative Methoden in den Bildungswissenschaften an der Universität Potsdam.

✉ martin.brunner@uni-potsdam.de

Dr. Lena Keller ist seit 2019 wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Universität Potsdam.

✉ lena.keller@uni-potsdam.de



Fotos: Thomas Roese



„Die Kompetenzen von Mädchen am Ende der Sekundarstufe in Mathematik und Naturwissenschaften stehen denen der Jungen quasi in nichts nach.“

mes Potenzial im MINT-Bereich haben und später herausragende Beiträge leisten können“, erklärt Martin Brunner. Über 300 Stichproben aus den Daten mehrerer Millionen Schülerinnen und Schüler der Jahre 2000 bis 2015 nahm die Forscherin unter die Lupe – und zwar die der besten fünf Prozent, also 114.000 Jugendliche, die Spitzenleistungen in Mathematik vollbringen. „Jungen waren etwas besser, aber nicht so viel, wie es das Stereotyp erwarten ließe“, erklärt Keller. Von fünf Spitzenleistungen stammen drei von Jungen und zwei von Mädchen. Der Forscherin zufolge erklärt dieser Unterschied nicht, dass Frauen sowohl im Studium als auch im Beruf in verschiedenen MINT-Bereichen deutlich unterrepräsentiert sind.

### Wie Gleichstellungspolitik und Schulleistungen zusammenhängen

Mit den drei internationalen Studien PISA, TIMSS und PIRLS können Keller und Brunner die Geschlechtsunterschiede in den Schulleistungen international vergleichen. Im BIG-GENDER-Projekt untersuchten sie, ob diese Differenzen beispielsweise zum Gleichstellungsniveau der beteiligten Staaten im Verhältnis stehen. Dieses Niveau wird anhand verschiedener Aspekte ermittelt: und zwar dem Anteil von Frauen in der Forschung und in höheren Positionen wie etwa im Management oder als höhere Beamtinnen. Außerdem spielt eine Rolle, wie viele Mädchen bzw. Frauen in Grundschulen, in weiterführenden Schulen und in Hochschulen angemeldet sind. Die Analyse zeigte: Je mehr Frauen in einem Land studieren, desto höher ist der Anteil an Mädchen mit Spitzenleistungen in Mathematik. Zudem stellten Keller und Brunner fest, dass die in der PISA-Studie abge-

### DAS PROJEKT

**BIG-GENDER: Big Data Meta-Analysen von Geschlechtsunterschieden in der Schülerleistung und Lernmotivation auf Grundlage von Large-Scale Assessments**

Beteiligt: Prof. Dr. Franzis Preckel (Universität Trier), Prof. Dr. Oliver Lüdtke (Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN))

Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
Laufzeit: 2020–2024

fragten Bereiche – Lesen, Mathematik und Naturwissenschaften – insbesondere bei Mädchen auf einem ähnlicheren Niveau sind, wenn im jeweiligen Land der Anteil von in der höheren Bildung tätigen Frauen größer ist. Eine Erklärung dafür könnte laut Keller sein, dass in Staaten mit einer großen Zahl von hochgebildeten Frauen auch das Erziehungsverhalten von Eltern und Lehrkräften anders ist. Möglicherweise geht von einem vergleichsweise hohen Anteil von Studentinnen an Hochschulen eine Signalwirkung aus. „Er kann Mädchen signalisieren, dass sich Leistung in der Schule für sie lohnt“, sagt Lena Keller. Brunner zufolge würden wiederum Frauen, die studieren und in Entscheidungspositionen arbeiten, strukturelle Hürden einreißen und jüngeren Kolleginnen den Zugang in stereotyp männliche Sphären erlauben.

Zu solchen Sphären gehört für viele Menschen auch das Fach Informatik, bei dem sie an ein einsames Arbeiten vor dem PC denken, meint Keller. „Das spricht die Mehrheit der Frauen und Mädchen nicht



**Large-Scale Assessments** sind Reihenuntersuchungen mithilfe psychologisch-pädagogischer Tests, bei denen es zumeist um bildungsbezogene Wissensinhalte geht.

Anhand von Daten deutscher Schüler\*innen aus der PISA-Studie 2018 demonstrierten die Forschenden, wie Geschlecht, Migrationshintergrund, Bildungsgrad der Eltern sowie deren berufliches Prestige in sogenannten intersektionalen Strata zusammenwirken und die Leseleistung der Jugendlichen beeinflussen. Beim Lesen haben die Mädchen nämlich in allen intersektionalen Gruppen einen großen Vorsprung vor den Jungen. Brunner und Keller konnten nicht nur zeigen, dass die einzelnen betrachteten Kategorien bestimmte Effekte haben: dass Mädchen beim Lesen im Schnitt besser abschneiden als Jungen; Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund etwas schlechter lesen als diejenigen ohne; Jugendliche, bei denen mindestens ein Elternteil Abitur hat, im Lesen eine höhere Punktzahl erreichen als Jugendliche, bei denen kein Elternteil Abitur hat – und dass die Ergebnisse der Jugendlichen beim Lesen umso besser sind, je größer das berufliche Prestige der Eltern ist. Zusätzlich interagieren all diese Aspekte miteinander, sodass Mädchen ohne Migrationshintergrund mit mindestens einem Elternteil, das Abitur hat und deren Eltern ein sehr hohes berufliches Prestige genießen, noch besser lesen, als es die einzelnen Kategorien erwarten ließen – sie sind ihren Mitschüler\*innen um mehr als ein halbes Schuljahr voraus. Das Zusammenspiel sozialer Kategorien übersteigt also die Effekte jeder einzelnen. „Intersektionalität hat damit einen deutlichen Einfluss auf die Leistung von Jugendlichen“, sagt Keller. Die Forscherin träumt davon, dass die Large-Scale Assessments soziale Ungleichheiten, Behinderungen oder chronische Erkrankungen sowie eine Geschlechtszugehörigkeit fernab von „männlich“ oder „weiblich“ noch differenzierter bzw. überhaupt erfassen. „Diese Kategorien können zu Diskriminierungen führen, die sich auf die schulische Leistung und die Lernmotivation negativ auswirken können“, so die Bildungswissenschaftlerin.

Die Förderung für BIG-GENDER endet im Juni 2024. Die Forschenden hoffen, dass die Ergebnisse national wie international wahrgenommen werden, und daraus Handlungsmöglichkeiten erwachsen, schon im Schulalter mehr Mädchen für die Naturwissenschaften zu gewinnen. Schließlich sei der Fachkräftemangel sehr groß. Die beiden Forschenden können bereits mit einem ebenfalls von der DFG geförderten Folgeprojekt aufwarten: Darin wollen sie sich die digitale Ungleichheit zwischen Jungen und Mädchen im Primar- und Sekundarbereich ansehen.

DR. JANA SCHOLZ

an. Viele mathematikbegabte Mädchen interessieren sich stärker für organisches Wissen, für alles, was lebendig ist, wie die Botanik oder Humanwissenschaften, und sie wollen nützlich für die Gemeinschaft sein.“ Die Forscherin ist sicher, dass sich Mädchen und Frauen für das Fach eher gewinnen ließen, wenn Gemeinnützigkeit und Teamwork stärker im Vordergrund stünden. „Ihnen sollte vermittelt werden, dass sie mit ihrem Kompetenz- und Interessenprofil tolle Möglichkeiten in mathematisch-naturwissenschaftlichen Berufen haben“, sagt Brunner.

## Wie Intersektionalität die Schulleistung beeinflusst

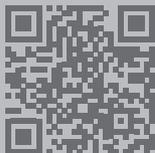
Lena Keller und Martin Brunner haben außerdem einen Ansatz weiterentwickelt, der erfassen kann, wie sich verschiedene soziale Kategorien, die in einer Person zusammenkommen, auf deren Bildungsergebnisse auswirken. Damit erhalten Forschende differenzierte Einblicke in Fragen der Intersektionalität, also das Zusammenwirken sozialer Dimensionen wie Geschlecht, sozioökonomischer Status oder Migrationshintergrund. „Gemeinsam mit unseren Kolleg\*innen haben wir dafür einen Ansatz aus der Epidemiologie in die Bildungswissenschaften übertragen“, erklärt Lena Keller. „Es handelt sich um eine sehr differenzierte Analyse, die in der Bildungsforschung ganz neu ist.“

# „... die Open-Science-Infrastrukturen von morgen schon heute verfügbar machen“

Dr. Peter Kostädt, Chief Information Officer (CIO) der Universität Potsdam

**Open Science steht für eine Wissenschaft, die offen, transparent und nach Möglichkeit auch frei zugänglich ist: Wie sieht Ihre persönliche Open-Science-Utopie aus?**

Alles, was an öffentlich finanzierten Hochschulen und Forschungseinrichtungen erzeugt wird, ist für alle auffindbar und möglichst ohne Barrieren nachnutzbar – egal ob Forschungsdaten, Fachartikel, Software oder auch Lehrmaterialien. Die Motivation dahinter ist der Kerngedanke von Open Science: Alle Bestandteile des wissenschaftlichen Prozesses und seine Erkenntnisse sind als Allgemeingut zu betrachten, das mithilfe der Werkzeuge der Digitalisierung so offen wie möglich und so geschlossen wie nötig über das Internet zugänglich gemacht wird. Auf diese Weise lässt sich der größtmögliche gesellschaftliche Nutzen erzielen. Sämtliches Wissen sollte übergreifend und ohne technische Hürden abrufbar sein. Die vielen Plattformen, die es dafür jetzt schon gibt, sollten nahtlos zusammenwirken und ihre Daten in maschinenlesbarer Form miteinander austauschen können, sodass eine dauerhafte Verlinkung und Verknüpfung sämtlicher Informationen möglich ist.



Die Uni Potsdam hat auf einer neuen Plattform die wesentlichen Dimensionen von Open Science zusammengefasst und 2023 eigene Open-Science-Leitlinien veröffentlicht.



Dr. Peter Kostädt ist seit 2019 Chief Information Officer (CIO) der Universität Potsdam.

✉ [cio@uni-potsdam.de](mailto:cio@uni-potsdam.de)

## Was muss getan werden, damit das klappt?

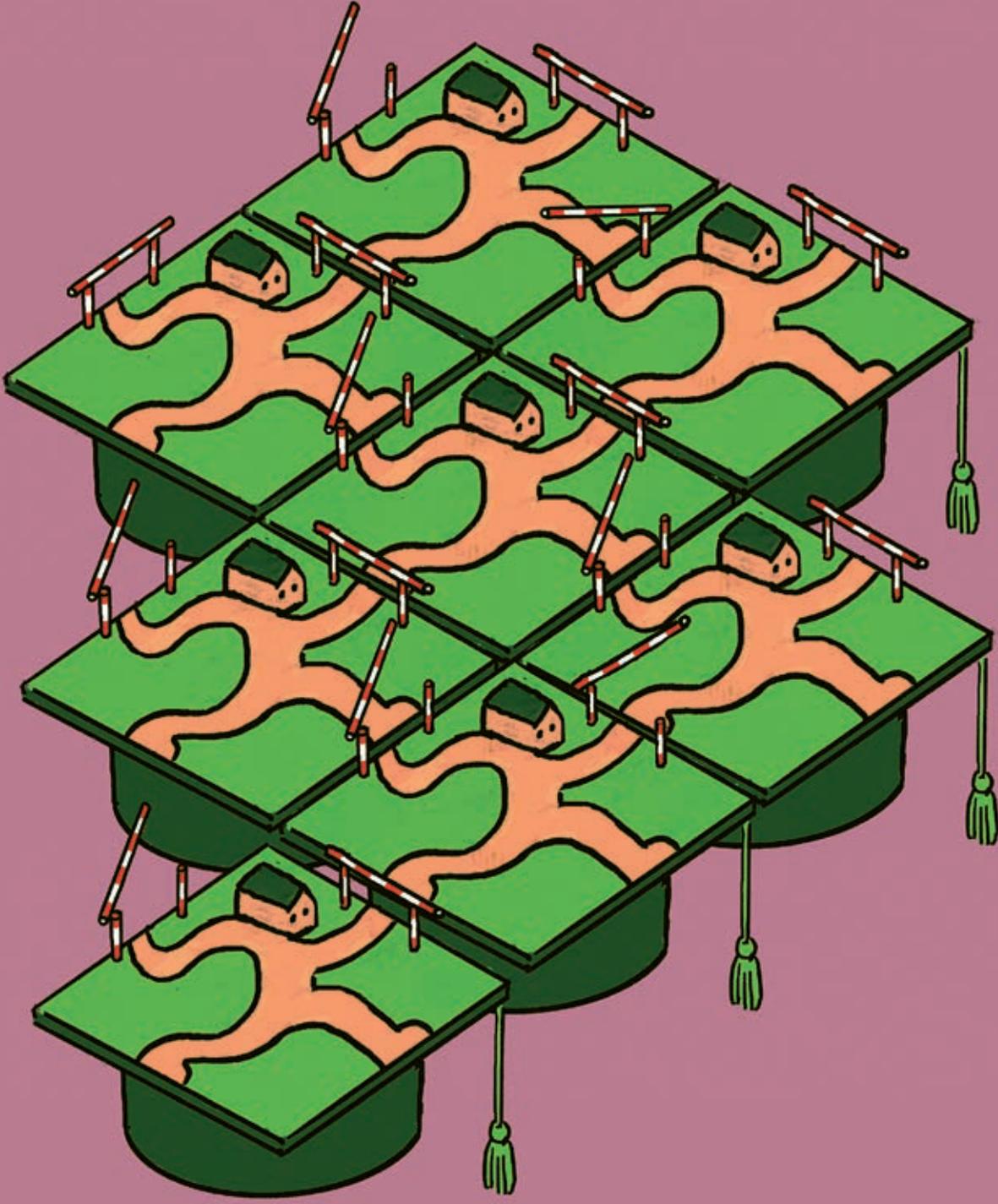
Open Science muss als weltweiter Standard für die gute wissenschaftliche Praxis etabliert werden. Die politischen Weichen dafür sind bereits gestellt: Open Science ist seit 2015 ein integraler Bestandteil der EU-Forschungspolitik, 2019 hat die Europäische Kommission eine Open-Science-Policy verabschiedet und 2021 die UNESCO ihre Recommendation on Open Science, die von 193 Ländern angenommen wurde. Für deren Umsetzung sind in den einzelnen Handlungsfeldern von Open Science unterschiedliche Maßnahmen erforderlich. In Sachen Open Access müssen wir uns beispielsweise unabhängiger von den großen kommerziellen Wissenschaftsverlagen machen, die mit ihren massiven Preissteigerungen unsere Budgets sprengen. Das können wir erreichen, indem wir unsere eigenen Publikationsinfrastrukturen ausbauen und so Alternativen schaffen.

## Wie sollte es mit Open Science weitergehen und warum?

Mit Blick in die Zukunft wünsche ich mir, dass ein stärkeres Bewusstsein dafür geschaffen wird, wie sinnvoll Open Science für die Gesellschaft ist. Außerdem halte ich es für wichtig, die Kriterien dafür zu überdenken, wie die Leistung von Forschenden bewertet wird. Im Fokus sollten weniger die Anzahl der Publikationen und die Veröffentlichungsquote in renommierten Fachzeitschriften stehen, sondern die Fragen danach, wie zugänglich die Forschungsergebnisse sind, ob die erhobenen Forschungsdaten reproduzierbar sind und welchen Nutzen sie für die Wissenschaft und die Gesellschaft stiften.

DIE FRAGEN STELLTE SARAH-MADELEINE AUST.

# BILDUNG



# OHNE GRENZEN

Nina Kolleck erforscht, wie NGOs weltweit Bildungssysteme verändern

Grenzüberschreitender, digitaler und privater – wie verändert sich Bildung vor dem Hintergrund der Globalisierung? Macht Bildung an nationalen Grenzen halt oder verbindet sie vielmehr Menschen überall auf der Welt miteinander? Die Potsdamer Bildungs- und Politikwissenschaftlerin Nina Kolleck erforscht den Einfluss von Nichtregierungsorganisationen (NGOs) auf Bildungssysteme weltweit und über Ländergrenzen hinweg. Dafür erhält die Professorin für Erziehungs- und Sozialisationstheorie einen Starting Grant des Europäischen Forschungsrats (ERC). Dieser ist mit 1,33 Millionen Euro dotiert und läuft fünf Jahre.

Bildung wird nicht nur stärker digital, sie wird auch globaler. Der „Global Turn in Education“, wie er in der Forschung genannt wird, zeigt sich etwa daran, dass immer mehr Bildungseinrichtungen, -akteure und -politiker auf globaler Ebene zusammenarbeiten. Die Bologna-Reform, mit der die europäischen Staaten versucht haben, einen gemeinsamen Hochschulraum zu schaffen, sei nur ein Beispiel dafür, erklärt Bildungsforscherin Nina Kolleck. Andere seien die Entwicklung und Implementierung globaler Lehrpläne, die Förderung von interkulturellem Verständnis oder die Einführung internationaler Bildungsstandards.

## NGOs im Einsatz für mehr Bildung

Doch parallel zu dieser Globalisierung beobachtet sie einen zweiten gravierenden Wandel: „Gerade im Bildungsbereich ziehen sich Staaten zunehmend zurück und andere Akteure füllen diese Lücke, beispielsweise internationale Organisationen, multinationale Unternehmen und eben NGOs“, sagt Nina Kolleck. Für die UNESCO oder die OECD etwa ist dieses Wirken

### DAS PROJEKT

**EmergEd – The Emergence of Global Non-Governmental Spaces in Education: Non-Governmental Organizations and the Global Turn in Education**

Förderung: Europäische Union / ERC Grant  
Laufzeit: 2023–2027



➔ Zum Projekt



Prof. Nina Kolleck  
mit ihrem Kollegen  
Dr. Ronny Patz

## DIE FORSCHERIN

Prof. Dr. Nina Kolleck ist seit 2023 Professorin für Erziehungs- und Sozialisationstheorie an der Universität Potsdam.

✉ [nina.kolleck@uni-potsdam.de](mailto:nina.kolleck@uni-potsdam.de)

mittlerweile schon gut erforscht – ganz im Gegensatz zu den NGOs im Bildungsbereich auf globaler Ebene. „Welche Rolle sie spielen und wie sie Bildung prägen, wissen wir noch kaum“, so Kolleck. Klar sei: Im Zuge des „Global Turn“ knüpften NGOs verstärkt transnationale Netzwerke, um Bildung gemeinsam zu gestalten. So arbeiteten sie auf verschiedenen Ebenen daran, die Bildungsungleichheit zu reduzieren, führen innovative Lehrmethoden ein und stellen Bildungsressourcen bereit.

Ein Beispiel ist „Teach for all“, wobei sich NGOs aus über 50 Ländern mit dem Ziel zusammengeschlossen haben, „die Bildungssysteme weltweit radikal zu verändern, indem sie sich auf die Bereitstellung von Bildungskonzepten in verschiedenen Ländern konzentrieren“, so Kolleck. Deren lokal geführte und finanzierte Partnerorganisationen bilden Hochschulabsolventen und Führungskräfte aus, die in den Klassenzimmern ihrer Länder zwei Jahre lang unterrichten – dort, wo sie am meisten gebraucht werden. Zudem setzen sich die „Teach for all“-Botschafter

anschließend in den weiteren Stationen ihres Berufslebens dafür ein, die Bildungschancen von Kindern weltweit zu verbessern.

Wie genau diese Netzwerke Einfluss ausüben, ist bislang aber noch weitgehend unerforscht. Daher will die Bildungs- und Politikwissenschaftlerin Nina Kolleck diesen Wandel mithilfe des ERC Starting Grants genauer untersuchen. „In einer Zeit zunehmender Ungleichheit hoffe ich, dass das Projekt dazu beitragen wird, das Wirken neuer Akteure im Bildungswesen zu beleuchten und Chancengleichheit weltweit zu stärken. Dies ist auch für stabile Demokratien zentral.“

Im Zentrum des Projekts stehen nicht einzelne NGOs, sondern deren Zusammenschlüsse zu sogenannten transnationalen Netzwerken: neben „Teach for all“ etwa „Education International“ oder „Global Environmental Education Partnership (GEEP)“. „Diese Netzwerke verbindet das Bestreben, Bildung weltweit zu verändern. Sie unterscheiden sich jedoch in ihrer geografischen und inhaltlichen Ausrichtung, ihren Methoden und Schwerpunktbereichen“, so die Forscherin. „Mal steht beispielsweise Klimabildung im Mittelpunkt, mal sind es die Menschenrechte.“

## Neue Methoden für neue Netzwerke

Um die in der Bildung entstehenden „globalen nicht-staatlichen Räume“ vermessen zu können, hat Nina Kolleck eigens einen neuen methodischen Ansatz entwickelt: Mithilfe quantitativer Befragungen wollen

Der Europäische Forschungsrat (European Research Council, ERC) fördert exzellente Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und ihre Teams mit innovativen und fortschrittlichen Projekt- und Forschungsideen aus verschiedenen Disziplinen. Die Projektförderung kann bis zu fünf Jahre dauern, wobei die Fördersumme 1,5 bis 2,5 Millionen Euro beträgt. Die Förderung des ERC ist themenoffen, es wird allein nach dem Kriterium der Exzellenz evaluiert. Das geförderte Projekt muss dabei an einer selbst gewählten Wissenschaftseinrichtung in Europa durchgeführt werden.

die Forschenden herausfinden, wie die Netzwerke aufgebaut sind und mit welchen Inhalten sie sich konkret befassen. Daneben erheben sie umfangreiche Textdaten und Daten aus Social-Media-Plattformen. Diese Daten werden anschließend quantitativ und qualitativ analysiert, um Muster, Trends und Auswirkungen zu identifizieren. Dabei greifen die Wissenschaftler\*innen vor allem auf Methoden von Natural Language Processing und Sozialen Netzwerkanalysen zurück. „Die Social-Media-Daten ermöglichen uns Einblicke in die öffentlichen Informations-, Kommunikations- und Einflusstrome, Interaktionen zwischen unterschiedlichen Akteuren, Vernetzungen, Diskussionen und Reaktionen“, erklärt Nina Kolleck das Vorgehen. Dabei könnten sie sowohl die Strukturen dieser Interaktionen – also der sozialen Netzwerkstrukturen – als auch die Inhalte der Diskurse

und Debatten analysieren. „Ich gehe davon aus, dass wir die sich wandelnde Bedeutung von NGOs für den Bildungsbereich erst dann verstehen können, wenn wir beide Ebenen miteinander verbinden“, sagt die Forscherin.

Social-Media-Daten haben dabei einen entscheidenden Vorteil: Als sogenannte natürliche Daten entstehen sie – im Gegensatz zu solchen aus wissenschaftlichen Befragungen – ohne das Zutun der Forschenden. Auch wenn längst nicht alle relevanten Akteur\*innen auf diesen Plattformen vertreten sind, schaffen sie gute Ausgangsbedingungen für eine wertvolle komplexe Längsschnittanalyse: Somit werden sehr große Datensätze, die einen längeren Zeitraum abdecken, und natürliche Kommunikationsströme mit Verfahren der Sozialen Netzwerkanalyse analysiert. Für ihre neue interdisziplinäre Methodik sieht Kolleck großes Potenzial: „Ich denke, dass sie künftig auch in anderen Politik- und Forschungsbereichen anwendbar sein wird, etwa der Gesundheitspolitik, der globalen Umweltpolitik oder den Menschenrechten. Deshalb möchte ich mit meinem Projekt direkt zeigen, wie gewinnbringend es ist, gerade in solchen innovativen Themenfeldern interdisziplinär zu arbeiten.“

In einem ersten Schritt hofft Nina Kolleck aber, damit die Arbeit von NGOs wie „Teach for all“ besser erklären zu können – durchaus, damit sie Schule macht und „wir etwas gegen die wachsende globale Bildungsungleichheit tun können“.

LENA HIMMLER UND MATTHIAS ZIMMERMANN





# BRILLE AUF

## WIE WEITERBILDUNG IM 21. JAHRHUNDERT AUSSEHEN KANN

Lernen mit VR-Brille und Podcast? Für viele längst Realität. Weiterbildung in einer interaktiven virtuellen Fabrik? Klingt toll! Aber auch für jedermann? Können auch ältere Beschäftigte, die mit den großen Schritten der Digitalisierung nicht Schritt halten wollen oder können, von ihren Vorteilen profitieren? Ja, sagen Wirtschaftsinformatiker der Universität Potsdam. Sie haben gemeinsam mit Praxispartnern eigene virtuelle Lernumgebungen entwickelt und getestet. Ihr Fazit: Interaktive Bildungsformate können kleineren Unternehmen helfen, ihren Beschäftigten zeitgemäße Weiterbildung anzubieten. Sie müssen aber didaktisch und technisch gut gemacht sein, um nicht als „gut gemeinte“ Ansätze auf der Strecke zu bleiben.

Die Digitalisierung verändert unsere Arbeit, aber ebenso die Wege, auf denen wir uns dort bzw. darüber Wissen aneignen – also, wie wir uns weiterbilden. Dabei wird dieses Feld vielerorts stiefmütterlich behandelt, weil die Ressourcen oftmals fehlen. Zudem kommen technologische Neuerungen hier erst relativ spät zum Zug, da ihnen viele ältere Beschäftigte wenig aufgeschlossen gegenüberstehen – oder ihnen genau das nachgesagt wird. Dabei könnten neue Bildungstechnologien besonders den Menschen gut helfen, die längere Unterbrechungen in ihrer Bildungsbiografie

haben. Immerhin ermöglichen sie sehr individuelles Lernen – im eigenen Tempo, mit intuitiven Zugängen und auf persönliche Bedürfnisse zugeschnitten.

### Altersgerechte virtuelle Lernräume schaffen

„Bislang werden ältere Beschäftigte in Sachen Weiterbildung oft vernachlässigt“, sagt Malte Teichmann. „Dabei ist es gerade für sie wichtig, sich zu qualifizieren, damit sie mit der Digitalisierung Schritt halten können. Zudem sind kleine und mittelständische Unternehmen oft auf das Erfahrungswissen dieser Beschäftigten angewiesen und sollten sich gut überlegen, diesen Erfahrungsschatz durch fehlende Weiterbildungsangebote aus der Hand zu geben.“ Der Wissenschaftler arbeitet am Lehrstuhl Wirtschaftsinformatik von Prof. Dr. Norbert Gronau und hat gemeinsam mit Jana Gonnermann und Georg Ritterbusch erforscht, wie „altersgerechte, prozessnahe und interaktive betriebliche Weiterbildung“ für kleinere und mittlere Unternehmen (KMU) künftig aussehen könnten. Ihr Fokus lag dabei auf sogenannten VR-Technologien, also Hilfsmitteln, die eine virtuelle Realität abbilden und es ermöglichen, mit ihr zu interagieren. „Diese



Der für das Projekt geschaffene VR-Raum aus der Vogelperspektive

## DAS PROJEKT

Gestaltung altersgerechter, prozessnaher und interaktiver betrieblicher Weiterbildung in KMU durch den Einsatz von AR-Technologien

Laufzeit: 2020–2022

Beteiligt: Jana Gonnermann, Georg Ritterbusch, Malte Teichmann

Förderung: BMBF, ESF, EU



➔ Zum Projekt

Technologien haben gleich mehrere Vorteile, die – richtig eingesetzt – eine alters- und bedarfsgerechte Weiterbildung enorm verbessern können“, so Malte Teichmann. Grundsätzlich lassen sich mithilfe von VR-Brillen beispielsweise Krisenszenarien abbilden, die sich in echt kaum oder nur mit sehr großem Aufwand nachstellen lassen. Die Beschäftigten können darin trainieren, wie solche brenzligen Situationen bewältigt werden können. „Außerdem bieten virtuelle Lernräume große Freiheiten. Man kann darin individuellen Interessen nachgehen, langsam arbeiten, auch mal etwas wiederholen und das Wissen auf ganz unterschiedlichen Wegen als Text, Video oder Podcast aufnehmen. Im Idealfall lässt es sich auch gleich interaktiv anwenden“, so der Forscher.

Die Forschenden wollen das in ihrem Projekt modellhaft entwickeln – und zwar im Idealfall so, dass

es sich später für möglichst viele verschiedene Unternehmen anpassen lässt: eine Baufirma ebenso wie einen Maschinenbauer oder einen Obstanbaubetrieb. Eine Art Baukasten also, der die wichtigsten Elemente enthält, die VR-Weiterbildungen haben sollten: eine standardisierte virtuelle Lernumgebung, die zugleich sehr wandelbar ist, und einzelne Bausteine, die sich ohne allzu großen Aufwand aus den konkreten Wünschen der Firmen erstellen lassen. „Uns war von Beginn an klar: VR-Technologien bieten tolle Potenziale für Lernprozesse“, sagt Malte Teichmann. „Aber wir wussten auch, dass sie keine Selbstläufer sind. Dafür müssen alle wichtigen Akteure an den Tisch – aus der Forschung, der Technologieentwicklung und vor allem der Praxis. Denn die Lösungen müssen sich an den Bedürfnissen der KMUs orientieren.“

Für ihr Projekt haben sich die Wissenschaftler deshalb Partner gesucht: Experten aus der Erwachsenenbildung und zur VR-Technologie sowie Unternehmen, die willens waren, den Weg zur VR-Weiterbildung mitzugehen. Darunter waren ein Maschinenbauer, ein Bauunternehmen sowie eine Firma für Fenstertechnik. Nach ihren Anforderungen sollten die digitalen Bildungsräume ausgestaltet werden.

Da diese schon bei den drei Unternehmen recht weit auseinandergingen, arbeiteten der Wirtschaftsinformatiker und seine Kollegen in einem ersten Schritt eine Schablone dafür aus, relevante Wissensinhalte möglichst strukturiert zu erfassen und in ein sogenanntes Lastenheft zu übertragen. Außerdem machten sie sich daran, das bislang noch recht sparsam bestellte Feld der Bildung mit VR-Instrumenten zu vermessen. „Wir haben viel Zeit in die theoretischen Grundlagen investiert, die relevante Literatur, zu Wissensarten und -typen zusammengetragen, haben geschaut, wie Menschen lernen – und dann überlegt, wie VR-Instrumente dazu passen“, so Teichmann. „Denn technologische



## DIE FORSCHENDEN

**Jana Gonnermann** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Professur für Wirtschaftsinformatik, insb. Prozesse und Systeme.

✉ [Jana.gonnermann@wi.uni-potsdam.de](mailto:Jana.gonnermann@wi.uni-potsdam.de)



**Georg Ritterbusch** ist seit 2023 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur für Wirtschaftsinformatik, insb. Prozesse und Systeme.

✉ [georg.ritterbusch@wi.uni-potsdam.de](mailto:georg.ritterbusch@wi.uni-potsdam.de)



**Malte Teichmann** ist seit 2018 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur für Wirtschaftsinformatik, insb. Prozesse und Systeme.

✉ [malte.teichmann@wi.uni-potsdam.de](mailto:malte.teichmann@wi.uni-potsdam.de)

Innovation allein macht keine gute Bildung – es geht darum, sie didaktisch klug einzusetzen.“

## Prototyp mit Lerneffekt

Dafür entwickelte das Team einen ersten Prototyp – einen virtuellen Lernraum –, der dann von Beschäftigten der beteiligten Unternehmen ausgiebig getestet wurde. Beispielsweise überführten sie komplette Produktionsprozesse in die VR-Umgebung. „Die Arbeit an den Prototypen war für uns eine spannende und sehr lehrreiche Zeit, auch mit Sackgassen“, sagt der Forscher. „So haben uns die Testpersonen zu unserer Überraschung zurückgemeldet, dass sie sich im Lernprozess bzw. im Lernraum nicht zu viel Freiheit wünschen.“ Das Feedback floss kontinuierlich in die Überarbeitung des Prototypen: So kamen Wände hinzu, die ihn stärker strukturierten, und Schilder, mit denen einzelne Stationen benannt und beschrieben wurden. „Dass die Menschen sich mehr Führung und Lenkung in ihrer Lernreise wünschen, war die erste wichtige Erkenntnis, die wir in der weiteren

Gestaltung berücksichtigt haben“, so Teichmann. Die Zweite: VR-Technologien ermöglichen ein sehr individuelles Lernen, Simulationen lassen sich einfach wiederholen, Podcasts noch einmal abspielen, Stationen aber auch überspringen. Und die Dritte: „Neben dem didaktischen Rahmen und den Praxisanforderungen muss immer die technische Machbarkeit mitgedacht werden. Wir haben die Möglichkeiten der Technologie richtig eingeschätzt. Aber noch ist es enorm herausfordernd, sie auch voll zur Geltung zu bringen.“ Bislang mussten die Elemente einer virtuellen Lernumgebung noch von Entwicklern programmiert werden, weitgehend in Handarbeit. Eine Rotationsmaschine für die Klebebandproduktion etwa, die einem Fensterbauer wiederum nicht hilft. Von einem Baukasten kann dabei noch keine Rede sein. „Aber generative KI wird hier in den kommenden Jahren vieles erleichtern“, ist sich der Forscher sicher.

Für das Modellprojekt hat sich der Aufwand jedenfalls gelohnt: „Selbst Beschäftigte, die schon sehr lange an den Maschinen arbeiten, die wir in VR nachgebaut haben, waren begeistert – weil sie endlich einen Blick auf den Gesamtprozess erhalten haben und das Verständnis dafür, welchen Beitrag sie dazu leisten.“ Und Malte Teichmann sieht für den Einsatz kaum Grenzen: So ließe sich mit den VR-Instrumenten eine Weiterbildung „schneiden“, die neue Beschäftigte oder solche, die den Arbeitsplatz wechseln, einarbeitet. Außerdem könnte Wissen auch den umgekehrten Weg gehen: Menschen, die sehr lange im Unternehmen arbeiten und ihre Erfahrung weitergeben sollen, könnten die Lernumgebung testen. Ihr Feedback würde anschließend dazu dienen, sie weiterzuentwickeln.

Vom Ergebnis ihres Modellprojekts sind übrigens nicht nur Malte Teichmann und seine Kolleg\*innen begeistert. Auch die Unternehmen setzen die Module in unterschiedlichen Funktionen ein. Und die Forschenden haben mit Praxispartnern bereits ein Folgeprojekt auf den Weg gebracht. „Als nächstes wollen wir schauen, wie verschiedene VR-Räume miteinander interagieren können und wo Anschlussmöglichkeiten zu anderen Technologien bestehen“, so der Forscher.

MATTHIAS ZIMMERMANN

## ZUM WEITERLESEN

Malte Teichmann, Jana Busse, Jana Gonnermann, Georg Ritterbusch, Ines Langemeyer, Norbert Gronau, Konzeption, Erstellung und Evaluation von VR-Räumen für die betriebliche Weiterbildung in KMU – Erfahrungen und Handlungsempfehlungen aus dem Forschungsprojekt API-KMU, Digitalisierung der Arbeitswelt im Mittelstand 3, 2023, [https://doi.org/10.1007/978-3-662-67024-8\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-662-67024-8_5)



# VRReiraum im Makerspace

Innovatives Lehrprojekt zum Einsatz von Virtual und Augmented Reality in der Hochschullehre

**Wie wollen wir leben in der Stadt der Zukunft? Lässt sie sich so gestalten, dass Klima und Umwelt geschützt, der soziale Zusammenhalt und kultureller Austausch gefördert werden? Nachhaltige Stadtentwicklung macht es möglich. Wie sie funktioniert, konnten Schülerinnen und Schüler der Potsdamer Voltaire-Schule und des Hannah-Arendt-Gymnasiums im Geographieunterricht schon einmal realitätsnah erproben. Lehramtsstudierende der Universität Potsdam hatten dafür eine virtuelle Lernumgebung geschaffen und in der praktischen Anwendung wichtige Erkenntnisse über den effektiven Einsatz solcher Medien gewinnen können. Initiiert und didaktisch begleitet wurde das Ganze von Prof. Dr. Nina Brendel.**

Seit einigen Jahren schon erforscht die Geographie-Didaktikerin die Einsatzmöglichkeiten von Virtual Reality im Geographieunterricht und steht dazu auch im engen Austausch mit anderen Fachdidaktiken. „Es gibt an der Universität inzwischen sehr viele Initiativen, die sich damit befassen. Da entsteht ein richtiger Schwerpunkt“, beobachtet Nina Brendel. „Es wurde Zeit, diese Ressourcen zu nutzen, Expertisen zu bündeln und einzelne Entwicklungsfelder zu beschreiben.“ Gesagt, getan. Angeregt von Uni-Vizepräsidentin Britta van Kempen entwarf Nina Brendel das Projekt „VRReiraum“, mit dem sie im „Freiraum“-Wettbewerb der Stiftung Innovation in der Hochschullehre Erfolg hatte. Der Name war Programm: Ein Jahr Zeit und Mittel, um mit VR- und AR-Technik zu experimentieren, Neues auszuprobieren und zu

schauen, wie sich diese Medien didaktisch klug in die Hochschullehre einbauen lassen. Nicht nur in Geographie und Informatik, sondern auch in Mathematik und Musik, Geschichte und Chemie. Von Anfang an wurden die Studierenden einbezogen. „Schließlich war es ja nicht nur ein Forschungs-, sondern vor allem ein Lehrprojekt“, erklärt Koordinatorin Lisann Prote.

Fünf Säulen trugen das Dach, unter dem sich die verschiedenen Fachkulturen zusammenfinden, austauschen und interdisziplinär vernetzen konnten. Makerspace nannten die Initiatoren diesen gemeinsamen Raum, dessen erste Säule zwei ganz real existierende VR-Labore bildeten. In den beiden Werkstätten fanden die Studierenden alles vor, was sie zum „Bau“ virtueller Lernumgebungen benötigten: VR-Brillen, 360-Grad-

## DAS PROJEKT

**VRReiraum – Entwicklung eines interdisziplinären VR-/AR-Makerspace für Lehramtsstudierende an der Universität Potsdam**

Förderung: Stiftung Innovation in der Hochschule  
Laufzeit 8/2022–11/2023



➔ Zum Projekt



Praktische Erprobung von VR-Exkursionen im Seminar der Geographiedidaktik

Kameras, Teleskopstangen sowie einen VR-fähigen Laptop. Was ihnen an technischem Equipment fehlte, konnten sie in den einzelnen Fächern ausleihen. Ein Vorteil der interdisziplinären Zusammenarbeit.

## Die Technik gehört schon jetzt zur Lebenswelt

Die zweite Säule, die Nina Brendel für das Gelingen unverzichtbar hält, ist eine gut durchdachte Supportstruktur. Sie garantierte, dass die Studierenden auf die Forschungsexpertise und Beratung aller Dozierenden zugreifen und so auch fachfremde Perspektiven auf VR und AR kennenlernen konnten. Die virtuellen und augmentierten Lernwelten, die sie unter professioneller Anleitung entwickelten, wurden anschließend in der Schulpraxis getestet. „Wir hatten zuvor mit den Lehrkräften besprochen, was im Unterricht gerade behandelt wird, und unser Angebot darauf abgestimmt“, berichtet Nina Brendel. Was bringen die Schülerinnen und Schüler an Wissen und Erfahrungen mit? Woran lässt sich anknüpfen? Welche Inhalte sollen vermittelt, welche Lernziele erreicht werden? All das sei vorab zu klären, wie bei jeder anderen Unterrichtsplanung auch, betont die Didaktikerin. „Die Klassen, in denen wir das ausprobierten, waren neugierig und interessiert“, berichtet Nina Brendel. Diese Technik gehöre schon jetzt zur Lebenswelt der Kinder und Jugendlichen. Die Kultur der Digitalität werde die Art des Lernens und Gestaltens verändern, ist sie sich



Besuch von Studierenden der Musikdidaktik im VR-/AR-Makerspace der Informatik



### PROJEKTLÉITUNG UND -KOORDINATION

Prof. Dr. Nina Brendel kam 2017 als Juniorprofessorin an die Universität Potsdam und ist seit 2021 Professorin für Geographische Bildung.



Lisa Prote ist seit 2022 wissenschaftliche Mitarbeiterin im Fachgebiet Geographiedidaktik am Institut für Geographie der Universität Potsdam und koordinierte das Projekt „VReraum“.

sicher. „Darauf müssen wir uns vorbereiten.“ Umso wichtiger sei es gewesen, dass die Lehramtsstudierenden im Projekt sofort rückgemeldet bekamen, ob und wie ihre VR-Umgebung „funktionierte“ und zum Lernerfolg führte.

Der gesamte Prozess wurde wissenschaftlich begleitet, um perspektivisch einen ersten Entwurf für ein Kompetenz-Modell zu VR und AR für die Lehramtsausbildung an der Uni entwickeln zu können. So entstanden im Projekt „VReraum“ auch fachübergreifende Materialien für die Lehre, die jetzt als Open Educational Resources (OER) allen Dozierenden zur freien Verfügung stehen. Deren Vernetzung beschreibt Koordinatorin Lisann Prote als dritte Säule. „Wir stellten im Verlauf des Projekts fest, dass die Verantwortung zur Vernetzung zunächst verstärkt bei den Dozierenden liegen sollte. Sie initiierten gegenseitige Besuche in den Seminaren oder organisierten kurze Input-Beiträge von fachfremden Dozierenden für die Studierenden. So erklärte eine Chemiedidak-

tikerin beispielsweise im Geschichtsseminar ein Tool namens BlippAR, das in der Chemiedidaktik Anwendung findet.“ Nur ein Beispiel gelebter Interdisziplinarität, die im „VReraum“ kultiviert wurde. Tutorials, Anleitungen und Podcasts, die in den einzelnen Fächern entstanden, komplementieren inzwischen den Makerspace.

## Chancen und Risiken diskutieren

Eine vierte Säule bildete der Input externer Fachleute. So sprach Prof. Pablo Dornhege von der Berliner Hochschule für Technik und Wirtschaft über das Problem, dass sich in der Regel nur eine Person in einer virtuellen Realität befindet und die anderen dabei zuschauen, ohne miteinander zu interagieren. Als Lösung präsentierte er Formen gemeinsamen Lernens in hybridrealen Räumen, die an seiner Hochschule erprobt wurden. Im Vortrag von Jonas Hansen, Professor für Design und Medientechnologie an der Burg Giebichenstein Kunsthochschule in Halle, ging es um die Gestaltung immersiver Erfahrungsräume. Dass Virtual Reality im Schulunterricht neben großen Chancen auch Risiken birgt, thematisierte Prof. Raphael Zender, Informatikdidaktiker an der Humboldt-Universität zu Berlin. Dank solcher Gastbeiträge bot „VReraum“ tatsächlich auch den Freiraum für wissenschaftliche Diskussionen und einen überfachlichen Gedankenaustausch.

Um alle Erkenntnisse und Ergebnisse zu sammeln und für die Zukunft zu sichern, wurde schließlich eine Vernetzungs- und Dokumentationsplattform geschaffen – die fünfte Säule des Projekts. Zu ihr gehörte auch eine Ideen-Werkstatt, in der virtuelle Lernumgebungen vorgestellt und getestet werden konnten. Zum Beispiel das VR-Klassenzimmer, in dem Lehramtsstudierende in konkreten Unterrichtssituationen

## FREIRÄUME FÜR INNOVATIVE LEHRPROJEKTE

Die **Stiftung Innovation in der Hochschullehre** förderte im Rahmen ihres Förderprogramms „Freiraum 2022“ an brandenburgischen Hochschulen insgesamt acht innovative Lehrprojekte mit rund 1,46 Millionen Euro. „Wir brauchen langfristige Strategien für zukunftsweisende Lehre und experimentelle Spielräume für die Entwicklung frischer Ideen“, sagte Wissenschaftsministerin Dr. Manja Schüle. „Die acht Brandenburger Projekte unterstützen die Transformation hin zu neuen, inklusiven, noch partizipativeren Formen des Lehrens, Lernens und Wissenstransfers. Fortschrittliche Lehre ‚Made in Brandenburg‘ sichert Hochschul-Qualität und Zukunft des Landes.“



➔ [Zur Website der Stiftung](#)

agieren lernen. Die Geographiedidaktik lud zu einer 360-Grad-Exkursion in die deutsch-polnische Grenzregion nach Frankfurt/Oder ein. Die Musikdidaktik zeigte, wie ihre Studierenden ein virtuelles Orchester dirigieren, und die Mathematikdidaktik ließ mit Cubeling-VR Würfelfiguren virtuell nachbauen ...

## Denkfabrik geplant

Und wie geht es nun weiter? Wird der „VReraum“ nach einem Jahr Projektförderung wieder geschlossen? Keineswegs, sagt Nina Brendel. „Innerhalb der Uni haben wir eine hohe Sichtbarkeit erreicht. Mit dem Zentrum für Informationstechnologie und Medienmanagement stehen wir im Kontakt, um die Infrastruktur weiter auszubauen. Auch mit dem Chief Information Officer und der Vizepräsidentin für Lehre und Studium sind wir uns einig, die Erfahrungen zu nutzen, um eine größere Art des Makerspaces für die gesamte Universität zu schaffen“, berichtet die Initiatorin. Und natürlich werde der Austausch zwischen den Fächern fortgesetzt. „Wir haben so viel voneinander gelernt“, sagt die Geographiedidaktikerin. Über die Experteninputs bahnen sich zudem neue Kooperationen an, etwa mit der Humboldt-Universität oder der Babelsberger Filmuniversität. Nicht zuletzt will das Zentrum für Lehrerbildung und Bildungsforschung eine über Stipendien finanzierte VR-Denkfabrik einrichten.

ANTJE HORN-CONRAD



Von Studierenden der Mathematikdidaktik entwickelte virtuelle Lernumgebung



## Besser warnen!

### Forschende untersuchen Flutkatastrophe 2021 aus Sicht der Betroffenen

Im Juli 2021 kam es zu verheerenden Überflutungen durch Starkregen in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen, teilweise auch in Sachsen und Bayern, mit mehr als 180 Todesopfern. Ein Risikoforschungsteam der Universität Potsdam hat in den Monaten danach untersucht, wie die Bevöl-

kerung über die Ereignisse informiert und vor den Gefahren gewarnt wurde. Ihr Fazit: Die Frühwarnsysteme in Deutschland müssen dringend verbessert werden – nicht nur, was die Verbreitung von Warnungen betrifft, auch das Gefahrenausmaß und Empfehlungen für angemessenes Verhalten sind klarer zu kommunizieren, fordern die Forschenden. Die Ergebnisse ihrer Betroffenenbefragung wurden als Highlight-Artikel im EGU-Journal „Natural Hazards and Earth System Sciences“ veröffentlicht. „Die vorhandenen Unwetter- und Hochwasserwarnsysteme in Deutschland reichen nicht aus, um die Bevölkerung effektiv vor schnellen Überflutungen zu warnen“, sagt die leitende Autorin der Studie, Prof. Anngret Thieken. „Zukünftige Forschung sollte sich darauf konzentrieren, wie man mit diesen Systemen gefährdete Gemeinden und Bewohner rechtzeitig warnen und das Ausmaß des Hochwassers, die Bedrohungen und Reaktionsmöglichkeiten besser vermitteln kann.“

#### DIE GANZE MELDUNG



**Die Publikation:** Thieken, A. H., Bubeck, P., Heidenreich, A., von Keyserlingk, J., Dillenardt, L., and Otto, A.: Performance of the flood warning system in Germany in July 2021 – insights from affected residents, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 23, <https://doi.org/10.5194/nhess-23-973-2023>

## Dunkles Paar

### Massive, sich berührende Sterne werden als Schwarze Löcher kollidieren

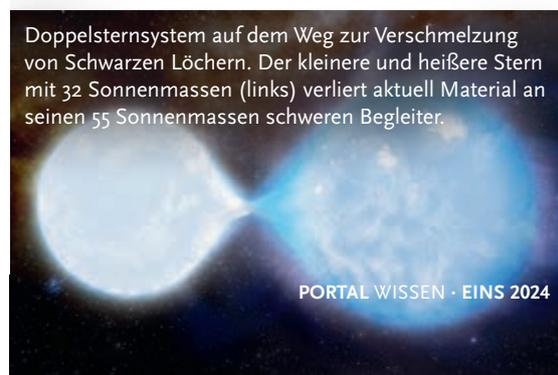
Zwei massive, sich berührende Sterne in einer Nachbargalaxie sind auf dem besten Weg, zu Schwarzen Löchern zu werden, die bei ihrem Zusammenstoß starke Wellen im Raumzeitkontinuum auslösen könnten. Das zeigt eine Studie von Wissenschaftlern des University College London und der Universität Potsdam. In der im Journal „Astronomy & Astrophysics“ veröffentlichten Studie betrachteten die beiden Nachwuchswissenschaftler ein bekanntes Doppelsternsystem, also zwei Sterne, die um einen gemeinsamen Schwerpunkt rotieren, und analysierten Daten von verschiedenen Teleskopen am Boden und im All. Sie fanden heraus, dass die Sterne aus der Nachbargalaxie „Kleine Magellansche Wolke“ miteinander im Kontakt stehen und Material austauschen, wobei der eine Stern den anderen „nährt“. Sie umkreisen sich alle drei Tage und sind die massivsten bisher bekannten Doppelsterne. Vergleicht man die Ergebnisse mit theoretischen Modellen der Entwicklung von Doppelsternsystemen, so wird der Stern, der derzeit Material verliert, zuerst zu einem Schwarzen Loch

**DIE GANZE MELDUNG**



**Die Publikation:** M. J. Rickard and D. Pauli, A low-metallicity massive contact binary undergoing slow Case A mass transfer: A detailed spectroscopic and orbital analysis of SSN 7 in NGC 346 in the SMC, Astronomy & Astrophysics, <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202346055>

kollabieren und nach einiger Zeit beginnen, Material von seinem Sternbegleiter abzusaugen. Der Begleiter wird daraufhin ebenfalls zu einem Schwarzen Loch. Diese Schwarzen Löcher werden sich innerhalb weniger Millionen Jahre bilden und einander für viele Milliarden Jahre umkreisen, um schließlich mit einer solchen Kraft zu kollidieren, dass sie Gravitationswellen – Verschiebungen im Raumzeitkontinuum – erzeugen.



Doppelsternsystem auf dem Weg zur Verschmelzung von Schwarzen Löchern. Der kleinere und heißere Stern mit 32 Sonnenmassen (links) verliert aktuell Material an seinen 55 Sonnenmassen schweren Begleiter.



## Such- und Rettungsaktionen scheinen die Überquerungsversuche von Migrant\*innen im zentralen Mittelmeer nicht zu beeinflussen

Die Suche nach und Rettung von Booten, die Migrantinnen und Migranten über das zentrale Mittelmeer transportieren, scheinen keinen Einfluss darauf zu haben, wie viele Menschen die riskante Reise beginnen. Zu diesem Ergebnis kommt ein Forschungsteam um die Potsdamer Sozialwissen-

schaftlerin Alejandra Rodríguez Sánchez, das Daten zu Überquerungsversuchen zwischen 2011 und 2020 ausgewertet hat. Dies widerspricht der regelmäßig vorgebrachten Behauptung, die Such- und Rettungsaktionen selbst würden dazu beitragen, dass mehr Menschen die Mittelmeer-Überquerung versuchten – und damit ihr Todesrisiko erhöhen. Die Analyse der Forschenden deutet vielmehr darauf hin, dass die Migration über das zentrale Mittelmeer in diesem Zeitraum eher durch Faktoren wie Konflikte, wirtschaftliche oder ökologische Bedingungen angetrieben wurde. Die Ergebnisse der Modellierungsstudie sind im Nature-Journal „Scientific Reports“ erschienen. „Unsere Modellierung hat gezeigt, dass die Veränderungen bei der Zahl der Grenzübertritte auf dem Seeweg offenbar nicht durch die sogenannten Search-and-rescue-Aktionen beeinflusst wurden, was darauf hindeutet, dass diese keinen Anreiz für weitere Übertrittsversuche bieten“, sagt die Hauptautorin der Studie Dr. Alejandra Rodríguez Sánchez von der Universität Potsdam.

### DIE GANZE MELDUNG



**Die Publikation:** Alejandra Rodríguez Sánchez, Julian Wucherpfennig, Ramona Rischke, Stefano Maria Iacus: Search and rescue in the Central Mediterranean Route does not induce migration: Predictive modeling to answer causal queries in migration research, Nature Scientific Reports (2023), 13:110114, <https://doi.org/10.1038/s41598-023-38119-4>

## Natürliche Kohlenstoffspeicher Hochmoore weltweit aus dem All vermessen

Eine internationale Studie hat die Morphologie, Hydrologie und Kohlenstoffspeicherung von Hochmooren in diversen Landschaftsformen untersucht. Von Alaska über die Tropen bis nach Neuseeland wurden die Moore mit fernerkundlichen und modellierungsbasierten Methoden vermessen. Fernerkundungsspezialist Bodo Bookhagen, Professor an der Universität Potsdam, ist an den Forschungsarbeiten beteiligt, die im Fachjournal „Nature“ veröffentlicht wurden. Die Ergebnisse dienen als Planungsgrundlage für natürliche Klimalösungen durch die Wiedervernäsung geschädigter Moore weltweit.

„In dieser Studie haben wir hochauflösende topografische Messungen von luft- und weltraumgestützten Lidar-Systemen genutzt, um ein einheitliches Modell der Mooroberflächen und Moordynamik zu erstellen“, sagt Bodo Bookhagen. Dieser Ansatz ermöglicht es, aus einer Stichprobe – so wie einem einzelnen Höhenquerschnitt – auf die gesamte Form eines Moores zu schließen. Er basiert auf früheren Arbeiten der von Bookhagen geleiteten Gruppe Geologische Fernerkundung, bei denen satelliten- und luftgestützte Lidar (Light Detection and Ranging)-Daten zur Charakterisierung von Oberflächen- und Vegeta-

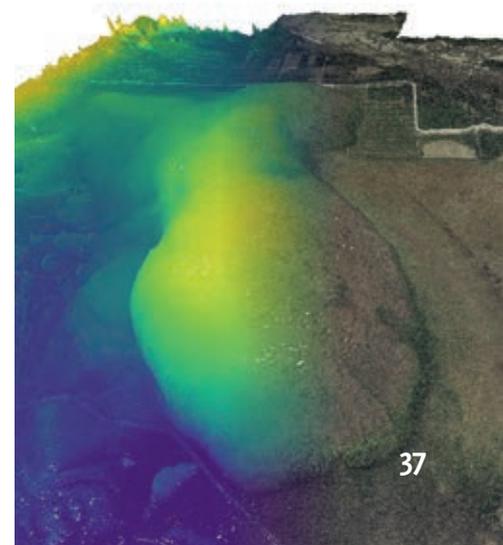
tionseigenschaften in verschiedenen Ökosystemen verwendet wurden.

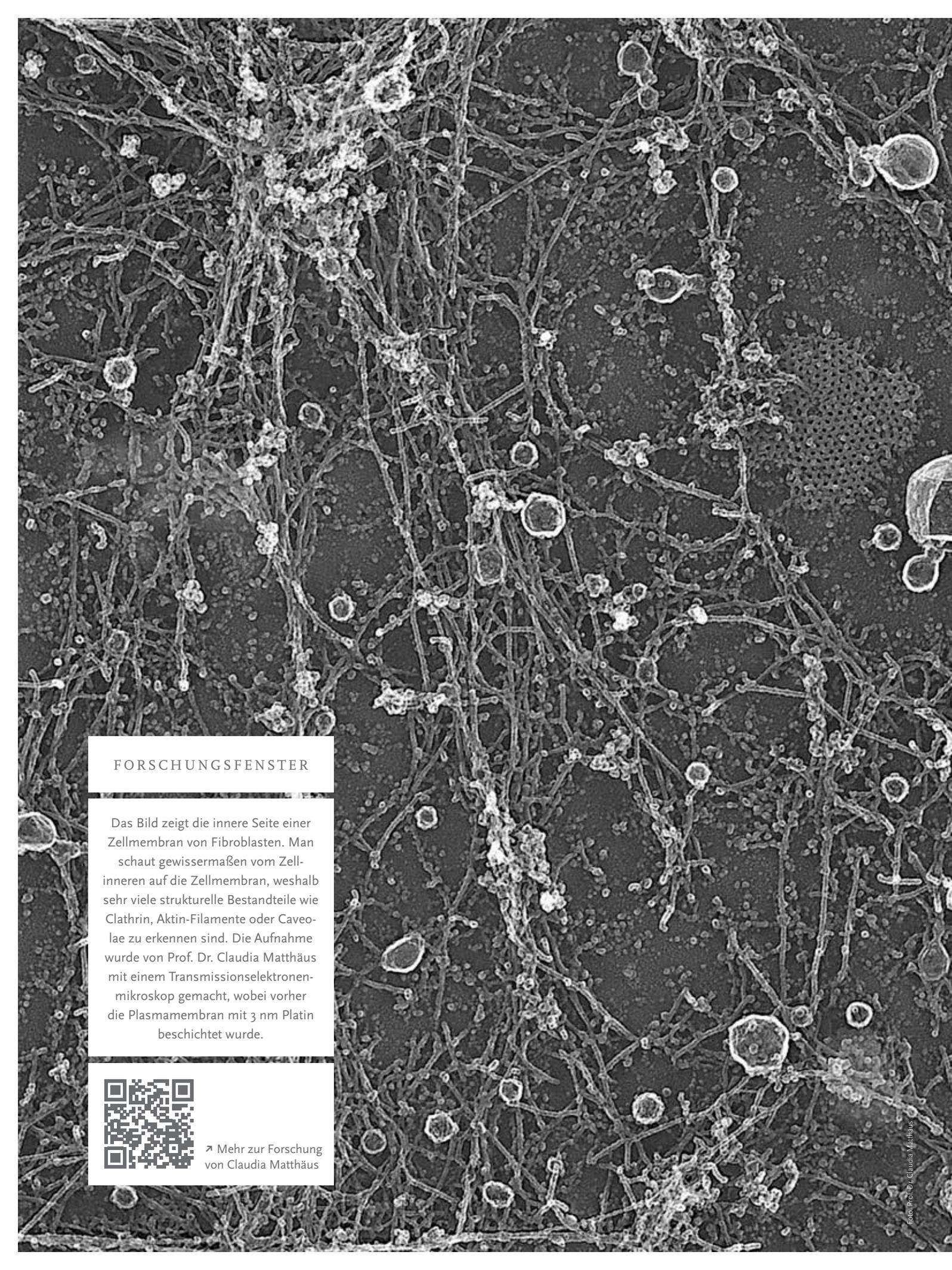
### DIE GANZE MELDUNG



**Die Publikation:** Link zur Publikation: Cobb, A.R., Dommain, R., Yeap, K., Hannan, C., Dadap, N.C., Bookhagen B., Glaser, P.H. & Harvey, C.F., A unified explanation for the morphology of raised peatlands, Nature (2023) <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06807-w>

3D-Perspektive aus luftgestützten Lidar-Punktwolken für die Moorregion Valgeraba in Estland. Die Farben zeigen die Höhenkodierung (linke Seite) und die tatsächlichen Oberflächenfarben der Luftaufnahmen (rechte Seite). Die Aufnahme wurde 50-fach überhöht um die Form des Moores zu zeigen.



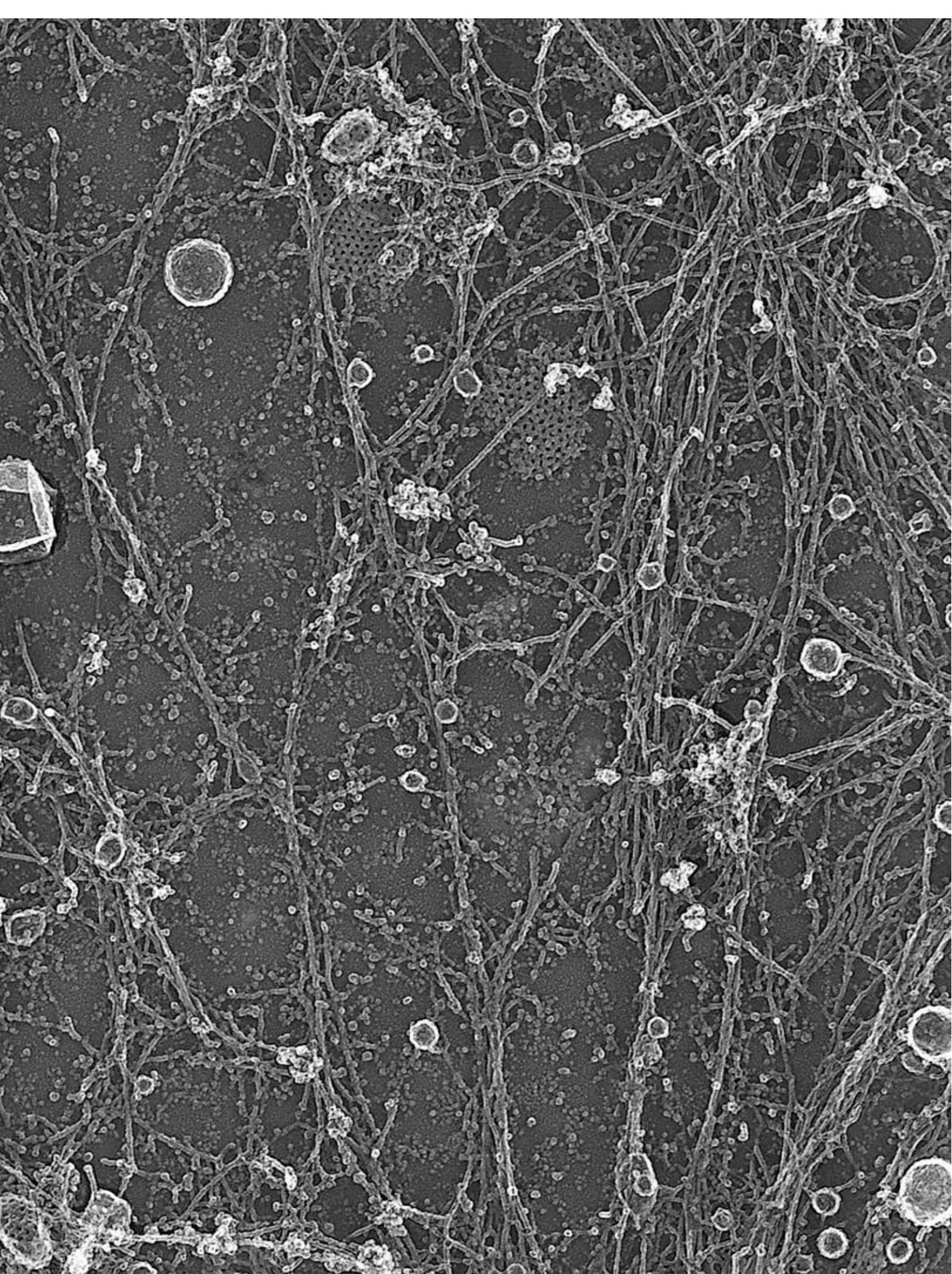


## FORSCHUNGSFENSTER

Das Bild zeigt die innere Seite einer Zellmembran von Fibroblasten. Man schaut gewissermaßen vom Zellinneren auf die Zellmembran, weshalb sehr viele strukturelle Bestandteile wie Clathrin, Aktin-Filamente oder Caveolae zu erkennen sind. Die Aufnahme wurde von Prof. Dr. Claudia Matthäus mit einem Transmissionselektronenmikroskop gemacht, wobei vorher die Plasmamembran mit 3 nm Platin beschichtet wurde.



➤ Mehr zur Forschung  
von Claudia Matthäus

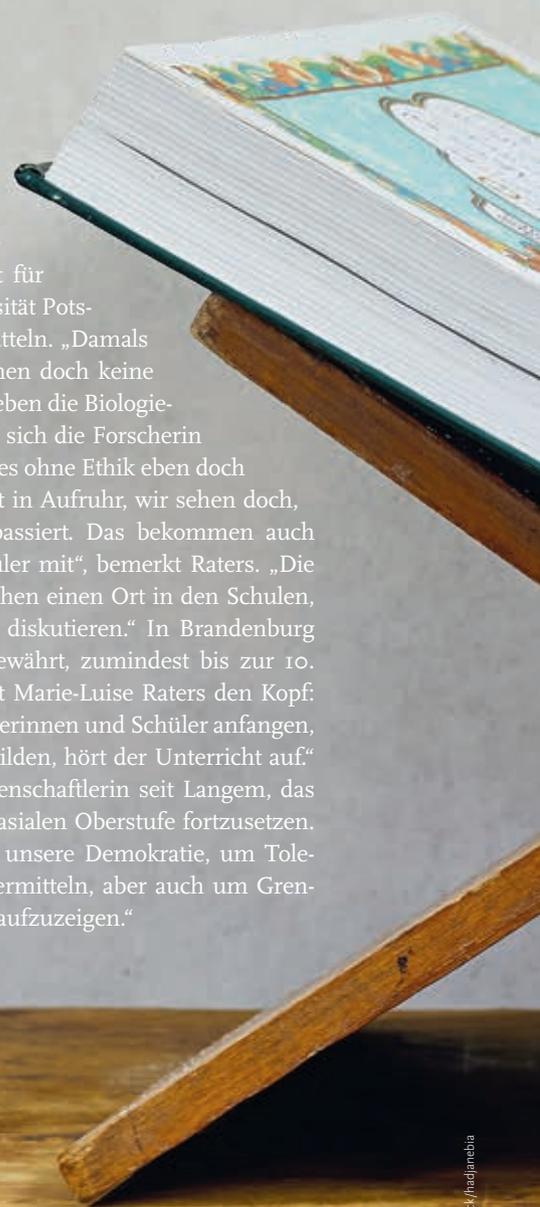


# VON BRANDENBURG LERNEN

## Wie ein Schulfach Toleranz und Respekt fördert

Bisher machte das Fach mit dem sperrigen Namen „Lebensgestaltung – Ethik – Religionskunde“, kurz L-E-R, Schlagzeilen, weil es gegenüber dem konfessionellen Religionsunterricht umstritten war. Jetzt könnte es zu einem Vorreiter avancieren. Hier lernen religiöse und religionslose Schülerinnen und Schüler gemeinsam in einer Klasse – das ist besonders. Das 1992 ausschließlich in Brandenburg eingeführte Pflichtfach bis zur 10. Klasse soll die Fähigkeit zur persönlichen Lebensgestaltung in die Schulen vermitteln. Gleich mehrere gute Gründe, das Schulfach systematisch zu analysieren. In dem länderübergreifenden Projekt verglichen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Deutschland, Österreich und der Schweiz, wie der Islam in überkonfessionellen Fächern wie L-E-R und „Religion und Kultur“ in der Schweiz einerseits und im konfessionellen evangelischen Religionsunterricht in Wien und Tübingen andererseits unterrichtet wird. Unter dem Titel „MORE“ gehen die Forschenden dabei der Frage nach, wie die verschiedenen Modelle das Thema Islam gestalten und didaktisch aufbereiten. Welches Modell fördert Toleranz und Respekt? Wo trägt der Unterricht zu einem verantwortungsbewussten Umgang mit religiöser Vielfalt bei?

Wenn Marie-Luise Raters an die Einführung des Faches L-E-R denkt, kann die Professorin am Institut für Philosophie der Universität Potsdam nur den Kopf schütteln. „Damals sagten viele, wir brauchen doch keine Ethik, das machen mal eben die Biologielehrer mit.“ Heute sieht sich die Forscherin mehr als bestätigt, dass es ohne Ethik eben doch nicht geht. „Die Welt ist in Aufruhr, wir sehen doch, was derzeit in Israel passiert. Das bekommen auch Schülerinnen und Schüler mit“, bemerkt Raters. „Die platzen doch und brauchen einen Ort in den Schulen, um aktuelle Fragen zu diskutieren.“ In Brandenburg hat sich dafür L-E-R bewährt, zumindest bis zur 10. Klasse. Wieder schüttelt Marie-Luise Raters den Kopf: „Gerade wenn die Schülerinnen und Schüler anfangen, sich ihre Meinung zu bilden, hört der Unterricht auf.“ Daher fordert die Wissenschaftlerin seit Langem, das Fach auch in der gymnasialen Oberstufe fortzusetzen. „Das ist so wichtig für unsere Demokratie, um Toleranz und Respekt zu vermitteln, aber auch um Grenzen zum Extremismus aufzuzeigen.“





## Wegweisende Ergebnisse

Das MORE-Projekt vergleicht verschiedene Unterrichtsmodelle miteinander, die den Islam an deutschsprachigen Schulen vermitteln. Schon vor der endgültigen Auswertung der erhobenen Daten lassen sich zwei unterschiedliche Herangehensweisen erkennen: Konfessionsgebundener Unterricht skizziert den Islam als eine von mehreren Religionen, während das Fach L-E-R den Einstieg über soziale Themen aus dem Alltag der Schülerinnen und Schüler sucht. „Das finden alle toll“, resümiert Stephanie von Steinsdorff. Als wissenschaftliche Mitarbeiterin hat sie in den vergangenen zwei Jahren für das Forschungsprojekt gearbeitet – Daten gesammelt, Interviews geführt und verschiedene Unterrichtsmodelle kennengelernt. „In Brandenburg haben wir nur ganz wenige islamfeindliche Aussagen beobachtet. Die große Mehrheit solidarisiert sich mit den muslimischen Mitschülerinnen“, erklärt von Steinsdorff und führt dies auf das Konzept des Faches L-E-R zurück. Nur in Brandenburg lernen muslimische, evangelische, religionslose Schülerinnen und Schüler zusammen in einer Klasse. „In Süddeutschland hatten wir Klassen, die mit dem Islam gar nichts anfangen konnten“, ergänzt ihr Kollege Patrick Döring, der damit angefangen hat, die

Daten des DFG-Projekts auszuwerten. „Lehrkräfte in Brandenburg holen die Schülerinnen und Schüler ganz anders ab als die Kolleginnen und Kollegen in Tübingen. Ausgehend von gesellschaftlichen Fragen wird bei uns die Perspektive des Islam auf die Lebenswelten vermittelt“, führt Döring aus. „Es geht auch um heikle Themen“, ergänzt Stephanie von Steinsdorff. „Was hat Terrorismus beispielsweise mit dem Islam zu tun? Lehrkräfte in Brandenburg trauen sich an solche Fragen ran. Sie haben im L-E-R-Studium gelernt, das entsprechend didaktisch vorzubereiten.“ Patrick Döring berichtet von einem entgegengesetzten Beispiel aus Tübingen: „Dort haben wir ängstliche Lehrkräfte erlebt, die nicht von den Eltern verklagt werden wollten. Nach dem Motto: ‚Es wird zu viel Islam unterrichtet, wir sind doch hier aber Christen!‘“

## Mit L-E-R die Gesellschaft stärken

Die Projektleiterin Marie-Luise Raters ist begeistert, wie gut das Brandenburger Modell im Vergleich zur konfessionsgebundenen Religionskunde im übrigen Deutschland, in Österreich und der Schweiz abschneidet. „Unsere Lehrkräfte ziehen sich Probleme auf den Tisch, regen zu Debatten an und wollen nicht



apl. Prof. Marie-Luise Raters

Apl. Prof. Dr. Marie-Luise Raters forscht und lehrt am Institut für LER/Institut für Philosophie der Universität Potsdam.

✉ [mlraters@uni-potsdam.de](mailto:mlraters@uni-potsdam.de)



Patrick Döring

## DAS PROJEKT

Modelle des Religionsunterrichts im Vergleich: Das Thema „Islam“ aus Perspektive von Lehrkräften und Schüler\*innen

Beteiligt: Universität Potsdam (Apl. Prof. Marie-Luise Raters), Universität Tübingen, Universität Wien (Österreich), Universität Zürich (Schweiz)  
Förderung: Schweizerischer Nationalfond (SNF), Österreichischer Wissenschaftsfond (FWF) und Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
Laufzeit: 9/2021–8/2024

den Islam als Religion erklären.“ Für die Wissenschaftlerin ist dies die zentrale Erkenntnis aus dem Forschungsprojekt. „Bei uns lernen angehende Lehrkräfte zu diskutieren, ohne abweichende Meinungen in Schubladen zu stecken“, betont Raters. „Sie lernen, Materialien im Unterricht einzusetzen, die auf Fakten und nicht auf Gerüchten oder falschen Informationen aus den Sozialen Medien basieren.“ Hier sieht die Wissenschaftlerin eine Kernaufgabe für den gesellschaftswissenschaftlichen Bereich. „Meine Idee ist es, die Diskursregeln von Jürgen Habermas zu nehmen und daraus eine L-E-R-Methode zu entwickeln. Der gegenseitige Respekt wird zur interdisziplinären Klammer dafür, wie alle miteinander umgehen sollten – auch in hitzigen Debatten.“ Ob das funktioniert, weiß Raters noch nicht, aber Motivation, das Schulfach L-E-R weiterzuentwickeln, ist es allemal. „In jedem Fall gehört die weltanschauliche Reflexion in die gymnasiale Oberstufe“, wiederholt sie ihre Forderung an die Politik. „Das hat auch etwas mit der Hirnentwicklung zu tun, bestimmte Diskussionen sind – aufgrund der Hirnstruktur – erst mit 16 oder 17 Jahren möglich.“ Auch Stephanie von Steinsdorff plädiert für eine größere Anerkennung der Gesellschaftswissenschaften. „Die Politik denkt oft, der Wirtschaft bringt das keinen Mehrwert, doch für den Zusammenhalt der Gesellschaft wäre es wichtig und würde sich auch auszahlen“, ist sie überzeugt.

### Schulunterricht modernisieren

Der Blick in den deutschsprachigen Raum bis nach Österreich und in die Schweiz ermöglicht den Forschenden auch allgemeine Rückschlüsse auf das eigene Bildungssystem. „Vieles ist veraltet, nicht mehr zeitgemäß“, fasst das Team um Marie-Luise Raters zusammen. „Unsere Lehrkräfte arbeiten zu wenig interdisziplinär, zu wenig problemorientiert. Durch die Fächeraufteilungen hängt das deutsche Bildungssystem den Briten und den Dänen hinterher“, betont Steph-

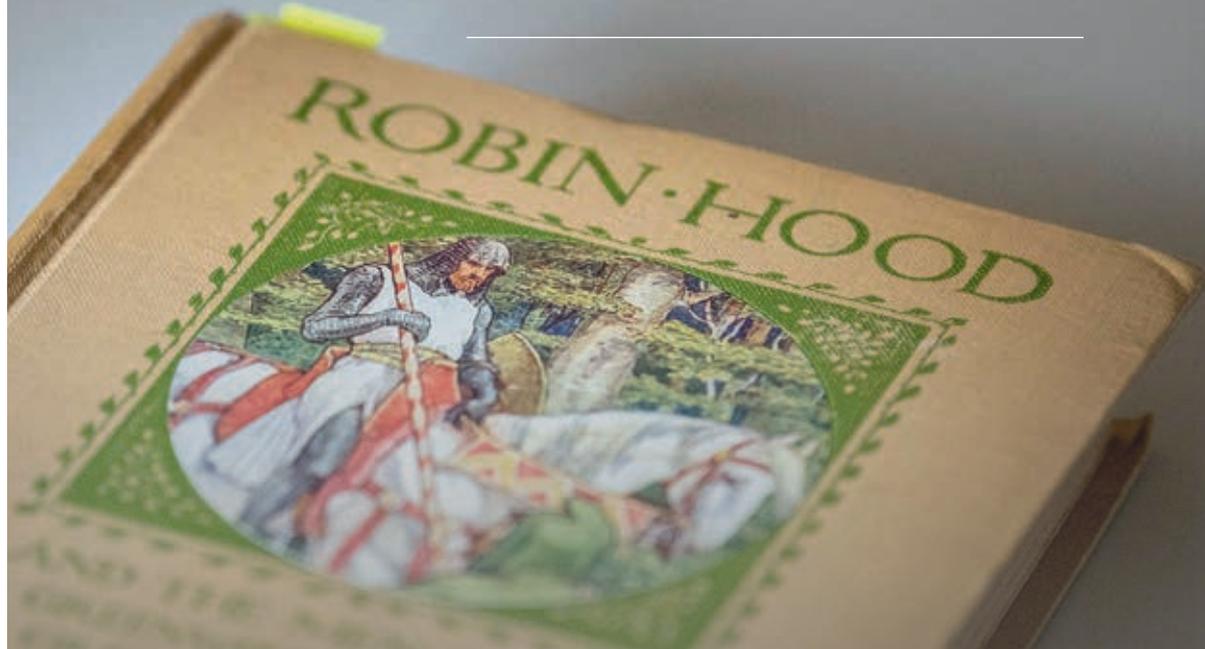


Stephanie  
von Steinsdorff

nie von Steinsdorff. „Projektarbeit mit Begegnungen und Erfahrungsaustausch müsste stärker eingesetzt werden.“ Ihren Kollegen Patrick Döring treiben die Unterrichtsmaterialien um. „Schulbücher können kaum noch benutzt werden, da sie vorurteilsbehaftete Fotografien enthalten. Der Islam als Schreckgespenst beispielsweise“, erläutert er. „Generell ist es schwer, geeignete Materialien zur Vermittlung des Islam aufzutreiben. Engagierte suchen auf Flohmärkten nach Reliquien und bauen einen Wühltisch auf“, beschreibt er das Konzept des sinnbasierten Lernens. „Da liegen dann Kopftücher, schwarze Würfel, die die Kaaba – das Gebäude im Innenhof der Moschee in Mekka – darstellen sollen. Jeder kann sich was aussuchen, das kommt super an.“

Generell müssten sowohl der Lehrplan als auch der Studiengang für L-E-R überarbeitet werden. „Das Fach ist komplett überfrachtet: Religionskunde, Schwerpunkt Christentum, Ethik, Islam, komparatistische Methoden, Judentum, Konfliktmanagement – da fällt immer was hinten runter“, betont Marie-Luise Raters. Inwieweit die Ergebnisse des DFG-Projekts hier helfen können, möchte Patrick Döring weiter erforschen. „Brandenburg ist mit dem Schulfach L-E-R jedenfalls sehr gut aufgestellt“, bilanziert Raters. „Immer mehr Menschen wollen es an der Universität Potsdam studieren. 90 Leute sitzen aktuell in meiner Einführung, vorgesehen sind 60. Im Master aber bröckelt es dann, viele wechseln nach Berlin“, berichtet die Forscherin. „Sie wollen später an einem Gymnasium unterrichten. Wo wir wieder beim Anfang wären: L-E-R muss dringend in die gymnasiale Oberstufe in Brandenburg.“

DR. SILKE ENGEL



## ... dass sich Könige und Bauern als Robin Hood verkleideten?

Pfeil und Bogen, grüne Kleidung mit Kapuze: Das kann nur Robin Hood sein. Oder doch nicht? Im 15. und 16. Jahrhundert war der Stoff um den Räuber aus dem Sherwood Forest tatsächlich so beliebt, dass die Menschen – unabhängig von ihrem Stand – gern in seine Rolle schlüpfen. Sogar König Heinrich VIII. gehörte zu den Robin-Hood-Begeisterten und „verwandelte“ sich historischen Berichten zufolge gleich zweimal in die Figur. Bei Robin-Hood-Spielen mimte auch die Bevölkerung im Spätmittelalter den Geächteten: Egal ob bei festlichen Umzügen oder bei Theateraufführungen. Mancher gab sich schon ab 1250 den Beinamen „Robinhood“. Auch wenn ungeklärt ist, welches Ereignis damals den Hype um den „Rächer der Unterdrückten“ auslöste, übte er zweifelsfrei eine starke Faszination auf viele Menschen aus – die bis in die Gegenwart wirkt.

Auch die Potsdamer Germanistin PD Dr. Judith Klinger konnte ihm nicht widerstehen, als Forscherin versteht sich. Sie hat eine der ersten deutschsprachigen Robin-Hood-Einführungen geschrieben. Ihr wissenschaftliches Interesse am englischen Outlaw erwachte schon während des Studiums, als die TV-Serie „Robin von Sherwood“ von Richard Carpenter herauskam: „Es ist eine sehr kluge, sehr nah an den mittelalter-

lichen Texten entlang erzählte und historisch gut recherchierte Fernsehserie gewesen. Das Besondere daran war, dass Robin Hood keine Person, sondern eine Rolle ist.“ Immerhin ist er seinen Fans auch als Meister der Maskerade bekannt.

Das Verkleiden hält Judith Klinger für einen der Faktoren, die die Anziehungskraft Robin Hoods ausmachen und damit seine besondere Stellung außerhalb der Ordnung begründen. Er ist mal Händler, mal Geistlicher, Kopfgeldjäger oder alte Frau, wenn er in die Welt jenseits des Sherwood Forest hinausgeht. Damit überschreite er unerkannt Grenzen. „Robins Identität besteht in räumlicher und sozialer Mobilität. Das setzt der Ständegesellschaft etwas Radikales entgegen, weil er Rollen annimmt, die sonst nur angeboren sind oder geerbt werden“, sagt die Wissenschaftlerin.

Neben der Maskerade hat der Meisterbogenschütze sich an einem charakteristischen Ort angesiedelt – dem Wald. Im Mittelalter war dieser rechtlich, sozial und ökonomisch ein komplexer Raum, zugleich aber auch mit mythischen Vorstellungen von einem undurchdringlichen Ort außerhalb der Gesellschaft verbunden. „Der Wald macht in seiner Urwüchsigkeit Robin Hood zum Vertreter von dessen Ordnung, die in der Natur sichtbar wird und die gegen die kulturell geschaffene zivilisatorische Ordnung steht“, sagt

Judith Klinger. Robin tritt als alternativer König des Waldes auf – im Gegensatz zum echten Regenten, der per königlichem Forstrecht über den Wald der Wirklichkeit gebietet. Besonders ist, dass der „Greenwood“ als Gegenbild zur mittelalterlichen Realität als paradiesischer Ort des ewigen Sommers dargestellt wird. Das beschwerliche Leben als Outlaw und Außenseiter – beispielsweise im Winter – zeigten die Texte hingegen nicht.

Aber Robin Hood wäre nichts ohne seine Gefährten! Die eingefleischte Gemeinschaft der „merry men“ imponiert seinen Leser\*innen durch Tugenden wie Treue und Loyalität. „Natürlich gibt es auch heftige Auseinandersetzungen. Aber sobald ein Konflikt von außen droht, raufen sie sich wieder zusammen“, sagt Judith Klinger. Mit jeder weiteren Geschichte um den Räuber kommen seine ebenso ikonischen Anhänger hinzu: Zunächst „Little John“, später „Much the Miller’s Son“ und „Friar Tuck“. Die Gefährten leben das Ideal einer gerechten Gemeinschaft außerhalb des Gesetzes, gängiger Hierarchien oder Verwandtschaftsordnungen. Ursprünglich war sie zugleich eine homoziale Gemeinschaft, wie die Literaturwissenschaftlerin erzählt, denn „Maid Marian“ gehörte nicht von Beginn an zum Kernpersonal der Geschichten. Ihre Figur tauchte erst auf, als die Robin-Hood-Aufführungen bei den Mai-Spielen Einzug hielten. In den Geschichten um Robin ist sie eine Brückenfigur zur Mai-Königin der Spiele. „Interessant ist, dass Marian in den Theateraufführungen von Männern gespielt wurde. In einem Text des 17. Jahrhunderts, als sie das erste Mal

## ZUM WEITERLESEN

Judith Klinger: Robin Hood: Auf der Suche nach einer Legende, Darmstadt 2015

auftritt, ist sie als Page verkleidet und damit an das homoziale Muster angebunden“, so Judith Klinger.

Als Edelster unter den Räufern vereint Robin Hood einige Eigenschaften auf sich, die die Menschen in allen Zeiten anziehen. Weil das Gesetz nicht immer fair ist, nimmt er es selbst in die Hand und sorgt für Gerechtigkeit. Aber: „Dass Robin den Reichen nimmt und den Armen gibt, ist erst später zum Stoff hinzugekommen“, sagt die Germanistin. Und noch etwas hat sich erst im Laufe der Zeit entwickelt: Robin Hood war in den frühesten Texten noch nicht adlig. Erst Ende des 16. Jahrhunderts machte ihn Dramenautor Anthony Munday zum Edelmann. Laut Judith Klinger war dieser Wandel nicht verwunderlich, verkörperte die Figur doch viele adlige Werte. „Es war ein relativ kleiner Schritt, ihn zu einem Adligen zu erklären, dem Unrecht widerfahren ist und der sich vorübergehend in die Wälder zurückziehen muss. Das hat es in der Realität tatsächlich vielfach gegeben: Adlige, die aus welchen Gründen auch immer geächtet wurden, in die Wälder zogen und später wieder zurückkehrten.“

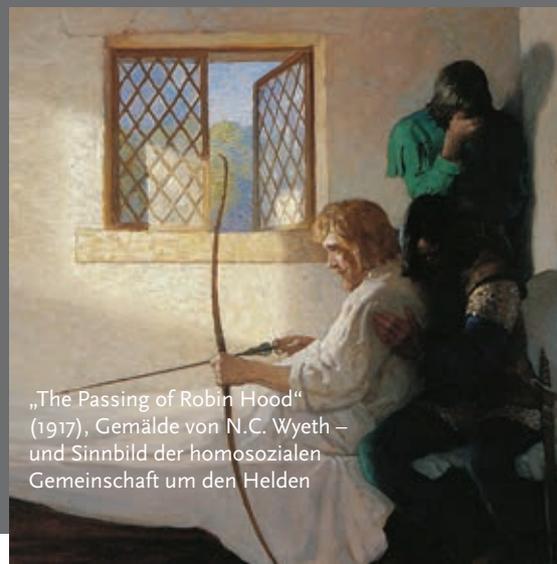
Gründe dafür, warum Robin Hood beliebt ist, gibt es viele. Aber wer war er und woher kam er? Einige Geschichtswissenschaftler\*innen sind noch auf der Suche nach einem historischen Vorbild. Andere wiederum halten die Geschichten um ihn für reine Fiktion. Judith Klinger hingegen schlägt vor: „Wir sollten vielmehr die historischen Ereignisse und das Umfeld prüfen, um herauszufinden, was an den Geschichten den historischen Verhältnissen entspricht.“ Fakt ist: „Der frühe Robin Hood hat keinen belegbaren Ursprung.“ Er sei Stoff und erfülle Funktionen. Welche Bedeutung er für die begeisterten Robin-Hood-Anhänger\*innen besitzt, ist eindeutig: Er fasziniert sie, und das seit Generationen.

PD Dr. Judith Klinger lehrt und forscht seit 1995 als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Germanistische Mediävistik des Instituts für Germanistik und habilitierte 2017 hier.

✉ [judith.klinger@uni-potsdam.de](mailto:judith.klinger@uni-potsdam.de)

Dr. Judith Klinger

LUISA AGROFYLAX



„The Passing of Robin Hood“ (1917), Gemälde von N.C. Wyeth – und Sinnbild der homozialen Gemeinschaft um den Helden



# UNTERWEGS IN INDIEN



Potsdamer Studierende auf Exkursion zu Naturgefahren im Himalaya

Eine Gruppe von Masterstudierenden des Instituts für Umweltwissenschaften und Geographie reiste vom 9. bis 20. Oktober 2023 für eine Feldschule nach Indien. Die zehntägige Exkursion unter der Leitung von Dr. Jürgen Mey und Dr. Wolfgang Schwanghart ist Teil eines vom Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD) geförderten deutsch-indischen Projektes zu Naturgefahren im Himalaya und wird gemeinsam mit dem Indian Institute of Technology Roorkee (IITR) organisiert. Die Gruppe reiste zusammen mit indischen Dozenten und Studierenden von der subtropischen Ganges-Ebene bis hinauf in die vergletscherten Täler des Hohen Himalaya. Dabei studierten sie die Spuren, die Flüsse und Gletscher in der Landschaft hinterlassen haben, und wie die Menschen diese Landschaft nutzen, beispielsweise durch die Errichtung verschiedener Typen von Wasserkraftwerken für die Energieversorgung. Unterwegs hielten die Teilnehmenden ihre Erfahrungen und Ergebnisse der Exkursion in einem Online-Tagebuch fest.

### Tag 1: Vom Brandenburgischen Herbst in die tropische Luft der Gangesebene

Sommerliche, feuchte Hitze am Abend. Wir sitzen auf dem Balkon unseres idyllischen Gästehauses auf dem Campus des Indian Institutes of Technology in Roorkee (IIT), Nordindien. Hinter uns liegt eine lange Reise, die erstaunlich komplikationsfrei verlief. Nach der Landung in Delhi hatten wir Gelegenheit, den chaotischen und dichten Verkehr mitzerleben. Die dreistündige Fahrt von Delhi nach Roorkee führte uns durch die stark zersiedelte Gangesebene, in der sich dichte Siedlungen mit weitläufigen Zuckerrohrfeldern abwechseln.

Nun warten wir auf das gemeinsame Abendessen, bei dem wir die nächsten Tage mit den Studierenden aus Deutschland und Indien



Zuckerrohrfelder auf dem Weg von Delhi nach Roorkee

besprechen. Wir freuen uns schon auf das scharfe Essen, aber auch auf den anschließenden erholsamen Schlaf, der wahrscheinlich viel zu kurz sein wird. Denn morgen geht es schon sehr früh los: in den Himalaya.

### Tag 2: Von der Ganges-Ebene in den Himalaya

Unsere Fahrt mit dem heutigen Ziel Srinagar führt unter anderem durch die Stadt Haridwar, eine der sieben heiligen Städte Indiens und gut besuchte Pilgerstätte. Im Vorbeifahren können wir eindrucksvolle und farbenfrohe Tempel, große Statuen des Gottes Shiva, zahlreiche Kühe und Affen und den Ganges bewundern.

Das Terrain wird langsam hügeliger. Unser erster Halt befindet sich kurz hinter Rishikesh, dem Tor zum Lesser Himalaya. Am Ufer des Ganges hören wir einen Einführungsvortrag zur Geologie des Exkursionsgebietes. Seit Beginn der Kollision vor ca. 50 Millionen Jahren schiebt sich Indien unter Eurasien mit einer Geschwindigkeit von mehreren Zentimetern im Jahr. Die Hauptstörungszonen, entlang denen diese Bewegung stattfindet, sind wichtige Foki von Erdbeben.

Nach einem köstlichen Mittagessen verläuft die restliche vierstündige Fahrt nach Srinagar auf teilweise durch Erdbeben verschütteten Straßen. Interessant ist vor allem die inflationäre Nutzung der Hupen, die – anders als in Deutschland – weniger der Warnung und mehr dem Aufeinander-Aufmerksam-Machen vor und während Überholmanövern gelten.



Der Ganges bei Rishikesh – ein beliebter Ort für Rafting



Das Hauptgebäude der technischen Universität IIT Roorkee

➔ Zum Online-Tagebuch in voller Länge

Wir stoppen kurz an der Stelle, an der der bräunliche Alaknanda- und der hellblaue Bhagirathi-Fluss zusammenfließen und der Ganges beginnt. Nach unserer Ankunft in Srinagar gehen wir hinunter zum Alaknanda. Hier schauen wir uns die über 500 Millionen Jahre alten, stark deformierten Gesteinsformationen am Ufer an und genießen die Aussicht.

### Tag 3: Zur Quelle des Ganges

Wir brechen früh auf und fahren in einem Konvoi von vier Autos, angetrieben von Vorfreude und dem gemeinsamen Entdeckergeist. Unser erster Halt ist in Rudraprayag. Hier rauscht der sedimentbeladene Alaknanda mit dem kristallklaren Mandakini zusammen. Die Straße führt uns dann durch Joshimath, eine Stadt mit reicher Geschichte. Die jüngsten großflächigen Rutschungsbewegungen haben Risse an vielen Häusern hinterlassen.

Nach unserer Ankunft im heiligen Ort Badrinath machen wir uns direkt auf den Weg zu einem kleinen Bach, an dem uns Dr. Till Francke die Abflussmessung mittels der Verdünnungsmethode demonstriert. An derselben Stelle installieren wir einen Wasserdrucksensor, um den Abfluss kontinuierlich in Fünf-Minuten-Intervallen über die nächsten anderthalb Tage zu erfassen. Am Abend versammeln wir uns zu einem Vortrag von Prof. Saurabh Vijay, einem unserer indischen Begleiter vom IIT Roorkee. Er spricht über die Veränderungen der Gletscher im Himalaya, die sich wie an so vielen Orten auf dem Rückzug befinden.

### Tag 4: Der Höhepunkt der Reise

Nach einem reichhaltigen Frühstück fahren wir nach Mana, ein kleines Dorf in der Nähe von Badrinath. Von dort aus beginnen wir den Aufstieg entlang des Flusses Alaknanda zum Wasserfall Vasudhara. Bis dorthin legen wir eine Strecke von knapp 6,5 Kilometern und 580 Höhenmetern zurück. Dabei kommen alle ins Schnaufen – die Luft wird dünner.



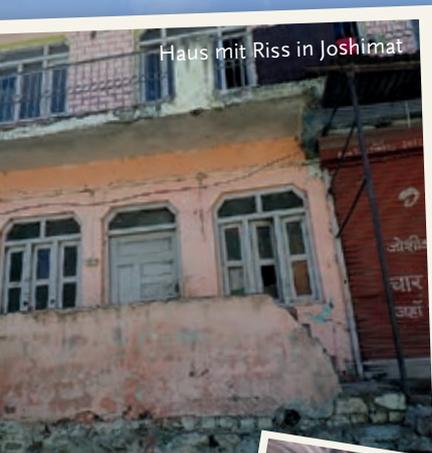
Satopanth- und Bhagirath-Kharak-Gletscher

Nach ca. drei Stunden erreichen wir den Fuß des Vasudhara-Wasserfalls, der 120 Meter in die Tiefe stürzt. Dieser markiert zugleich den höchsten Punkt unserer Exkursion: mit über 3700 Metern. Hier haben wir einen fantastischen Blick auf die steilen Hänge der benachbarten 5000er und die hügelige Grundmoränenlandschaft. In der Ferne sehen wir zudem die markanten Schlifffgrenzen des Satopanth- und des Bhagirath-Kharak-Gletschers, die uns deren letzte Maximalhöhen anzeigen. Hier entspringt der Alaknanda, ein Quellfluss des Ganges.

Auf dem Rückweg lauschen wir interessiert einem weiteren Vortrag über die Vegetation des Himalayas und deren Zonen. Zurück in Badrinath besuchen wir den Tempel, das Ziel unzähliger Pilger aus ganz Indien. Entlang des Flusses Alaknanda sehen wir auch eindrucksvolle Beispiele für dessen Zerstörungskraft. Die starken Monsunregen dieses Jahres und hohe Abflüsse führten zu Uferbankabbrüchen und dem Kollaps von Straßen und Häusern.

### Tag 5: Von Badrinath nach Joshimat

Am Morgen sammeln wir die Druck- und Temperatursensoren, die wir zwei Tage vorher im Fluss eingesetzt haben, wieder ein. Anschließend führen wir eine weitere Runde von Abflussmessungen durch. Wir machen eine kleine Wanderung in ein Hängetal und pausieren oberhalb des Wasserkraftwerks von Badrinath. Von hier aus können wir die Konstruktion und das Prinzip dieser Anlage gut nachvollziehen.



Haus mit Riss in Joshimat



Abflussmessung mithilfe eines Fluoreszenz-„tracers“



Eine zerstörte Hängebrücke in Vishnuprayag



Abflussmessung

Der abrupte Anstieg vom Haupttal in das Hängetal, eine Folge glazialer Erosion, kann optimal für kleine Wasserkraftwerke genutzt werden.

Anschließend geht es weiter in Richtung Joshimath. Nach unserer Ankunft hören wir zwei Vorträge über Wasserkraft und Energiesicherheit, und über Klima und Extremereignisse im Himalaya. Indien erzeugt rund elf Prozent seines Strombedarfs durch Wasserkraft und hat dabei fast zwei Drittel seines Potenzials ausgeschöpft. Eine Gefahr für die Wasserkraftwerke stellen extreme Niederschlagsereignisse dar, die Sturzfluten auslösen und große Mengen an Sedimenten mobilisieren können. Diese besonderen Wetterlagen entstehen oft, wenn Tiefausläufer vom Mittelmeer mit dem Indischen Sommermonsun zusammentreffen. Im Anschluss an die Präsentationen treffen wir uns zum Abendessen und lassen den Tag bei gemeinsamem Tanz und Gesang ausklingen.

## Tag 6: Im Tal des Dhauliganga

Nach der ersten Nacht in der bisher wohl komfortabelsten Unterkunft machen wir uns auf den Weg in Richtung Lata, vorbei an terrassierten Feldern, an weidenden Kühen und an farbenfrohen Häusern, die sich an steile Hänge schmiegen. Auch im Himalaya ist die Natur dem Menschen Untertan. An jeder Ecke wird gebaut, vernetzt, und Jahr für Jahr der Schaden der letzten Regensaison behoben.

In Lata angekommen, erwartet die Studierenden eine kleine Geländekartierung geomorphologisch relevanter Merkmale. Nachdem ein paar Vermutungen zur Entstehung der Landschaft diskutiert wurden, stellt sich heraus, dass wir uns inmitten eines reliktschen, hangrutschungsgedämmten Sees befinden.

Nach Mittagessen und Tee machen wir uns wieder auf den Weg ins Hotel, ein bis zwei kleine himalayatische Regenwolken im Rücken. Dabei gibt es noch einen eindrucksvollen Zwischenstopp an einem ehemaligen Wasserkraftwerk, das vor zwei Jahren von der sogenannten Chamoli-Flut zerstört wurde.

## Tag 7: Im Wasserkraftwerk Tapovan

Der siebente Tag hält eine Überraschung für uns bereit. Heute möchten wir den Fluss Dhauliganga überqueren und den gegenüberliegenden Hang hinaufwandern. Der einzige Weg hinüber ist die Staumauer des Wasserkraftwerks von Tapovan. Da die Kraft-

werke zur kritischen Infrastruktur in Indien zählen, verbringen unsere indischen Kollegen den Vormittag damit, eine entsprechende Genehmigung einzuholen. Derweil machen wir eine Wanderung hinab zum Fluss, die uns durch ein idyllisches Dorf und einen unerwartet üppigen Wald führt. Die Bäume am Ufer stehen 20 Meter oberhalb des Flusses. In ihren Astgabeln finden wir Geröll, das während der Chamoli-Flut hier hinauf geschleudert wurde.

Mittlerweile ist es Mittag und wir bekommen die Nachricht, dass uns die Genehmigung für das Betreten des Kraftwerks erteilt wurde. Besser noch, es wird uns eine Führung angeboten. Mit Helmen und Sicherheitswesten ausgestattet, betreten wir die Staumauer. Das Kraftwerk wurde während der Chamoli-Sturzflut stark beschädigt. Verbogene Stahlarmierungen, zertrümmerte Fluttore und mehrere Meter große Gesteinsblöcke, die noch immer oben auf der Staumauer liegen, zeugen von der immensen Gewalt der Flutwelle. 150 Menschen kamen an dieser Stelle ums Leben. Die staatlichen Betreiber waren nicht untätig und haben seitdem ein hochmodernes Frühwarnsystem installiert.

## Tag 8: Von Joshimath nach Roorkee

Heute haben wir eine lange Fahrt vor uns. Obwohl die Strecke von Joshimath nach Roorkee nur 300 Kilometer beträgt, benötigt man mindestens acht Stunden dafür. Entlang der Straße fallen uns über 200 Hangrutsche auf, die die Straße teilweise blockieren. Straßen sind der Kern der Transportinfrastruktur in Indien und essenziell für die ökonomische Entwicklung. In den letzten zehn



Auf der Staumauer des Laufwasserkraftwerks Tapovan



Der Kontrollraum des Frühwarnsystems in Joshimath



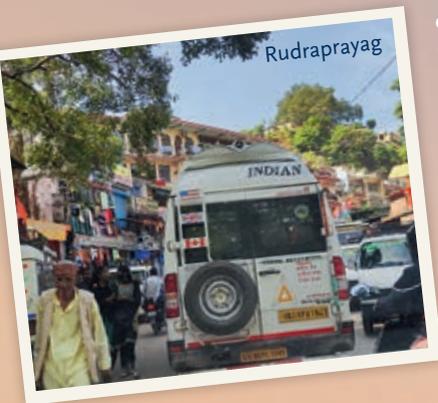
Lagebesprechung im Feld



Ein riesiger Stein blockiert die Straße.

PORTAL WISSEN · EINS 2024

bis 15 Jahren wurden riesige Anstrengungen unternommen, um das Straßennetz auszubauen und zu modernisieren, vor allem auch in den Gebirgsregionen. Indien hat inzwischen das zweitgrößte Straßennetz nach den USA. Es gibt jedoch auch Stimmen, die warnen, dass der Ausbau der Straßen im Himalaya mit immensen Herausforderungen für die Instandhaltung und auch mit Sicherheitsrisiken verbunden ist. Insbesondere während des Monsuns von Juni bis September stellen Steinschlag und Hangrutsche eine große Gefahr für Reisende dar. Um besonders gefährliche Straßenabschnitte zu identifizieren, werden Studien durchgeführt, in die verschiedenste Umweltfaktoren einfließen, z.B. die Hangneigung, die Niederschlagsintensität oder die Geologie. Mit diesem Wissen kann nicht nur gezielt gewarnt werden, sondern es können auch die Ressourcen für die Instandhaltung und für die Absicherung der Hänge effizient verteilt werden.



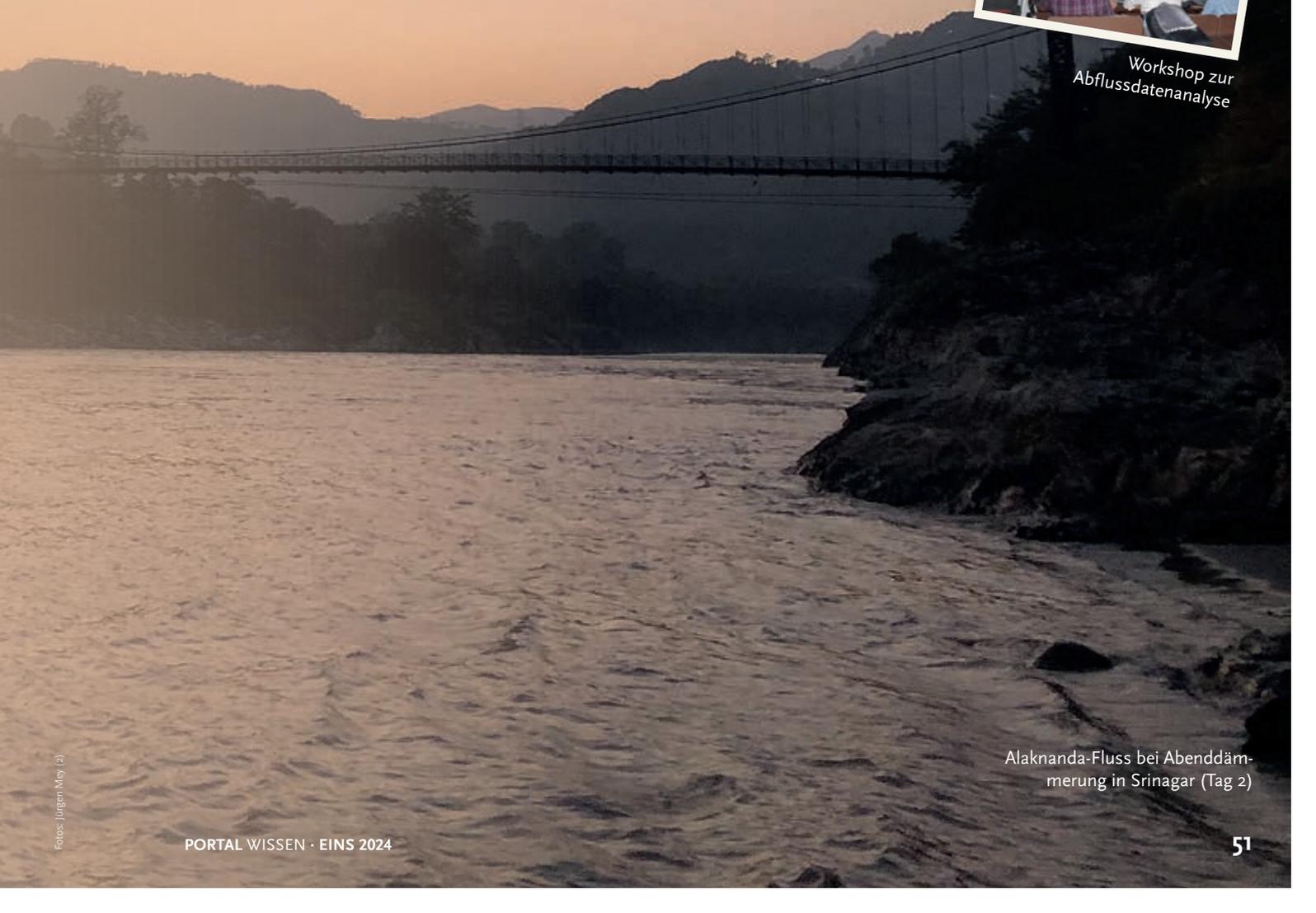
Rudraprayag

## Tag 9: Auf dem Campus des Indian Institute of Technology, Roorkee

Den letzten vollen Tag unserer Reise verbringen wir wieder auf dem grünen Campus des Indian Institute of Technology, Roorkee (IITR). Vor uns liegen zwei Workshops, zu denen sich ca. 70 Studierende vom IITR, aber auch viele von anderen indischen Universitäten angemeldet haben. Zuerst lernen die Teilnehmenden eine Methode kennen, wie das Auftreten von Hangrutschen entlang von z.B. Straßen modelliert werden kann. Für den zweiten Workshop nutzen wir die Daten der Abflussmessungen, die wir vor ein paar Tagen in Badrinath durchgeführt haben. Wir bestimmen Abflussraten und lernen, wie diese z.B. für die Betrachtung des Sedimenthaushalts genutzt werden können. Der Tag endet mit einer offenen Diskussion mit den Teilnehmenden, die zeigt, wie groß das Interesse an internationalem Austausch ist. Die meisten indischen Studierenden würden gern eine Zeit lang an der Uni Potsdam studieren. Kooperationsprojekte wie Co-PREPARE sind dafür der perfekte Rahmen.



Workshop zur Abflussdatenanalyse



Alaknanda-Fluss bei Abenddämmerung in Srinagar (Tag 2)

# Das deutsch-indische Kooperationsprojekt Co-PREPARE

**DR. JÜRGEN MEY,**  
UNIVERSITÄT POTSDAM

## Co-PREPARE – was ist das?

Das Projekt befasst sich mit Naturgefahren im Himalaya. In dieser Region treffen die Herausforderungen des globalen Wandels zusammen. Einerseits beeinflusst der Rückgang von Gletschern und Permafrost mittelfristig die Wasserverfügbarkeit in der Trockenzeit. Andererseits führt die Erwärmung der Atmosphäre dazu, dass Wetterextreme wie Sturzfluten und Hangrutschungen häufiger auftreten. Dies kollidiert hier mit einer rasanten ökonomischen Entwicklung und dem damit einhergehenden Ausbau der Transport- und Energieinfrastruktur.



## Was ist das Ziel der Kooperation?

Wir verfolgen drei Ziele: erstens die Stärkung der Internationalisierung beider Institutionen durch Austausch von Studierenden, Forschenden und Mitarbeitenden der „International Relations“-Abteilungen, zweitens die gemeinsame Untersuchung hydrometeorologischer Extremereignisse und deren Auswirkung auf die Bevölkerung und drittens den Wissenstransfer zwischen den Partnern und in die Öffentlichkeit.

## Wie funktioniert die Zusammenarbeit im Projekt – v.a. angesichts der großen Distanz – ganz konkret?

Die Zusammenarbeit funktioniert im Wesentlichen durch den ständigen Austausch über Emails, Telefonate und Videokonferenzen. Da der Zeitunterschied nur viereinhalb bzw. dreieinhalb Stunden beträgt, gibt es eine ausreichende Überlappung unserer Arbeitszeiten.

## Wo und wie kommt die Forschung in die Praxis?

Neben den veröffentlichten wissenschaftlichen Ergebnissen, die zur Grundlage politischer Entscheidungen werden können, ist die Sensibilisierung der lokalen Bevölkerung eine wichtige Aufgabe. Zu diesem Zweck führen Teams vom IITR Workshops in besonders exponierten Kommunen durch. Zusätzlich bieten wir eine Online-Vorlesungsreihe an, die der Öffentlichkeit über die Projektwebsite zur Verfügung steht.



➤ Mehr zu Co-PREPARE



**PROF. ANKIT AGARWAL,**  
INDIAN INSTITUTE OF  
TECHNOLOGY ROORKEE

### **CoPrepare – what is it about?**

The Co-PREPARE project, focuses on natural hazards in the Himalayan Region. This endeavor aims to enhance joint hazard research capacity by pooling expertise, methods, and data to comprehend impacts and changes in the Himalayas and beyond. This cooperative effort involves research, scientific work, and training commitments.

### **What is the aim of the cooperation?**

The project aims at strengthening institutional internationalization, fostering collaborative research, and generating actionable knowledge. Co-PREPARE promotes internationalization through staff exchanges and administrative initiatives. Emphasizing sustainable cooperation, it seeks to amalgamate expertise and resources, focusing on scientific work and training to deepen the understanding of the region's hazards.

### **How does the cooperation in the project work in concrete terms – especially in view of the great distance?**

Despite vast distances, Co-PREPARE's cooperation transcends boundaries, extending into institutional and diplomatic realms. Amid COVID-19 challenges, our accomplishments exceeded projections due to consistent meetings, information exchanges, and unwavering administrative support.

### **How and where does the research come into practice?**

We contribute studies that highlight the risks associated with hydropower expansion and tourism-related development, which is crucial for policy planning and disaster mitigation. Furthermore, we integrate local knowledge by following a participatory approach that not just contributes to disaster-resilient planning and sustainable development but also ensures the acceptance of stakeholders.

## **DAS PROJEKT**

**Co-PREPARE – Deutsch-Indisches Gemeinschaftsprojekt zur Abschätzung und Vorhersage von Naturrisiken in der Himalaya-Region**

Förderung: DAAD (Deutscher Akademischer Austauschdienst) / UGC (University Grants Commission – Indien)

Laufzeit: 07/2020–06/2024

Beteiligt: Universität Potsdam; Kooperationspartner: Indian Institute of Technology, Roorkee (Indien); Potsdam Institut für Klimafolgenforschung; Deutsches Geo-Forschungszentrum GFZ; National Institute of Hydrology (Indien); Central Building Research Institute (Indien); Wadia Institute for Himalayan Geology (Indien)



„Wir überbrücken  
eine Lücke, die sich  
im Labor bisher nicht  
schließen lässt“

Zoran Nikoloski über die Welt der Bioinformatik

Biologie ist die wissenschaftliche Erforschung des Lebens, Informatik die Kunst automatischer Informationsverarbeitung. Geht das zusammen? Unbedingt! Spätestens seit der ersten weitgehenden Sequenzierung des menschlichen Genoms im Jahr 2003 ist die Bioinformatik ins Rampenlicht getreten. Hatte sie doch wesentlichen Anteil an der „Entschlüsselung“ der menschlichen DNA. Als Wissenschaft an der Schnittstelle zwischen Biologie und Informatik verbindet sie Prinzipien und technologische Möglichkeiten beider Welten, um aktuellen Fragen auf den Grund zu gehen. Wie funktioniert der hochkomplexe Stoffwechsel bei Pflanzen, Tieren oder Menschen? Wie lassen sich Nutzpflanzen optimieren, etwa hitzeresistenter machen? Und lässt sich unser Wissen über den Stoffwechsel von Bakterien so nutzen, dass wir sie in winzige biologische Fabriken verwandeln können? Im Gespräch mit Matthias Zimmermann erzählt Bioinformatiker Prof. Dr. Zoran Nikoloski von alten und neuen wissenschaftlichen Fragen, komplexen Netzwerken und ihrer Modellierung sowie praxistauglichen Forschungsergebnissen.

### **Sie sind Professor für „Bioinformatik“. Womit befassen Sie sich?**

Die klassische Informatik versucht, allgemeine Probleme in der Gesellschaft mithilfe von Computern zu lösen. Dieses Prinzip auf die Biologie übertragend, würde ich sagen, dass wir uns mit biologischen Problemen beschäftigen, die wir mithilfe von Computern angehen. Und davon gibt es viele: etwa den Aufbau und die Funktionsweise von Protein-Komplexen zu verstehen oder die Prozesse in metabolischen Netzwerken zu modellieren. Tatsächlich bietet das Feld endlose Möglichkeiten – mit denen es immer weiter gewachsen ist. Die klassische Bioinformatik begann mit der rückblickend einfachen Aufgabe, den Code der DNA zu entschlüsseln. Ausgangspunkt war im Grunde das Vorhaben, Gene in DNA-Strängen zu identifizieren, was nichts anderes ist als eine Sequenz von Buchstaben. Das Aufkommen der sogenannten omics-Technologien und anderer technischer Mög-

#### **OMICS-TECHNOLOGIEN**

omics-Technologien sind abgeleitet vom Suffix -omik, mit dem Teilgebiete der modernen Biologie markiert werden, die sich mit der Analyse von Gesamtheiten ähnlicher Einzelemente beschäftigen. Dazu zählen etwa die Genomik, die sich den Genen eines Organismus widmet, die Proteomik, die Proteine erforscht, sowie die Metabolomik, die Stoffwechselnetzwerke untersucht.

lichkeiten, Organismen auf molekularer Ebene zu analysieren, verschaffte uns dann eine ungeheure Datenflut, Terabytes von Daten zu verschiedensten Ebenen der Organismen! Daraus ergab sich die Frage, wie wir diese Daten sinnvoll nutzen könnten. Etwa, um zu verstehen, welche Mechanismen den Prozessen oder Netzwerken zugrunde liegen. Und, daran anschließend: Wie können die Daten uns dabei helfen, Dinge zu erkennen, die selbst nicht gemessen wurden oder gar nicht messbar sind? Letzteres beschreibt gewissermaßen die zweite Welle der Bioinformatik, kombiniert mit dem Paradigma der Systembiologie.

### **Kommen Menschen, die Bioinformatik betreiben, eher aus der Informatik oder der Biologie?**

Jene, die vor 40 Jahren mit der Bioinformatik anfangen, stammten explizit aus der Informatik, weil die gestellten Fragen sehr von der Informatik angetrieben waren. Aber je näher die Probleme an die Biologie heranrückten, desto mehr Biologen kamen dazu. Im Moment hält es sich die Waage. Aber ich gehe davon aus, dass mit der Weiterentwicklung der KI-Tools, die helfen, technische Barrieren abzubauen, immer mehr reine Biologen in die Bioinformatik wechseln werden.

### **Was ist Ihre eigene fachliche Heimat?**

Die Informatik und angewandte Mathematik, speziell die Graphentheorie und Netzwerktheorie. Ich kam durch mein Interesse an der Ausbreitung von Krankheiten über Netzwerke in die Biologie. Ich habe untersucht, wie die Strukturen eines Netzwerks das Ausbreiten von Agenten ermöglichen oder verhindern, beschleunigen oder verlangsamen. Dabei ist egal, was der Agent eigentlich ist: ein Krankheitserreger oder ein Botenstoff, ein Neurotransmitter oder ein Tier. Mir wurde klar, dass die Erforschung von Netzwerken für viele Wissenschaftsbereiche wichtig ist und ihre Ergebnisse breit angewendet werden können. Seitdem widme ich mich u.a. der Analyse von zellularen Netzwerken und der Frage, wie sie miteinander interagieren.

### **Die Biologie profitiert hier also von den Mitteln der Informatik. Wie sieht es andersherum aus?**

Vor etwa 20 Jahren gab es einen großen Schwenk hin zum biologisch inspirierten Design, das biologische Prinzipien nachahmen oder übertragen möchte, um die Informatik zu verbessern. Ein typisches Beispiel wären Algorithmen, die auf dem Konzept von Mutation und Evolution basieren. Aktuell sehen wir, dass



## DER FORSCHER

Prof. Dr. Zoran Nikoloski ist Leiter der Forschungsgruppe „Mathematical Modelling and Systems Biology“ am Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie und seit 2017 Professor für Bioinformatik an der Universität Potsdam.

✉ [zniko@uni-potsdam.de](mailto:zniko@uni-potsdam.de)

Erkenntnisse, die wir über Netzwerke gewonnen haben, insbesondere aus biologischen Netzwerken, auf den synthetischen Bereich übertragen werden. In der synthetischen Biologie werden tatsächlich neue Systeme entwickelt, die auf grundlegenden biologischen Prinzipien basieren. Wie eine Brücke in die andere Richtung.

### Ihre Forschung bewegt sich zwischen Computational Biology, Bioinformatik und Systembiologie. Können Sie die Unterschiede erklären?

In der Computational Biology versuchen wir, biologische Systeme mechanistisch zu beschreiben und zu simulieren, um bestimmte Phänotypen zu replizieren und vorherzusagen. In der Bioinformatik geht es darum, Genotypen zu Phänotypen in Beziehung zu setzen, zu verstehen, wie DNA-Modifikationen bestimmte Merkmale beeinflussen, wie Proteine strukturiert sind oder funktionieren. Und in der Systembiologie betrachten wir den Organismus als eine Kombination von vielen verschiedenen Systemen, zum Beispiel Genregulationsnetzwerke, Protein-Protein-Interaktionsnetzwerke und Stoffwechselnetzwerke. Wir versuchen zu verstehen, wie diese Netzwerke bestimmte Eigenschaften, Prozesse und Dynamiken des Systems beeinflussen – vor allem solche, die wir nicht beobachten und messen können. Man könnte also sagen, dass die drei Bereiche aufeinander aufbauen: angefangen bei der mechanistischen Simulation über das Kartieren von Genotypen auf Phänotypen bis hin zum



Verständnis davon, wie diese verschiedenen Systeme zusammenwirken und höhere Teile des Systems generieren, die nicht unbedingt beobachtet wurden.

### Sie fokussieren sich in Ihrer Arbeit auf sogenannte metabolische Netzwerke. Wie lassen sich diese hochkomplexen Systeme überhaupt erforschen?

Jede Forschung zu metabolischen Netzwerken beginnt mit dem Genom, also dem sequenzierten Erbgut eines Organismus. Dank 100 Jahren Biochemie sind für einige Pflanzen und Mikroorganismen die Gene und ihr Wirken relativ gut identifiziert. Wir wissen also, was diese Gene bewirken, welche Art von Proteinen sie bilden und welche Reaktionen diese Proteine katalysieren. Dieses Wissen, der gesamte Katalog der bisher bekannten enzymatischen Reaktionen, ist in großen biochemischen Datenbanken verfügbar. Für unsere Forschung ziehen wir diese Informationen aus den Datenbanken und kombinieren sie zu Netzwerken – und zwar nicht als hübsche Zeichnung an einer Tafel, sondern in Form einer Matrix. Mit dieser Matrix, einer Repräsentation der Netzwerke in unserem untersuchten Organismus, können wir berechnen, was in diesem passiert, und

## METABOLISCHE NETZWERKE

**Stoffwechsel oder Metabolismus** beschreibt alle chemischen Umwandlungen von Stoffen im Körper von Lebewesen in Zwischenprodukte (Metaboliten) und Endprodukte. Da der Stoffwechsel ein komplexes Netzwerk einzelner Reaktionen ist, die einander bedingen und beeinflussen.

Vorhersagen treffen. Denn wir können Daten, die zu einzelnen Prozessen gemessen wurden, miteinander verknüpfen und simulieren, was nicht messbar ist. Auf diese Weise überbrücken wir im Modell eine Lücke – zwischen Struktur und Funktion –, die sich im Labor bislang nicht schließen lässt.

Dadurch werden auch Vorhersagen möglich über komplexere Merkmalen wie Wachstum, Ertrag, Krankheitsverlauf oder Reaktionen auf Veränderungen in der Umwelt. Langfristig ist natürlich das Ziel zu wissen, wo und wie man in das Stoffwechselnetz eingreifen muss, um einen Organismus mit der gewünschten Eigenschaft zu erhalten.

## Mit welchen Organismen arbeiten Sie?

Wir arbeiten mit Mikroorganismen wie Hefe, Modellalgen und Pflanzen wie Mais, Reis und Tomaten. Wir forschen aber auch zum menschlichen Stoffwechsel und verschiedenen Krebszelltypen.

## Warum so viele verschiedene?

Durch die Arbeit mit sehr unterschiedlichen Organismen gelingt es uns, universelle Gestaltungsprinzipien zu identifizieren, die dann in der synthetischen Biologie breit anwendbar sind. Die Stoffwechselnetzwerke funktionieren über die verschiedensten Organismen hinweg ähnlich, das zeigen unsere Modelle. Entsprechend können unsere Ansätze, Genotypen zu entwickeln, die bestimmte Aufgaben besser erfüllen, letztlich sehr vielseitig eingesetzt werden.

## Würden Sie Ihre Forschung eher als grundlagen- oder anwendungsorientiert beschreiben?

Das variiert je nach Projekt. Manches, wie die Analyse und Beschreibung von Stoffwechselnetzwerken, erfordert Jahre theoretischer Arbeit, bevor konkrete Anwendungen auch nur denkbar sind. Forschungen zur Entwicklung von Zellfabriken können aber auch sofortige praktische Anwendungen haben, mit Ergebnissen, die innerhalb eines Jahres industriell nutzbar sind. Theoretische Forschung zur Robustheit und Plastizität von Organismen ist möglicherweise nicht direkt übertragbar, bringt jedoch Wissen, dessen Wert sich erst später erweist.

## Wie das?

Ich denke, die interessanteste Frage, der wir bisher nachgegangen sind, ist beispielsweise, wie wir das

## DIE PROJEKTE

### PlantaSYST

Das übergeordnete Ziel von „PlantaSYST“ ist die Einrichtung eines Zentrums für Pflanzensystembiologie und Biotechnologie (CPSBB) in Plovdiv, Bulgarien.

Beteiligt: Center of Plant Systems Biology and Biotechnology (CPSBB); Maritsa Vegetable Crops Research Institute (MVCRI); Institute of Microbiology, Laboratory of Metabolomics, alle Bulgarien; Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie; Universität Potsdam  
Förderung: Europäische Union / HORIZON 2020  
Laufzeit: 2017–2025



➔ Zum Projekt

### RESIST

Das Hauptziel von „RESIST“ besteht darin, die genetischen Determinanten der Austrocknungstoleranz bei Auferstehungspflanzen zu entschlüsseln und Ähnlichkeiten und Unterschiede zu Modell- und Nutzpflanzenarten zu ermitteln. Das Wissen soll dann auf wirtschaftlich wichtige Arten übertragen werden.

Beteiligt: Center of Plant Systems Biology and Biotechnology (CPSBB), Bulgarien (Koordination); Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie; Universität Potsdam; Ben-Gurion University of the Negev (BGU), Israel; BioAtlantis Ltd., Irland; University of Cape Town (UCT), Südafrika  
Förderung: Europäische Union / HORIZON 2020  
Laufzeit: 2020–2024



➔ Zum Projekt

### „Alphafuel“

Förderung: Europäische Union / Horizon Europe  
Laufzeit: 2024–2027

### C3- UND C4-PFLANZEN

Bei der Photosynthese von **C3-Pflanzen** wird Kohlenstoffdioxid in chemischen Komponenten mit drei Kohlenstoffatomen gebunden. Bei heißem oder trockenem Wetter verringert sich ihre Photosyntheseleistung, da sich die Spaltöffnungen schließen, um einer zu hohen Verdunstung von Wasser vorzubeugen. Bei gemäßigten Lichtverhältnissen und Temperaturen von 15 bis 25 Grad Celsius sind sie am effizientesten. **C4-Pflanzen** hingegen erreichen ihre optimale Photosyntheseleistung bei 30 bis 47 Grad Celsius, sind resistenter gegen Hitze und Dürre. C3-Nutzpflanzen sind beispielsweise Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Kartoffel, Sojabohne, Hanf oder Reis sowie weltweit alle Baumarten, C4-Pflanzen sind etwa Mais, Zuckerrohr oder Hirse.

Wissen über die natürliche Variabilität des Stoffwechsels nutzen können, um das Verhalten von Genotypen und Populationen vorherzusagen. Warum ist das wichtig? Weil ich, wenn ich Modelle für die natürliche Anpassungsfähigkeit von Organismen habe, die in der Natur vorhandenen Designs nutzen kann, um einen neuen Genotyp zu schaffen, der bei einer bestimmten Aufgabe besser abschneidet. Der etwa eine effizientere Photosynthese hat. Wir haben deshalb die natürliche Variabilität einer typischen C3-Pflanze wie Gerste mit einer photosynthetisch effizienteren C4-Pflanze wie Mais verglichen. Für beide haben wir umfangreiche Modelle zu ihrer Photosynthese-Tätigkeit erstellt. Das ermöglichte uns, die tatsächlichen Unterschiede in der DNA der beiden Pflanzen zu identifizieren, die dafür verantwortlich sind, dass ihre Photosynthese unterschiedlich effizient ist. Dieses Wissen kann nun auf diverse Weise genutzt werden; z.B. kann man im Labor die Eigenschaften des verant-

wortlichen Enzyms verbessern, weil man weiß, was man ändern muss. Tatsächlich haben wir auf Basis dieser Grundlagenforschung erst im Dezember 2023 ein Folgeprojekt zusammen mit der Uni Cambridge gestartet, in dem wir diese Untersuchung mit noch mehr Organismen wiederholen und erste Schritte im Bio-Engineering gehen werden.

### Womit beschäftigen Sie sich aktuell noch?

Das Projekt „RESIST“ etwa bringt Partner aus Südafrika, Israel, Irland, Bulgarien und Deutschland zusammen. Inhaltlich untersuchen wir sogenannte Auferstehungspflanzen und ihre einzigartigen Fähigkeiten, Dürren zu überstehen und auch nach Monaten oder Jahren ohne jedes Wasser noch lebensfähig zu sein. Wenn wir herausfinden, wie diese Variabilität ihrer Stoffwechselnetzwerke zustande kommt, können wir sie auf andere Pflanzen übertragen und so dürreresistente Kulturen entwickeln.

### Ein sehr anwendungsorientiertes Projekt ...

Genau wie unser erst am 1. Januar 2024 gestartetes Vorhaben „Alphafuel“, in dem es darum geht, Flugzeugtreibstoff aus Cyanobakterien zu gewinnen. Im ersten Jahr wird meine Gruppe Vorläufersubstanzen für Düsentreibstoff entwerfen, die dann im zweiten Jahr entwickelt und getestet werden. Im dritten Jahr soll das Ganze dann für die industrielle Anwendung optimiert werden. Hier ist der Weg aus dem Labor in die Praxis sehr kurz.

DIE FRAGEN STELLTE MATTHIAS ZIMMERMANN.

### Universität Potsdam belegt im nationalen Gründerranking erneut den 3. Platz

Die Universität Potsdam hat im diesjährigen deutschlandweiten „Gründungsradar“ des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft erneut den 3. Platz belegt und sich in der Kategorie der „Großen Hochschulen“ mit über 15.000 Studierenden behauptet. Sie rangiert damit direkt hinter der Hochschule München und der Universität des Saarlandes. In der Metropol-Region Berlin/Brandenburg liegt die Universität Potsdam sogar auf Platz 1. „Die Universität Potsdam ist stolz darauf, sich in den letzten 30 Jahren zu einer der besten Gründungshochschulen Deutschlands entwickelt zu haben und wird auch in Zukunft maßgeblich dazu beitragen, dass sich die Metropolregion zu einer der erfolgreichsten Start-up-Regionen auf internationalem Niveau weiterentwickelt“, sagt Uni-Präsident Prof. Oliver Günther, Ph.D.



➔ Zur Meldung

### Universität Potsdam steigt auf Rang 2 des Hochschulrankings nach Gleichstellungsaspekten

Die Universität Potsdam belegt im diesjährigen Hochschulranking nach Gleichstellungsaspekten erstmalig den zweiten Rang. Der Aufstieg von der dritten in die zweite Ranggruppe bedeutet eine erneute Verbesserung. Gemeinsam mit der EBS-Universität für Wirtschaft und Recht in Wiesbaden bildet sie damit die Spitzengruppe. Das Ranking wird vom Kompetenzzentrum Frauen in Wissenschaft und Forschung (CEWS) veröffentlicht und ist ein etabliertes Instrument zur Qualitätssicherung für Gleichstellung an Hochschulen.



➔ Zur Meldung

### International gefragt – Universität Potsdam beim neuen Humboldt-Ranking in den TOP 15

Die Universität Potsdam ist bei Forscherinnen und Forschern aus dem Ausland hoch angesehen. Das geht aus dem aktuellen, überarbeiteten Humboldt-Ranking hervor, bei dem sie unter den 127 gerankten Hochschulen mit Platz 14 eine sehr gute Platzierung im Kreis der belieb-

testen deutschen Universitäten erreicht. Die Rangliste zeigt, wie viele Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in den vergangenen fünf Jahren mit einer Förderung der Alexander von Humboldt-Stiftung nach Deutschland gekommen sind und wo sie besonders häufig forschten. An der Universität Potsdam arbeiteten in diesem Zeitraum 63 Forschende mit einem Stipendium bzw. einem Preis der Stiftung.



➔ Zur Meldung

### Uni Potsdam im THE-Ranking der besten Universitäten weltweit wieder auf Platz 201–250. Bei den jungen Unis in Deutschland sogar Spitze

In der aktuellen 20. Ausgabe des renommierten „Times Higher Education“ (THE)-Ranking konnte die Universität Potsdam ihren Spitzenplatz aus dem Vorjahr halten. Mit Platz 201–250 belegt sie eine hervorragende Position im Feld der 1904 gerankten Hochschulen aus 108 Ländern. Im Ranking der Universitäten unter 50 Jahren rückte sie im Vergleich zum Vorjahr sogar weiter vor: Bei insgesamt fast 600 gerankten Hochschulen aus 104 Ländern befindet sie sich aktuell auf Rang 22. In Deutschland nimmt die 1991 gegründete Uni Potsdam sogar den Spitzenplatz ein.



➔ Zur Meldung

# Terrorismus und Geschlechterfragen

Spätestens seit den Anschlägen auf das World Trade Center am 9. September 2001 beschäftigen sich die Vereinten Nationen (UN) intensiv mit der Bekämpfung und der Prävention von Terror. Als die Politikwissenschaftlerin Ann-Kathrin Rothermel nach ihrem Master ein Praktikum beim UN Secretariat in New York absolvierte, fiel ihr auf, dass in den Reden und Berichten zu Terrorismus immer wieder über Geschlechterfragen diskutiert wurde. Sie fragte sich, wie Gender und politische Gewalt zusammenhängen, und entschied sich für eine Promotion zu dieser Frage.

Jihadistische Gruppen wie ISIS oder Al-Qaida und rassistisch motivierte Anschläge wie in Christchurch, Halle oder Utoya – was diese Extremismen gemeinsam haben, ist, dass sie auf starren Genderrollen beharren. Dieser Zusammenhang zwischen Gender und Extremismus ist auch bei den UN in den vergangenen Jahren immer mehr in Vordergrund gerückt und hat zu einer Vielzahl an Projekten und Resolutionen geführt, in denen Geschlechtergerechtigkeit mit Extremismusprävention in Verbindung gebracht wird. Hier setzte Ann-Kathrin Rothermel an: Fast 500 Dokumente der UN aus den Jahren 2006 bis 2021 untersuchte sie, um herauszufinden, wie Frauen und Gender im Kontext der Extremismusprävention konstruiert würden. Dafür arbeitete sie sich in ein ganz neues Feld ein: die Diskursanalyse mittels Natural-Language Processing. Sie



## DIE FORSCHERIN

Ann-Kathrin Rothermel promoviert bei Prof. Dr. Andrea Liese an der Universität Potsdam zum Thema „Gender and the governance of terrorism and violent extremism“.

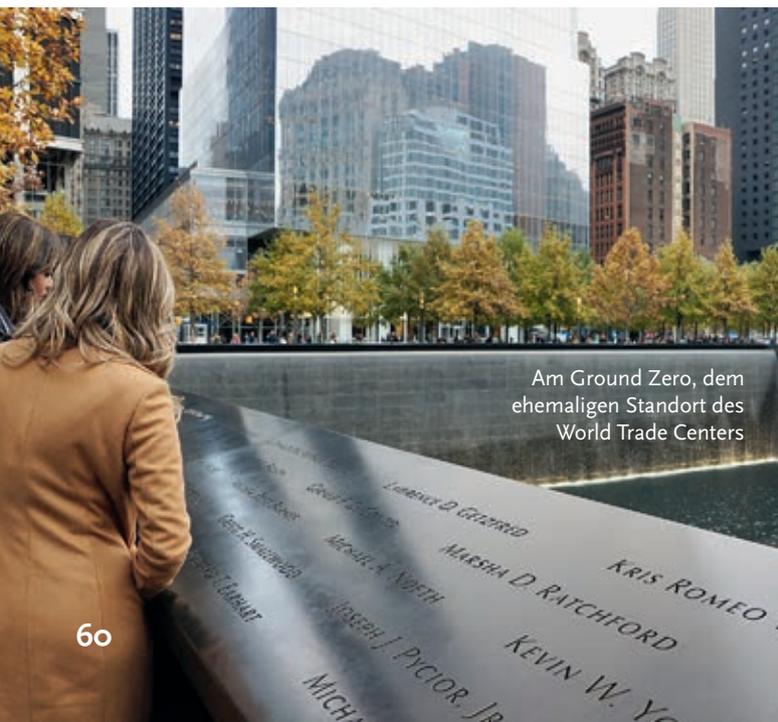
Inzwischen forscht Rothermel außerdem an der Universität Bern zur Antigendermobilisierung von rechten Parteien in Europa.

✉ [arotherm@uni-potsdam.de](mailto:arotherm@uni-potsdam.de)

absolvierte Kurse in Data Science und schrieb einen Algorithmus, mit dessen Hilfe sie Wörter wie „Gender“ oder „Frauen“ in ihrem jeweiligen semantischen Kontext erfassen konnte. In ihrer Datenanalyse fand sie heraus, dass Geschlecht in den drei UN-Säulen „Frieden und Sicherheit“, „Nachhaltige Entwicklung“ sowie „Menschenrechte und Humanitarismus“ im Kontext von Terror unterschiedlich aufgegriffen wird.

Der Sicherheitsdiskurs konzentrierte sich auf Frauen als besonders vulnerable Gruppe. Wenn terroristische Gruppen die Macht ergreifen, seien sie besonders perfider Gewalt ausgesetzt. Laut Rothermel arbeitet der Diskurs stark mit Stereotypen – er geht davon aus, dass Frauen generell friedfertiger seien und es mehr „weibliche Friedensstifterinnen“ brauche. Der Entwicklungsdiskurs dagegen betrachtet Frauen als „unerschlossene Ressource“: Unternehmerinnen könnten die wirtschaftliche Entwicklung ihres Landes voranbringen, was das Risiko von Terror dezimiere. Auch als Müttern wird ihnen eine (zu) große Verantwortung zugesprochen, da sie angeblich einer Radikalisierung in ihren Familien entgegenwirken könnten. Der dritte Diskurs wiederum geht davon aus, dass der Schutz von Menschenrechten immer auch Frauen zugutekomme, da ihre Menschenrechte besonders durch terroristische und antiterroristische Gewalt gefährdet sind. Das Fazit der Politikwissenschaftlerin lautet, dass die unterschiedlichen Säulen der UN bei der Verbindung von Gender und Extremismus häufig nicht mitgedacht werden, sondern ein einheitlicher Gender-Begriff angenommen wird. Dabei werde außer Acht gelassen, dass die unterschiedlichen Annahmen über Frauen, Weiblichkeit und Männlichkeit zu gegensätzlichen Handlungsempfehlungen führen können. Um die Vielfältigkeit der Verknüpfung von Gender und Extremismus zu beleuchten, sei es daher wichtig, die unterschiedlichen in den UN institutionalisierten Diskurse zu Gender bewusster einzubeziehen.

DR. JANA SCHOLZ



Am Ground Zero, dem ehemaligen Standort des World Trade Centers

# Wie Frauen in der Musikgeschichte sichtbar werden

Clara Schumann (1819–1896) war nicht nur eine der berühmtesten Pianistinnen ihrer Zeit, sie war ebenso Komponistin, Pädagogin und Herausgeberin. Über 60 Jahre tourte sie durch ganz Europa und machte dabei auch die Werke ihres Mannes Robert Schumann bekannt. Später gab sie seine Jugendbriefe heraus, in jahrelanger editorischer Arbeit auch sein musikalisches Werk. Ihre eigenen Kompositionen, darunter ein Klavierkonzert, Lieder und Kammermusik, führte sie zu Lebzeiten selbst bzw. mit ihren Künstlerfreunden auf. Sie verwaltete den Nachlass ihres Mannes und hob ihre umfangreiche Korrespondenz sowie Tagebücher auf – ein Schatz für die heutige Forschung. Im 20. Jahrhundert geriet ihr vielseitiges künstlerisches Wirken nahezu in Vergessenheit.

Erst durch die musikwissenschaftliche Frauen- und Geschlechterforschung, die seit den 1980er-Jahren die Fragestellungen und Perspektiven der Musikgeschichtsschreibung grundlegend veränderte, sind viele Musikerinnen wieder sichtbar geworden. Statt nur den Notentext zu untersuchen und Kompositionen als zentrale Elemente der Musikgeschichte zu betrachten, wurde nach sozialen, historischen und geschlechtsspezifischen Bedingungen des Musikmachens und -aufnehmens gefragt. Neben öffentlichen Konzerträumen rückten private Räume in den Fokus; statt Geniekult



wurden Personennetzwerke und die Vielfalt kulturellen Handelns anvisiert, um Sängerinnen, Instrumentalistinnen, Musikschriftstellerinnen, Pädagoginnen, Mäzeninnen, Komponistinnen oder Salonnières in den Blick zu bekommen. Dabei ist Archivarbeit oft zentraler Bestandteil der Forschung. In meiner Dissertation erforsche ich Musikerinnen im weiteren Umfeld Clara Schumanns, unter anderen Henriette Grabau (1805–1852), Sängerin und erste Lehrerin am Leipziger Konservatorium, und Pauline von Schätzel (1811–1882), Sängerin der Berliner Hofoper und Komponistin. Ihre Lebensdaten sind lückenhaft überliefert, Quellen wie Tagebücher oder Manuskripte fehlen oder lagern verstreut in verschiedensten Archiven. Für mich macht gerade das den Reiz der Forschung aus: Ich muss detektivisch vorgehen und ungewöhnliche Zugänge finden, spannende Quellenfunde werfen viele neue Fragen auf. Über die bereits sehr gut erforschte Musikerin Clara Schumann andere Frauen in der Musikgeschichte zu entdecken, heißt auch, danach zu fragen: Wer wird (wie) erinnert, von wem sind Quellen überliefert, von wem nicht und warum?



## DIE FORSCHERIN

Theresa Schlegel promoviert bei Prof. Dr. Christian Thorau über das Thema „Clara Schumann als Spur – Musikerinnen und Geschlechterdiskurse im 19. Jahrhundert. Möglichkeitenräume und Hindernisse“. Die Arbeit wird durch ein Stipendium der Landesgraduiertenförderung Brandenburg sowie das Gertrud-Feiertag-Stipendium des Koordinationsbüros für Chancengleichheit der Universität Potsdam gefördert.

✉ [theresa.schlegel@uni-potsdam.de](mailto:theresa.schlegel@uni-potsdam.de)

THERESA SCHLEGEL

# WIRKLICH HETEROGEN STATT (NUR) INKLUSIV

Camilla Rjosk will die Schulentwicklung  
auf viele Füße stellen



**Wie kann Schule besser werden? Wie sollten Schülerinnen und Schüler künftig lernen? Was Lehrende vermitteln? Diese Fragen werden immer wieder intensiv diskutiert, Neuerungen eingeführt, Reformen initiiert. Doch der Erfolg lässt auf sich warten. In der aktuellen Ausgabe der PISA-Studie schneidet Deutschland so schlecht ab wie nie zuvor, während die Bildungsgerechtigkeit im Land weiter zunimmt. Camilla Rjosk ist seit April 2023 Professorin für Schulentwicklung an der Universität Potsdam. Sie hat sich vorgenommen, in die Suche nach Lösungen die einzubeziehen, die ganz nah dran sind: die Schulen, Lehrkräfte und Schulleitungen.**

„Die Schulen sollten selbst als Expertinnen wahrgenommen und in die Weiterentwicklung schulischer Bildung einbezogen werden“, sagt die Bildungswissenschaftlerin. „Damit sie sich den Herausforderungen nicht nur stellen müssen, sondern auch beeinflussen können, wie sie angegangen werden.“ Im Moment sei genau das nicht der Fall. „Wir alle wollen Schülerinnen und Schüler fördern und bestmöglich auf ihr späteres Leben vorbereiten“, so Rjosk. „Aber nicht nur fachlich, sondern auch darüber hinaus – damit sie Teil einer Gesellschaft sein können, die nicht nur leistet, sondern auch Werte vertritt.“ Dem würden viele zustimmen, ist sie sich sicher. Allein, der Weg dorthin ist umstritten.

## Schulen in die Forschung einbeziehen

Diversität, Digitalisierung, Heterogenität – die Felder, in denen sich viel bewegt und die heiß diskutiert werden, sind deutlich umrissen. Auch wohin die Reise gehen soll, scheint klar: Der Unterricht muss diverser, digitaler, heterogener werden. „Aktuell verändert sich sehr viel und von den Schulen wird sehr viel verlangt“, so die Forscherin. „Das ist enorm schwer zu orchestrieren – und dabei werden sie selbst wenig einbezogen.“ Das will Camilla Rjosk ändern. Sie plant, ein Netzwerk zu Schulen aufzubauen, mit denen gemeinsam sie Ideen diskutieren, Konzepte entwickeln und erproben will.

Gleichzeitig hofft die Bildungswissenschaftlerin, auf diese Weise die Ergebnisse ihrer Forschung dorthin zu bringen, wo sie gebraucht werden. Denn einer ihrer Schwerpunkte ist die sogenannte „Multidimensionale Heterogenität im Klassenzimmer“. Seit 2021 leitet sie eine Nachwuchsforschungsgruppe mit diesem Titel, die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wird. Mit ihrem Team untersucht die Bildungsforscherin, wie man Heterogenität messen kann, wie sie sich auswirkt und bestenfalls gewinnbringend nutzen lässt. „Ich würde mir wünschen, dass Inklusion und Heterogenität künftig stärker zusammengedacht werden“, sagt

Rjosk. Lange sei Inklusion eine Art Synonym für den Transfer der Sonderpädagogik in den normalen Unterricht gewesen. „Doch echter inklusiver Unterricht muss sehr viel mehr Unterschiede berücksichtigen, um die Schülerinnen und Schüler besser zu fördern – einzeln und gemeinsam.“ Hier komme die Heterogenität ins Spiel: Sozialer Status, Herkunft, Geschlecht, Sprache, Begabung – viele Facetten beeinflussen, wie Kinder lernen. Im Unterricht wurden sie indes lange nicht berücksichtigt. Und wenn doch, dann eher als Faktoren, die einem gelingendem Unterricht im Wege stehen. Dabei bringe Heterogenität im Klassenzimmer einen wichtigen Mehrwert, ist Camilla Rjosk überzeugt. „Guter Unterricht weiß die Vielfalt als Ressource zu nutzen“, sagt sie. „Die Kinder sollten auch voneinander lernen und sich gegenseitig unterstützen.“ Das helfe ihnen letztlich sowohl mit Blick auf schulische Leistungen als auch bei der Sozialentwicklung. „Dadurch lernen sie, was echte Vielfalt ist. Das wird später im Leben viel schwerer, weil man sich dann eher aussucht, mit wem man sich umgibt.“

## Den Mehrwert der Heterogenität nutzen

Guter inklusiver Unterricht sollte differenzieren und zugleich die Gemeinsamkeiten betonen, erklärt die Forscherin. Im Idealfall können Lehrende aus einer Sammlung von Lehrmaterialien jeweils jene auswählen, die den Interessen, dem Wissensstand und den Lerntypen der Schülerinnen und Schüler entspre-

### DAS PROJEKT

Nachwuchsforschungsgruppe „Multidimensionale Heterogenität im Klassenzimmer: Messung, Effekte, Mechanismen“ (MuHiK)

In dem fünfjährigen Projekt untersuchen die Forschenden, wie die Heterogenität der Schülerschaft anhand mehrerer Merkmale gemessen werden kann und wie Heterogenität mit den Leistungen und psychosozialen Merkmalen von Schüler\*innen zusammenhängt. Das Projekt wird im Rahmen der Richtlinie zur Förderung von „Nachwuchsforschungsgruppen in der empirischen Bildungsforschung“ durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.



➔ Zum Projekt



## DIE FORSCHERIN

Prof. Dr. Camilla Rjosk leitet seit 2021 die Nachwuchsforschungsgruppe „Multidimensionale Heterogenität im Klassenzimmer: Messung, Effekte, Mechanismen“ (MuHiK), die sie mitbrachte, als sie Anfang 2023 als Professorin für Schulentwicklung an die Universität Potsdam wechselte.

✉ [camilla.rjosk@uni-potsdam.de](mailto:camilla.rjosk@uni-potsdam.de)

chen. Gleichzeitig brauche es mehr Arbeit zu zweit oder in Gruppen, an Projekten – Formate, in die „alle ihre ganz eigenen Fähigkeiten und Kenntnisse einbringen können“. Das müsse freilich gut vorbereitet, angeleitet und evaluiert werden.

Auf dem Weg in diese Zukunft inklusiven Unterrichts will Camilla Rjosk die Schulen begleiten. Dafür erarbeitet sie Verfahren, mit denen sich Heterogenität in Schulklassen erfassen lässt. „Aber wie lassen sich die einzelnen Facetten definieren? Wie beeinflussen sie einander? Und wie beeinflussen sie das Lernen, die Motivation und schulische Leistungen? Fragen, die Camilla Rjosk schon seit ihrem Promotionsprojekt umtreiben. Für ihre Doktorarbeit hat sie untersucht, ob es sich auf das Lernen auswirkt, wer mit wem in einer Klasse lernt. Konkret schaute sie auf die drei Faktoren Schulleistung, sozialer Hintergrund und Migrationserfahrung. „Ich konnte zeigen, dass die soziale Zusammensetzung der Schulklasse wichtiger für die Leistungsentwicklung ist als der Anteil von Heranwachsenden mit Migrationshintergrund und

der Unterricht in unterschiedlich zusammengesetzten Klassen dazu beiträgt“, sagt sie. An diesen ersten Blick in das große Feld der Heterogenität knüpft sie nun mit ihrer Forschungsgruppe an. Deren Ziel ist es, Heterogenität in Schulen künftig anhand mehrerer Dimensionen zu erfassen: Herkunft, sozialer Status, Geschlecht, Leistung und sonderpädagogischer Förderbedarf sind die Facetten, die sie unter anderem berücksichtigen wollen. Aktuell wenden sie Methoden zur Beschreibung der Heterogenität aus verschiedenen Disziplinen an und entwickeln ein theoretisches Modell zu Effekten der Heterogenität im Klassenzimmer. Außerdem sammeln sie Forschungsliteratur, die es zu einzelnen Facetten schon gibt, für sogenannte Metaanalysen. Zum Einfluss ethnischer Herkunft auf schulische Leistungen beispielsweise wurde bereits viel geforscht. Diese Erkenntnisse greifen die Bildungswissenschaftler\*innen auf. Anschließend führen sie alles zusammen, um Instrumente zu entwickeln, mit denen sich dann Forschungsprojekte zu einer vielschichtigen Heterogenität durchführen lassen. „Im Idealfall machen wir das dann schon gemeinsam mit Schulen, die auch einbringen, wie sie Heterogenität wahrnehmen, wie sie damit umgehen und wie sie sie nutzen – zum Vorteil der Schülerinnen und Schüler“, so Camilla Rjosk.

MATTHIAS ZIMMERMANN



# Jasper Tjaden

Professor für angewandte Sozialforschung und Public Policy

## Sie forschen zu Migration und Integration. Was interessiert Sie daran?

An dem Phänomen der Migration und Integration interessieren mich die Komplexität, die gesellschaftliche Relevanz und die Forschungslücken. Migration und Integration sind ganz vielschichtige Prozesse. Soziale, ökonomische, politische und rechtliche Faktoren spielen eine Rolle, was das Forschungsfeld sehr interdisziplinär und dynamisch macht. Gemessen am gesellschaftlichen Diskurs zu dem Thema bleiben viele Fragen jedoch empirisch relativ ungeklärt. Perfekte Bedingungen für angewandte Sozialwissenschaften.

## Zu ihren Schwerpunkten zählen auch quantitative Forschungsmethoden. Welche Daten erheben Sie und wie kommen die in Ihrer Arbeit zum Einsatz?

Was die Datenquelle angeht, bin ich agnostisch. Solange die Daten meine Fragen beantworten können, versuche ich sie in meine Finger zu bekommen. Traditionell sind das Umfragedaten und amtliche Statistiken. Neuerdings arbeite ich aber auch viel mit digitalen Daten, wie zum Beispiel Facebook, LinkedIn, Google, WhatsApp oder Wikipedia. Computergestützte Verfahren wie das Web Scraping oder Zugang zu Unternehmensdaten von sozialen Internetplatt-

formen zum Beispiel, bieten ganz neue Möglichkeiten für empirische Forschung.

## Wo und wie sollten die Ergebnisse Ihrer Forschung wirksam werden?

In erster Linie geht es bei der Forschung natürlich darum, unser Wissen zu dem Thema zu erweitern. Dies geht aus meiner Sicht am besten über die Publikation von Expert\*innen begutachteten Fachartikeln. Darüber hinaus bin ich aber auch sehr aktiv am gesellschaftlichen Transfer interessiert. Das Thema Migration erregt die Gemüter, entscheidet Wahlen und die Medien berichten täglich darüber. Ich versuche daher eine sachliche, unemotionale Perspektive beizusteuern. Und wer weiß, vielleicht lesen auch einige Politiker meine Studien, wenn neue Gesetze formuliert werden.

## Was bzw. wie kann die Soziologie dazu beitragen, den Menschen ihre Angst vor Migration bzw. Migrierenden zu nehmen?

Erstmal ist die Angst vor Migration und vor dem „Fremden“ wahrscheinlich so alt wie die Migration an sich. Neuankömmlinge in einer Gruppe werfen erstmal viele Fragen auf und betreffen direkt sehr tiefgehende Aspekte der kollektiven Identität, des Sozialmodells etc. Die Migrationsforschung kann eventuell ein Stück weit die Ängste reduzieren, wenn sie das Tempo aus der Debatte nimmt und einfache Wahrheiten betont. Migration ist in (fast) allen Gesellschaften Normalität und spielt eine zentrale Rolle bei der gesellschaftlichen und ökonomischen Entwicklung. Zuwander\*innen integrieren sich im Generationenverlauf und viele Ängste entpuppen sich rückblickend als überzogen. In den USA, dem klassischen Zuwanderungsland, regt sich niemand über Iren, Griechen, Italiener, Polen oder Schweden auf. Sie alle sind Amerikaner. Anfangs gab es jedoch sehr starke Ablehnung gegenüber europäischer Migration in den USA. Wir sehen jetzt den gleichen Prozess mit Lateinamerikanern und Afrikanern. Die Integrationskräfte der Gesellschaft sind langfristig größer, als viele wahrnehmen. Man muss nur etwas Geduld mitbringen. Je schneller Integration passiert, desto niedriger die Temperatur in der Migrationsdebatte. Angewandte Sozialforschung kann hier auch eine Hilfe sein, indem sie Integrationsprogramme, -politiken, - und -projekte evaluiert. Deutschland hat bei der Integration der Gastarbeiter geschlafen. Seitdem hat sich viel getan, jedoch bleiben viele Fragen offen, wie Deutschland Integration besser gestalten kann. Hier möchte ich einen Beitrag leisten.



### DER FORSCHER

Prof. Dr. Jasper Tjaden ist seit 2021 Professor für angewandte Sozialforschung und Public Policy an der Universität Potsdam.

✉ [socrespolicy@uni-potsdam.de](mailto:socrespolicy@uni-potsdam.de)



➔ Mehr zu Jasper Tjaden

DIE FRAGEN STELLTE MATTHIAS ZIMMERMANN.



# Von uralten Lagerstätten bis zu aktiven Unterwasservulkanen

Forschende aus den Geowissenschaften untersuchen, wie sich Erzlagerstätten bilden

Im DFG-Schwerpunktprogramm DOME dreht sich alles ums Erz: Wie bilden sich die Gemische aus verschiedenen Mineralen und Metallen, die je nach Zusammensetzung ganz unterschiedliche Eigenschaften haben? Wie können Vorkommen besser gefunden, abgebaut und verarbeitet werden? Auf der Suche nach Antworten auf diese und weitere Fragen sind zahlreiche Forschungsteams aus ganz Deutschland weltweit unterwegs – vom Gebirge bis auf den Meeresgrund, von China bis Kanada.

Der höchste Berg ist gerade einmal 1214 Meter hoch. Damit kann das kleine Erzgebirge zwar nicht mit den mächtigsten Bergmassiven dieser Welt mithalten, punktet dafür aber mit ganz anderen Trümpfen, die sich auch im Namen widerspiegeln. Denn die Gebirgsformation ist mehrere Hundert Millionen Jahre alt und gilt als Kinderstube zahlreicher Bodenschätze wie Silber, Zinn, Wolfram oder Eisen. Auf vergleichsweise kleinem Raum können hier wichtige geologische Prozesse studiert werden, aus denen zahlreiche bedeutende Lagerstätten für verschiedene Erze entstanden sind.

## Ein Blick in die Erdgeschichte

Das Gebirge ist damit ein regelrechtes Freilandlabor, das für Geowissenschaftlerinnen und -wissenschaftler aus Deutschland quasi direkt vor der Haustür liegt. Im Sommer 2021 nutzten rund 30 Forschende und Promovierende die Gelegenheit, um in fünf Tagen gemeinsam zu erkunden, was hier unter und über

## DAS PROJEKT

Im Schwerpunktprogramm „Dynamics of Ore Metals Enrichment“ (DOME) (SPP2238) fördert die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) Forschungsprojekte zur Entstehung von Erzen. Mithilfe von empirischen Feldstudien, experimentellen Arbeiten und numerischen Modellen schaffen die Forschenden neue Grundlagen für die Lagerstättenerkundung in tiefen Erdschichten.

Laufzeit: 2020–2026

Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
Beteiligt: Universität Potsdam, Universität Bayreuth, Universität Bremen, Leibniz Universität Hannover, Universität Mainz, GeoZentrum Nordbayern, Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, TU Bergakademie Freiberg, GEOMAR Kiel, Goethe Universität Frankfurt (M), Universität Freiburg, RWTH Aachen, Universität Tübingen, Deutsches GeoForschungsZentrum Potsdam GFZ, Universität Köln, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Karlsruher Institut für Technologie, Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie



➔ Zum Projekt



Dr. Maximilian Korges



Prof. Max Wilke

## DIE FORSCHENDEN

**Prof. Dr. Max Wilke** leitet seit 2015 die Arbeitsgruppe Mineralogie am Institut für Geowissenschaften der Universität Potsdam.

✉ [wilkem@uni-potsdam.de](mailto:wilkem@uni-potsdam.de)

**Dr. Maximilian Korges** forscht seit 2020 als Postdoc in der Arbeitsgruppe Mineralogie am Institut für Geowissenschaften der Universität Potsdam.

✉ [korges@uni-potsdam.de](mailto:korges@uni-potsdam.de)

der Erde zu finden ist. Die meisten von ihnen hatten gerade Forschungsprojekte im groß angelegten Forschungsprogramm „Dynamics of Ore Metals Enrichment“ (DOME) begonnen. Die Exkursion war ein Auftakt und ein Kennenlernen mit Verspätung: Denn geplant war sie eigentlich bereits ein Jahr früher, musste wegen der Corona-Pandemie jedoch verschoben werden.

„Im Erzgebirge kann man innerhalb eines Tages vom Zentrum der ehemaligen Magmakammer bis nach oben zur einstigen Erdoberfläche wandern“, erklärt der Koordinator des Schwerpunktprogramms, der Geowissenschaftler Dr. Maximilian Korges. Dort, wo die Magmakammer auf das Umgebungsgestein trifft, gibt es die geologisch interessantesten Stellen: Hier bildeten sich über Jahrmillionen viele unterschiedliche Erzminerale. Die Gesteinsstrukturen und -formationen mit den eigenen Augen zu sehen, ist gerade für diejenigen, die sonst eher im Labor und am Schreibtisch arbeiten, sehr aufschlussreich. „Es ist vor allem für Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler wertvoll, über den eigenen Tellerrand zu blicken und Kompetenzen außerhalb des eigenen Arbeitsfeldes zu erlangen“, betont Maximilian Korges.

## Drei Jahre, 50 Publikationen

2020 startete DOME mit 26 Forschungsprojekten, an denen Institute aus ganz Deutschland beteiligt sind. „Es geht erst einmal darum zu verstehen, wie sich Erze bilden“, erklärt DOME-Sprecher Max Wilke, Professor für Mineralogie. „Das hat es in dieser Form in Deutschland und auch anderswo sehr lange nicht gegeben.“ Die Grundlagenforschung liefert aber auch wichtige Erkenntnisse für die spätere Anwendung – also das Erschließen neuer Erzvorkommen und ihren Abbau. „Dann weiß man, wo man gucken muss, oder welche Daten man benötigt, um neue Lagerstätten zu finden“, bringt es Max Wilke auf den Punkt.

Der Forscher blickt positiv auf die vergangenen drei Jahre zurück: „Es gibt bereits 50 Publikationen aus unseren Projekten – obwohl viele von ihnen noch gar nicht abgeschlossen sind – und eine erfolgreiche nationale und internationale Vernetzung der Forschenden.“ Um den wissenschaftlichen Nachwuchs gut auszubilden und zu fördern, werden im DOME-Forschungsverbund nicht nur Exkursionen ins Gelände angeboten, sondern auch Workshops zu experimentellen Methoden und mathematischer Modellierung, Seminare zu Präsentationstechniken oder dem Schreiben einer wissenschaftlichen Publikation.

„Alle deutschen Hochschulen und Forschungsinstitute unseres Fachgebietes sind mit Projekten in DOME vertreten“, freut sich Max Wilke. Die Forschungsvorhaben zeigen dabei eine enorme Vielfalt und erstrecken sich über die ganze Welt: von Deutschland über Portugal, China, Polen, Griechenland, Finnland, die USA, Namibia, Brasilien, Kanada bis hin zu den Weltmeeren. So vielfältig wie die Forschungsorte sind auch die Methoden, die von Laborexperimenten über Feldversuche und -expeditionen bis zur Computermodellierung reichen.

## Neue Projekte für die zweite Förderphase

In Potsdam etwa wird mit Laborexperimenten untersucht, wie sich Molybdänminerale in heißen wässrigen Lösungen verhalten. Bei welchem Druck und welcher Temperatur löst sich wie viel Molybdän, das vor allem für die Stahlproduktion gebraucht wird? In welcher Form ist es in der Lösung vorhanden und welche Parameter beeinflussen das alles? Mit den Versuchen wollen die Forschenden besser verstehen, unter welchen Bedingungen diese Minerale gebildet werden. Damit können weltweit Bereiche mit ähnlichen Eigenschaften, in denen mögliche Molybdänlagerstätten vorkommen, leichter identifiziert werden. Außerdem verraten die chemischen Experimente, wie man das Material besser auflösen und einzelne Metalle des Erzgemisches voneinander trennen kann. Die Erkenntnisse können künftig auch dabei helfen,

Erze besser aufzubereiten oder auch die Metalle durch späteres Recycling wieder nutzbar zu machen

Ein anderer Doktorand aus Erlangen nahm an einer zweimonatigen Forschungsschiffahrt teil und analysierte Proben von Unterwasservulkanen, um Mineralisierungsprozesse an heißen Quellen am Meeresboden zu untersuchen, an denen kochende Flüssigkeiten, magmatische Gase und kaltes Meerwasser aufeinandertreffen. Im Erzgebirge wiederum werden Feldversuche durchgeführt, um die Entstehung von Zinnerzen zu verstehen. Numerische Simulationen helfen dabei, die Prozesse, die währenddessen in der Magmakammer und der Umgebung über Jahrtausende ablaufen, zu modellieren und zu nachzuvollziehen. „Wir sehen zwar das Endprodukt in Form von Erzen, aber wir wissen nicht, was zuvor passiert ist. Computersimulationen können uns dabei helfen, einen Blick in die Vergangenheit zu werfen“, erklärt Maximilian Korges.

Inzwischen ist das DOME-Projekt in die zweite Förderphase bis 2026 gestartet – mit 26 neuen Projekten und neuen Forschungsteams. Die beiden Potsdamer Projektleiter sind sich einig, dass das Forschungsfeld in den kommenden Jahrzehnten immer wichtiger werden dürfte. Denn der weltweite Bedarf an vielen wertvollen Elementen, die in Erzen zu finden sind – wie etwa Germanium, Lithium, Kupfer oder Kobalt – wird steigen. Schließlich sind sie für Schlüsseltechnologien der Energiewende und der Digitalisierung unverzichtbar. Zeitgleich verschärfen geopolitische Krisen die Lieferunsicherheiten. Um so wichtiger sei es deshalb, in den kommenden Jahren die Forschung auf diesem Gebiet zu stärken, den wissenschaftlichen Nachwuchs zu schulen und die Community besser zu vernetzen.

HEIKE KAMPE

### MOLYBDÄN

Das **Übergangsmetall Molybdän** kommt in verschiedenen Erzen wie Molybdändisulfid (Molybdänglanz), Wulfenit (Gelbbleierz) oder Powellit (Calciummolybdat) vor. In aufwendigen chemischen Verfahren wird das Molybdän von den Begleitmineralien getrennt, anschließend bei hohen Temperaturen von mehreren Hundert Grad Celsius geröstet, von weiteren Verunreinigungen befreit und mithilfe von Wasserstoff in zwei weiteren Verarbeitungsstufen zu Molybdänpulver reduziert. 2020 wurden weltweit 240 000 Tonnen Molybdän produziert, das vor allem für Metalllegierungen und in der Stahlherstellung verwendet wird.





# ALLE FÜRS KLIMA ODER KLIMA FÜR ALLE?

Bundeskanzler-Stipendiatin  
Kalia R. Barkai forscht zu  
„Climate Justice“

Der Klimawandel ist längst zur Krise geworden, das haben die meisten Menschen inzwischen verstanden. Dabei erleben wir diese Krise keineswegs gleich. Pakistan wird regelmäßig von Überschwemmungen heimgesucht, Somalia von ungeahnten Dürren, Afghanistan von beidem. 2018 waren die 20 Länder, die 90 Prozent des humanitären Bedarfs abbildeten, für nur fünf Prozent der weltweiten Kohlenstoffemissionen verantwortlich. „Vom Klimawandel sind jene besonders betroffen, die am wenigsten für ihn verantwortlich sind“, sagt Kalia R. Barkai. Die junge Wissenschaftlerin forscht zur sogenannten „Climate Justice“ oder Klimagerechtigkeit. „Das bedeutet, den Klimawandel nicht nur als Umweltproblem oder technische Herausforderung zu betrachten und anzugehen“, so die Forscherin. Denn er hänge eng zusammen mit anderen Problemen, die wir – global, aber auch regional – haben. Klimagerechtigkeit macht daraus also eine politische und ethische Frage.

Die Klimakatastrophe zu verhindern, sei eine Aufgabe für die gesamte Menschheit, sagt die Forscherin. Das Abkommen der UN-Klimakonferenz von 2015 belegt das. Immerhin haben 197 Staaten daran mitgewirkt, fast alle haben es inzwischen ratifiziert. Gleichzeitig hätten nicht alle Menschen dieselben Möglichkeiten, etwas zu bewirken. Arm und Reich, politisch mächtig oder nicht, globaler Süden und Norden – manche sitzen einfach am längeren Hebel. Aber haben jene, die mehr erreichen können, auch eine größere Verantwortung, es wirklich zu tun? Theoretisch strebt das Konzept der Klimagerechtigkeit genau das an: die Lasten und Chancen des Klimawandels global gerecht zu verteilen. Demnach müssen die Hauptverursacher des Klimawandels mehr tun. „In der Praxis schwierig“, sagt Kalia Barkai. „Die Erfahrung zeigt: Wenn man Verantwortung zuweist, besteht die Gefahr, dass am Ende niemand mehr etwas tut.“ Also gehe es darum, positive Anreize zu setzen. „Wir müssen jene, die mehr tun können, überzeugen.“ Durch erfolgreiche Beispiele etwa. „Das könnte dazu führen, dass alle mehr beitragen wollen.“ Gleichzeitig dürfe der öffentliche Druck, den Aktivisten, Journalisten und Initiativen der Zivilgesellschaft auf die Politik ausüben, nicht nachlassen.

## ZUM WEITERLESEN

### Aktuelle Publikation von Kalia Ruth Barkai

Taylor, A., Methner, N., Barkai, K. R., McClure, A., Jack, C., New, M., & Ziervogel, G., Operationalising climate-resilient development pathways in the Global South. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 64 (2023), <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2023.101328>



## DIE FORSCHERIN

Kalia Ruth Barkai ist mit einem Bundeskanzlerstipendium der Alexander von Humboldt-Stiftung Gastforscherin bei dem Politikwissenschaftler Prof. Dr. Fabian Schuppert.

Etwas bewegen will auch Kalia Barkai selbst. „Ich möchte so etwas wie eine Brückenbauerin sein zwischen Wissenschaft und Politik.“ Dafür forscht sie beispielsweise zu sogenannten „klimaresilienten Entwicklungspfaden im globalen Süden“ – also der Frage, wie es gerade Entwicklungsländern gelingen kann, soziale und wirtschaftliche Herausforderungen anzugehen, ohne den Klimaschutz außen vor zu lassen. Derzeit ist die in Südafrika geborene Forscherin mit einem Bundeskanzler-Stipendium zu Gast beim Potsdamer Politikwissenschaftler Prof. Dr. Fabian Schuppert. „Aktuell beschäftige ich mich mit dem Phänomen der Klimamobilität“, sagt sie. „Denn wie der Klimawandel Migration und die Mobilität von Menschen beeinflusst, ist keineswegs wirklich verstanden.“ Wer ist wo wie betroffen? Wie funktioniert klimabedingte Mobilität? Wie geht die Politik damit um? Klar ist: Die Klimakrise zwingt Menschen an verschiedenen Orten der Welt, ihre Heimat zu verlassen. Aber noch sind zu viele Fragen offen, ist zu wenig bekannt. Mit ihrer Forschung will Kalia Barkai dazu beitragen, hier mehr Klarheit zu schaffen.

Nach Potsdam ist sie gekommen, weil sie hofft, im Herzen Europas leichter Zugang zu wissenschaftlicher Expertise zu finden, aber auch zu Akteuren internationaler Klimapolitik. Denn auch das gehört zum Projekt der Klimagerechtigkeit: „Es sollte noch mehr ‚shared learning‘ geben zwischen dem globalen Süden und Norden“, so die Wissenschaftlerin. „Wenn wir etwas erreichen wollen, müssen wir Netzwerke aufbauen, informieren und Vertrauen schaffen, damit die nötigen Transformationen von allen mitgetragen werden.“

MATTHIAS ZIMMERMANN





# „Unser Ziel ist es, eine Alternative zu Antibiotika zu entwickeln“

Matthias Hartlieb forscht mit seinem Team an synthetischen Polymeren für biomedizinische Anwendungen

Dr. Matthias Hartlieb hat antibiotikaresistenten Keimen den Kampf angesagt und erforscht gemeinsam mit seinen Kolleginnen und Kollegen, wie die Eigenschaften von Polymeren deren antibakterielle Wirkung beeinflussen. Seit 2021 leitet er die diesem Thema gewidmete Emmy Noether-Nachwuchsgruppe „Polymere Biomaterialien“ am Institut für Chemie.



## DER FORSCHER

Dr. Matthias Hartlieb leitet seit 2021 die Emmy Noether-Nachwuchsgruppe „Polymere Biomaterialien“ an der Universität Potsdam.

✉ [mhartlieb@uni-potsdam.de](mailto:mhartlieb@uni-potsdam.de)

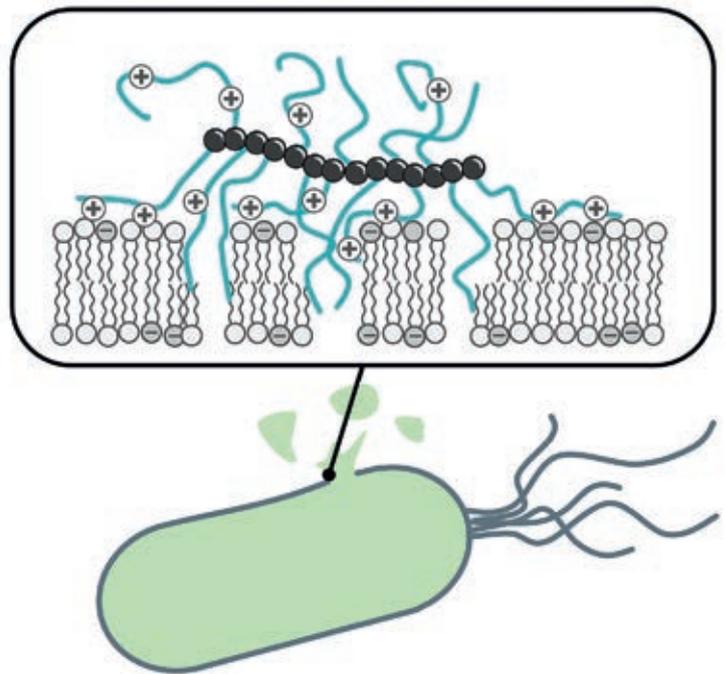
Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) zählt die rasante Entwicklung antibiotikaresistenter Keime zu den zehn größten globalen Bedrohungen für die menschliche Gesundheit. „Bakterien und Pilze tragen schon seit Urzeiten Resistenzgene in sich“, erklärt Matthias Hartlieb. „Allerdings schaffen wir durch den häufigen Einsatz von Antibiotika eine Umgebung, in der hauptsächlich resistente Bakterien überleben und sich somit besser verbreiten können.“ Sie treten vor allem dort auf, wo viele Antibiotika eingesetzt werden – etwa in Krankenhäusern oder der Tierhaltung – und gelangen über das Abwasser in die Umwelt. Jährlich sterben weltweit über 1,2 Millionen Menschen an antibiotikaresistenten Keimen. Ein erhöhtes Risiko für Infektionen haben insbesondere Menschen mit einem schwachen Immunsystem, solche, die Transplantate haben, Krebspatienten während einer Chemotherapie oder Patienten, bei denen eine Operation durchgeführt wird.

### Flaschenbürsten-Polymere als Antibiotika

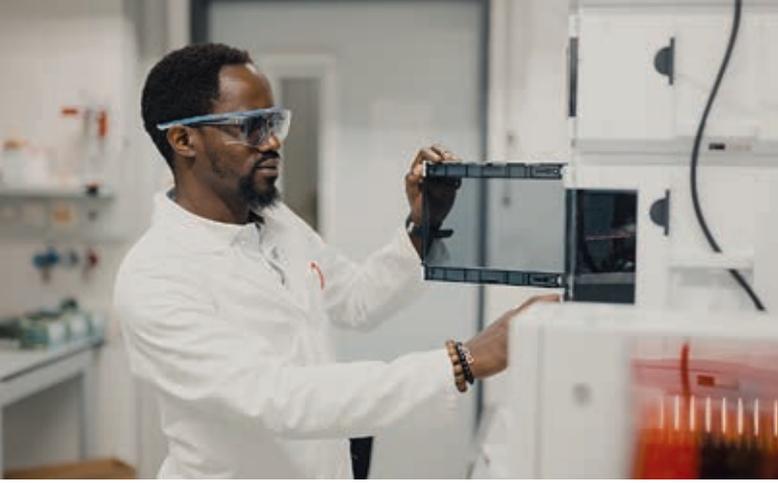
„Unsere Vision ist es, synthetische, wasserlösliche Polymere zu entwickeln, die man in der Therapie bakterieller Infektionen im menschlichen Körper so einsetzen kann, wie wir jetzt Antibiotika nutzen – beispielsweise als Tablette oder Injektion“, sagt Hartlieb. Da diese Polymere die bakterielle Membran angreifen, können Bakterien kaum Resistenzen gegen sie entwickeln. „Sie besitzen Eigenschaften, die auch in antimikrobiellen Peptiden vorkommen, welche unser Immunsystem verwendet, um Bakterien zu regulieren und abzuwehren“, ergänzt er. Die Peptide bzw. Polymere tragen po-

sitive Ladungen und können sich an die Zellmembran der Bakterien anlagern, die negativ geladen ist.

Polymere sind lange Molekülketten, die aus vielen gleichartigen Teilen bestehen und uns zum Beispiel als Kunststoffe, wie Polyester oder Polyethylen, bekannt sind. In der Natur kommen sie unter anderem als Kohlenhydrate wie Zellulose und Stärke in Pflanzen oder als Proteine in Zellen vor. Als einfache lange Molekülketten erzeugen die Polymere aus Hartliebs Labor jedoch keine nennenswerte Wirkung an bakteriellen Zellmembranen. Um ihre antibakterielle Wirkung so zu verbessern, dass sie in der Therapie eingesetzt werden können, ist noch viel Grundlagenforschung nötig. „Wir arbeiten mit sogenannten Flaschenbürsten-Polymeren, von denen jede einzelne Borste ein Polymer darstellt“, beschreibt der Forscher. Bei dieser speziellen Architektur sind viele Polymere auf kleinem Raum gebündelt und können dadurch die Membran des Bakteriums effektiver angreifen.



Flaschenbürsten-Polymer greift ein Bakterium an und zerstört dessen Membran



Im Labor

## DAS PROJEKT

„Antimikrobielle Polymere der nächsten Generation“ wird seit 2021 durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Rahmen einer Emmy Noether-Nachwuchsgruppe gefördert. Kürzlich wurde die zweite Förderphase genehmigt, die 2024 startet.

Beteiligt: Universität Potsdam

Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Laufzeit: 01/2021–12/2026



➔ Zum Projekt

## Aktivität und Selektivität der Polymere entscheidend

Ein wesentliches Ergebnis der ersten Förderphase ist, dass die Struktur der verwendeten Polymere ihre Bioaktivität und Selektivität sehr stark beeinflusst. Die Aktivität beziffert die antimikrobielle Wirkung des Polymers, während die Selektivität ein Messwert dafür ist, wie gut es zwischen Bakterien und Körperzellen unterscheiden kann. Bei einem konventionellen Antibiotikum ist die Selektivität sehr hoch. „Da wollen wir hinkommen“, betont Matthias Hartlieb. Dazu testen die Forschenden systematisch verschiedene Längen und Formen der Bürstenpolymere. Bei den bakteriellen Tests kooperiert die Gruppe mit den Fraunhofer-Instituten für Zelltherapie und Immunologie (IZI-BB) und für Angewandte Polymerforschung (IAP) in Golm. Zunächst wollen Hartlieb und sein Team herausfinden, wieviel Polymer man benötigt, um das Wachstum der Bakterien aufzuhalten. Dabei gilt: Je weniger, desto besser. „Wir haben die Architektur der Bürstenpolymere variiert, bis wir ein optimales Seitenverhältnis der Bürsten gefunden hatten“, beschreibt er. Damit ließ sich die Selektivität von ursprünglich 32 auf einen Wert von 640 steigern,

was bedeutet, dass das Polymer 640-mal wirksamer gegen Bakterien ist als gegen Körperzellen. „Es ist aber noch mehr drin“, ist sich der Chemiker sicher.

In Zusammenarbeit mit der Charité Berlin sollen die antibakteriellen Polymere aus dem Potsdamer Labor bald in Tierversuchen getestet werden. „Ein weiterer Schwerpunkt im zweiten Förderabschnitt werden Biofilme sein, die sich auf Wunden oder Implantaten bilden können – dort sind Bakterien schwerer zu bekämpfen“, fasst Matthias Hartlieb zusammen. Die vielversprechenden Resultate aus der ersten Förderphase bilden eine gute Voraussetzung für weitere Schritte auf dem Weg zur Antibiotika-Alternative.

DR. STEFANIE MIKULLA

## ZUM WEITERLESEN

### Passende Publikationen der AG Hartlieb

A.-C. Lehnen, S. Kogikoski Jr., T. Stensitzki, A. AlSawaf, A. Bapolisi, M. Wolff, J. De Breuck, H. Müller-Werkmeister, S. Chiantia, I. Bald, M. N. Leiske, M. Hartlieb, „Anisotropy in Antimicrobial Bottle Brush Copolymers and its Influence on Biological Activity“ *Adv. Funct. Mater.* 2023, 2312651, <https://doi.org/10.1002/adfm.202312651>

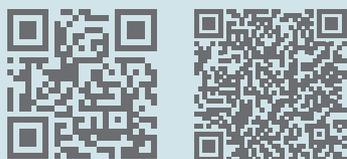
A. M. Bapolisi, P. Kielb, M. Bekir, A.-C. Lehnen, C. Radon, S. Laroque, P. Wendler, H. M. Müller-Werkmeister, M. Hartlieb, „Antimicrobial Polymers of Linear and Bottlebrush Architecture: Probing the Membrane Interaction and Physicochemical Properties“, *Macro. Rapid Comm.*, 2022, 43, <https://doi.org/10.1002/marc.202200288>

# AUS DEM LABOR IN DIE INDUSTRIE

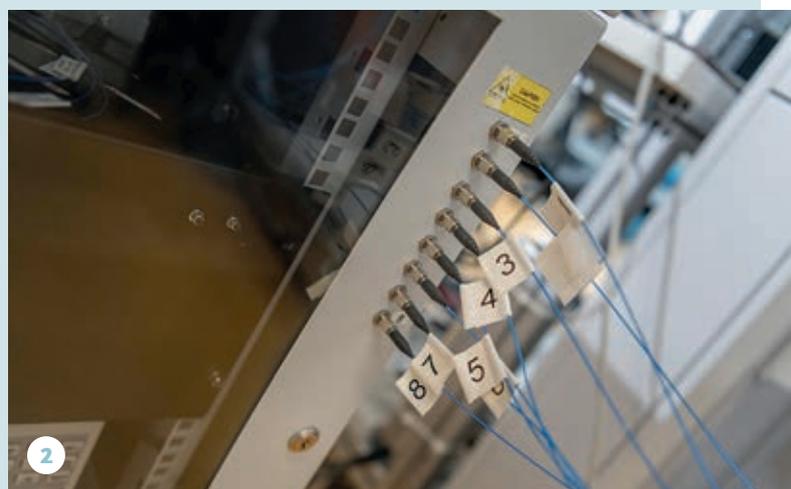
**Die Chemiker Sebastian Zimmermann und Aaron Justin Koenig bringen im innoFSPEC-Transferlabor die Messtechnik der Photonendichtewellen-Spektroskopie in die Anwendung**

Das Zentrum für Innovationskompetenz innoFSPEC (innovative faseroptische Spektroskopie und Sensorik) wurde 2008 als gemeinsames Projekt der Universität Potsdam und des Leibniz-Instituts für Astrophysik Potsdam gegründet. Das Ziel: die interdisziplinäre Photonikforschung international zu etablieren. Seit Oktober 2022 bildet es zusammen mit der Professur für Wissens- und Technologietransfer das innoFSPEC-Transferlabor, dessen Aufgabe es ist, Kooperationen anzubahnen sowie wissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden in die Praxis zu bringen.

Sebastian Zimmermann und Aaron Justin Koenig erproben innerhalb der Gruppe „Angewandte Analytische Photonik“ die Methode der Photonendichtewellen-Spektroskopie, mit der chemische, physikalische und biologische Prozesse in unverdünnten, trüben Flüssigkeiten im industriellen Maßstab und in Echtzeit überwacht werden können. Glasfasern leiten dabei Laserlicht durch die Probe, deren Eigenschaften die Lichtintensität verändern. Daraus lassen sich Rückschlüsse auf die Beschaffenheit der Probe ziehen. Mit dem vorgestellten Experiment, einer Neutralisationsreaktion einer Säure mit einer Base, bei der Siliziumdioxid ausfällt, wird im Labor die Messtechnik getestet und weiterentwickelt. Diese Technik kommt auch beim Herstellen von Nanopartikeln oder in der Algenzucht zum Einsatz.



➔ InnoFSPEC im Internet



**1** Zunächst wird destilliertes Wasser in einem Sechs-Liter-Glasreaktor auf 80 Grad Celsius aufgeheizt. Die benötigten Chemikalien Schwefelsäure ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) und Wasserglas ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) werden abgemessen und vorbereitet.

**2** Sebastian Zimmermann schließt die Glasfaserkabel der im Reaktor befindlichen Messsonde für die Photonendichtewellen-Spektroskopie an das Spektrometer an.

**3** Aaron Justin Koenig gibt die Dosierungsschläuche in die Chemikalienbehälter mit Schwefelsäure bzw. Wasserglas und hängt die pH-Sonde zur Überwachung der Neutralisationsreaktion in den Reaktor ein.



4

## DAS PROJEKT

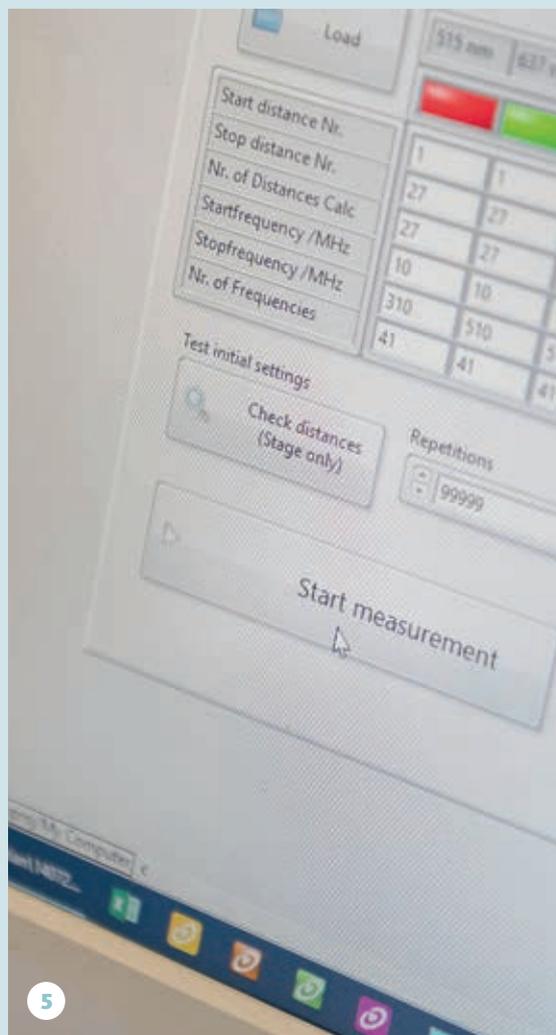
Das NanoPAT-Konsortium, bestehend aus 16 Partnern aus acht verschiedenen Ländern, entwickelt im Rahmen des durch Horizon 2020 geförderten EU-Projektes drei neuartige Echtzeit-Prozessanalysetechnologien zur Untersuchung von Nanopartikelsynthesen mit Fokus auf der In-Situ-Applikation der Techniken und der direkten Verknüpfung mit teilnehmenden Industriepartnern.

Beteiligt: IRIS Technology Solutions, Universität Potsdam, Medizinische Universität Graz, POLYMAT, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, PDW Analytics GmbH, ANALISIS-DSC, Covestro AG, Evonik Industries AG, FLUIDINOVA, S.A., Arkema France, Creative Nano, TEMAS Solutions GmbH, Bio-NanoNet, Forschungsgesellschaft mbH, EXELISIS PC, BRAVE Analytics GmbH  
Förderung: Europäische Union / HORIZON 2020  
Laufzeit: 06/2020–06/2024

**4** Die Wissenschaftler führen eine Testmessung mit der Sonde durch. Die eingetauchten Stäbe dienen als Laserquellen im sichtbaren und nahen infraroten Spektralbereich, um Photonendichtewellen in der lichtstreuenden Lösung zu erzeugen.

**5** Sebastian Zimmermann konfiguriert das automatische Syntheseprogramm am Computer ein und startet es. Der pH-Wert wird zum Beginn der Messung mit einem Milliliter der Wasserglaslösung eingestellt.

**6** Die Schläuche zum Einleiten der Schwefelsäure und der Wasserglaslösung in den Reaktor werden vorgespült, damit kein Restwasser die Messung verfälscht, und anschließend in den Reaktor eingehängt.



5



6

Fotos: Thomas Roesse (3)



7 Während die Chemikalien in den Reaktor gepumpt werden, entnimmt Aaron Justin Koenig alle fünf Minuten mit einer Glaspipette eine Probe aus der gemischten Lösung. Diese Proben werden für eine andere Technik im Nebenlabor verwendet: die dynamische Lichtstreuung zur Messung der Partikelgrößenverteilung.

8 Die Lösung geliert und ihre Farbe schlägt auf Weiß um. Den Viskositätsanstiegspunkt, ein Maß für die Zähflüssigkeit der Lösung, lesen die Wissenschaftler am relativen Drehmoment ab, das dann seinen höchsten Wert hat.

9 Die Synthese ist beendet. Am Computer werden die Daten der Messsonde analysiert und verglichen. Anschließend wird der Reaktor mit der Lösung heruntergekühlt.

DR. STEFANIE MIKULLA



### DIE FORSCHER

**Sebastian Zimmermann** arbeitet im Projekt NanoPAT und promoviert in physikalischer Chemie.

✉ [sebastian.zimmermann@uni-potsdam.de](mailto:sebastian.zimmermann@uni-potsdam.de)

**Aaron Justin Koenig** arbeitet im Projekt NanoPAT und promoviert in physikalischer Chemie.

✉ [aaron.koenig@uni-potsdam.de](mailto:aaron.koenig@uni-potsdam.de)







# Fragen

an Anna Helena Albrecht

Was bringt eigentlich die Androhung von Strafen? Warum verstoßen Jugendliche so häufig gegen Regeln? Und wer definiert überhaupt, was kriminell ist? Auf diese und weitere Fragen hat Anna Helena Albrecht Antworten. Sie ist seit 2021 Professorin für Strafrecht und Strafprozessrecht an der Universität Potsdam und gibt Einblick in ihr Fach und ihren Weg in die Wissenschaft.

## 1. Schuld und Sühne oder Verbrechen und Strafe?

Verbrechen und Strafe.

## 2. Historisch und national unterscheidet sich das Strafrecht stark. Wie kommt es eigentlich, dass zu bestimmten Zeiten und an unterschiedlichen Orten bestimmte Verhaltensweisen als strafbar gelten und andere nicht?

Jenseits eines zumindest breit konsentierten Kernbestands an Straftatbeständen ist das Strafrecht unter anderem durch Geschichte, gesellschaftliche Bedürfnisse und Wertvorstellungen und schließlich Machtstrukturen geprägt. Welche Verhaltensweisen werden in einer bestimmten Zeit und in einer bestimmten Gesellschaft als besonders sozialschädlich bewertet? Wer kann definieren, was strafbar ist, welche Interessen verfolgt er damit?

## 3. Hindert die Androhung von Strafen Menschen tatsächlich daran, Verbrechen zu begehen?

Deutlich weniger stark, als das gemeinhin angenommen wird. Die kriminologische Forschung ist da recht klar: Die Androhung von Strafe wirkt nur in einem bestimmten Bereich abschreckend. Sie kann das ja nur insoweit, als die Begehung einer Straftat das Ergebnis einer kalkulierenden Abwägung ist. Wir sind aber nicht stets rational; Straftaten werden oftmals in emotionalen Ausnahmesituationen, im Zustand der Intoxikation oder aus mangelnder Impulskontrolle begangen. Liegt einer Straftat doch einmal Kalkül zugrunde, werden die Täter\*innen oftmals davon ausgehen, dass ihre Straftat nicht entdeckt wird. Das empfundene Aufklärungsrisiko wirkt daher wohl abschreckender als die abstrakte Strafandrohung.

## 4. Wie steht das deutsche Strafrecht aus Ihrer Sicht im internationalen Vergleich da?

Um das fundiert zu beurteilen, kenne ich zu wenige Strafrechtsordnungen in hinreichender Tiefe.

## 5. Gibt es etwas, das sich im Strafrecht dringend ändern sollte?

Wir sollten einige Verhaltensweisen entkriminalisieren und das Tierschutzstrafrecht konsequenter durchsetzen.

## 6. Zu Ihren Forschungsschwerpunkten zählt auch das Medienstrafrecht – ein sehr komplexes und dynamisches Arbeitsfeld. Was interessiert Sie hier besonders?

Das Medienstrafrecht steht im besonderen Spannungsfeld zwischen Meinungs- und Medienfreiheit einerseits und den gegenläufigen Interessen wie Ehr- und Staatsschutz andererseits, ist besonders historisch geprägt und berührt uns alle in Zeiten von sozialen Medien immer mehr.

## 7. Begehen Jugendliche häufiger Straftaten als Erwachsene und wenn ja, warum?

Jugendliche sind in der polizeilich registrierten Kriminalität überproportional vertreten. Das hat auch damit zu tun, dass Straftaten von Jugendlichen eher angezeigt werden und dass es ihnen weniger gelingt, ihre Straftaten zu verbergen. Wir müssen aber auch von einer tatsächlich höheren Kriminalitätsbelastung ausgehen. Normübertretungen gehören oftmals zum Prozess des Normerlernens dazu, gruppendynamische Prozesse begünstigen Straftaten, die Impulskontrolle ist noch nicht vollständig ausgebildet – und außerdem haben Jugendliche in der Regel einfach mehr Zeit, um Normen zu übertreten.

## 8. Womit befasst sich die Kriminologie?

Mit den Ursachen und den Erscheinungsformen von Verhalten, das als kriminell definiert ist, mit der staatlichen Reaktion auf ein solches Verhalten und den Prozessen, in denen definiert wird, welche Verhaltensweisen kriminell sind.

## 9. Was sind die Ursachen für Kriminalität?

Da ist sich die Kriminologie nicht einig und meiner Einschätzung nach gibt es darauf auch keine pauschale Antwort. Zu den Risikofaktoren zählen u.a. Gewalterfahrungen in der Kindheit, mangelnde Impulskontrolle, Suchterkrankungen, Perspektivlosigkeit.

## 10. Wie kann ihr auch außerhalb des Strafrechts begegnet werden?

Franz von Liszt hat den weisen Ausspruch geprägt, dass die beste Kriminalpolitik in einer guten Sozialpolitik liegt.

## 11. Wie genau forschen Jurist\*innen?

Das ist sehr unterschiedlich und reicht von Textexegese über den Vergleich von Gesetzen und Rechtsordnungen, historischer Forschung bis hin zu empirischen Untersuchungen.

## 12. Haben Sie als Forscherin Einfluss auf Politik und Gesellschaft und wenn ja, welchen?

Der Gesetzgeber holt in der Regel Expertise von Rechtswissenschaftler\*innen im Gesetzgebungsverfahren ein und ich hoffe jedenfalls, dass zumindest ein Teil der Diskussionen, die wir anstoßen, auch außerhalb von Hörsaal und wissenschaftlicher Literatur wahrgenommen wird.

## 13. Sehen Sie Entwicklungsbedarf bei der juristischen Ausbildung an den Universitäten?

Ja! U.a. müssen wir den großen psychischen Belastungen des Studiums entgegenwirken. Insoweit kann ich auf die Initiative iur.reform mit ihren Anliegen verweisen.

## 14. Gibt es etwas, das Sie insbesondere angehenden Juristinnen mitgeben würden?

Mit Intellekt und Empathie über den eigenen Erfahrungshorizont hinausschauen.

## 15. Wollten Sie schon immer Juristin werden?

Lange Zeit wollte ich Ärztin werden und habe auch noch während des Jurastudiums mit dem Gedanken gespielt, das Fach zu wechseln. Inzwischen glaube ich, dass ich mit Jura doch richtig lag.

## 16. Wie kamen Sie zum Strafrecht?

Mich hat das Strafrecht von Anfang an am meisten interessiert, vielleicht, weil es einen besonders starken Bezug zum Menschen und Menschlichen hat. Für das Jurastudium habe ich mich aus idealistischen Gründen entschieden; im Strafrecht habe ich für mich am ehesten die Möglichkeit gesehen, diesem Idealismus nachzugehen.

## 17. Bevor Sie als Juniorprofessorin nach Potsdam kamen, haben Sie in Münster studiert und promoviert, waren als Forscherin an der Uni Birmingham. Was hat Sie nach Potsdam gezogen und hier gehalten?

Am Anfang war es die Stelle, die – ich glaube – erste Juniorprofessur im Strafrecht mit Tenure Track. Als ich dann hier war, habe ich ganz schnell meine Kolleg\*innen, die hiesigen Studierenden und den Raum Berlin/Brandenburg als Forschungs- und Lebensraum sehr zu schätzen gelernt.

## 18. Gab es einen besonderen Moment auf Ihrem akademischen Lebensweg?

Der Ruf nach Potsdam war sicherlich eine ganz, wenn nicht die entscheidende Weichenstellung.

## 19. Gibt es ein Desiderat in Ihrem Forschungsfeld, dem Sie sich gerne sofort widmen würden, wenn Sie könnten?

Wie gut es Richter\*innen gelingt, sich äußerem Druck, insbesondere durch – gerade auch soziale – Medien, zu entziehen.

## 20. Was macht eine gute Professorin aus?

Begeisterung für die Sache, die sie in ihre Forschung und Lehre trägt, und Offenheit gegenüber den Studierenden und ihren Bedürfnissen.

## 21. Forschung oder Lehre – was macht Ihnen mehr Spaß?

Beides macht mir sehr viel Spaß. Wenn ich mich aber für eines entscheiden müsste, dann wäre es die Forschung.



## 22. Wie wichtig ist Ihnen Erfolg?

Ich bin vor allem intrinsisch motiviert, die wissenschaftliche Neugier treibt mich um und an. Aber Erfolg ist wichtig, weil er gerade in den Momenten des Zweifels hilft.

## 23. Was war Ihr größter Misserfolg?

Misserfolge gehören in der Wissenschaft ganz natürlich dazu. Das kann eine Stelle sein, die ich nicht bekommen habe, oder ein Beitrag, der nicht sofort angenommen wurde. Aber als noch größeren Misserfolg würde ich es ansehen, wenn ich eine Chance gar nicht erst ergriffen, es also gar nicht erst versucht hätte.

## 24. Haben Sie ein Vorbild?

Es gibt nicht eine bestimmte Person, die ich als Vorbild bezeichnen könnte, aber mehrere Personen, deren Arbeit oder Fähigkeiten ich in ganz bestimmten Aspekten bewundere.

## 25. Was gefällt Ihnen an Ihrem Beruf?

Unglaublich vieles. An erster Stelle ist es neben dem Austausch mit den Studierenden die große Freiheit. Zu entscheiden, mit welchen Inhalten ich mich befasse, in der Regel auch, wann und wo ich dies tue, ist ein großes Glück und Privileg.

## 26. Und was gar nicht?

Der Weg auf die Professur ist lang und in der Regel geprägt von Unsicherheit und Selbstzweifel.

## 27. Stilles Kämmerlein, Büro oder Bibliothek – wo arbeiten Sie am liebsten?

Je nach Laune und Bedürfnis an allen drei Orten.

## 28. Was ist Ihr Ausgleich zur Arbeit?

Zeit mit Familie und Freunden zu verbringen, Lesen und Konzerte und ab und an selbst Klavier zu spielen und nicht besonders gut dazu zu singen. Für mehr bleibt im Alltag mit einem so ausfüllenden Job und zwei sehr kleinen Kindern gerade nicht wirklich Zeit.

## 29. Gibt es etwas, für das Sie kämpfen?

Ein (aus meiner Sicht) besseres Straf- und Strafprozessrecht.

## 30. Welches Buch, das Sie in letzter Zeit gelesen haben, würden Sie weiterempfehlen?

Es ist schon etwas her, dass ich es gelesen habe, aber: Daniel Kahnemann, „Thinking, Fast and Slow“.

## 31. Was war Ihr Lieblingsfach in der Schule?

Das hat gewechselt: Latein, Geschichte, Biologie und auch mal Mathematik.

## 32. Wenn Sie an Ihre Kindheit denken, was fällt Ihnen dann ein?

Das Glück und Privileg, in einer ebenso liebevollen wie diskussionsfreudigen Familie aufgewachsen zu sein.

## 33. Wo sehen Sie sich in zehn Jahren?

Im Hörsaal und am Schreibtisch, auch wenn das mit zunehmender Digitalisierung vielleicht schon recht anders aussehen mag als heute.

DIE FRAGEN STELLTE  
DR. JANA SCHOLZ.

# „SoMe4Dem“

Wie soziale Medien der Demokratie schaden oder sie stärken können

**Fake news, Manipulation und Meinungsmache – die Sozialen Medien haben es einfach gemacht, die Grenzen zwischen Fakten und Ansichten zu verwischen und die öffentliche Meinung im großen Stil zu beeinflussen. Das könnte gefährlich werden, und zwar im großen Stil. Deshalb hat Stephan Lewandowsky ein Projekt angeschoben, das seit Januar 2024 untersucht, wie Soziale Medien die Demokratie beeinflussen: „Social media for democracy – understanding the causal mechanisms of digital citizenship“ ist ein sehr großes und interdisziplinäres Projekt: Die Forschenden kommen aus der Philosophie, den Politikwissenschaften, Computer Science, der Mathematik, Netzwerk- und den Kognitionswissenschaften, wie ich selbst.“ Lewandowsky ist Gastprofessor an der Universität Potsdam und Inhaber des Lehrstuhls für Kognitive Psychologie an der Universität Bristol in England.**

Das Projekt geht von zwei Beobachtungen aus: Zum einen ist die Demokratie in vielen Ländern der Welt auf dem Rückzug – das gilt auch für die EU und die USA. „Das ist ein ernsthaftes Problem“, so Lewandowsky. „Zum anderen belegt ein Blick darauf, welche Rolle die sozialen Medien oder Online-Technologien bei diesen problematischen Trends spielen, dass diese – im Moment – nicht demokratiefördernd sind. Das ist beunruhigend.“ So werden viele Menschen in sogenannten westlichen Ländern durch die Plattformen aktuell eher polarisiert und das Vertrauen in die demokratischen Institutionen sinkt.

Diese Entwicklung hängt zum Teil davon ab, welche Informationen den Menschen über Social Media zugänglich gemacht werden und welche nicht. Die Kontrolle darüber wurde teilweise an einige wenige Tech-Milliardäre im Silicon Valley abgegeben. „Genau da setzt unser Projekt an:



## DER FORSCHER

**Prof. Stephan Lewandowsky, PhD** ist Professor für Kognitive Psychologie an der Universität Bristol und Gastprofessor an der Universität Potsdam.

✉ [Stephan.Lewandowsky@bristol.ac.uk](mailto:Stephan.Lewandowsky@bristol.ac.uk)

## DAS PROJEKT

**SoMe4Dem: Social media for democracy – understanding the causal mechanisms of digital citizenship**

Förderung: Europäische Union / Horizon

Laufzeit: 03/2023–02/2026

Beteiligt: Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. (Koordination), Universität Leipzig, Karlsruher Institut für Technologie, Universität Potsdam, Università Ca' Foscari Venezia (Italien), Universiteit van Amsterdam (Niederlande), Vrije Universiteit Brussel (Belgien), Fondation Nationale Des Sciences Politiques (Frankreich); Partner: University of Bristol (Großbritannien)



➔ [Zum Projekt](#)

Wir werden versuchen, Wege zu finden, wie wir uns verbessern können, Beurteilungen empfehlen können. Mit anderen Worten: Wie können wir Algorithmen entwerfen, die Menschen Informationen in einem Newsfeed präsentieren? Und zwar ohne dass die Qualität der Informationen darunter leidet“, so Lewandowsky.

Bislang ist das nicht so. Aktuelle Informationssysteme haben eher die Aufgabe, die Nutzenden so lange wie möglich auf den Plattformen zu halten: „Momentan ist das Online-Ökosystem etwas, das wir als Aufmerksamkeitsökonomie bezeichnen. Das bedeutet, dass Ihre Aufmerksamkeit, wenn Sie beispielsweise auf Facebook sind, effektiv von Werbetreibenden gekauft wird.“ Genau das wird letztlich auch zur Gefahr für die Demokratie, da der Algorithmus und seine Funktionsweisen nicht öffentlich sind und die Entscheidungen, die die Nutzenden treffen können, sich innerhalb des Kontextes bewegen, der von den Online-Plattformen vorgegeben wird. Der Ansatz der Forschungsgruppe: Sie wollen sogenannte exogene Variablen bestimmen, mit deren Hilfe sich die Qualität von Informationen möglichst unabhängig von Inhalt und Publikum bestimmen lässt. Dafür analysieren sie beispielsweise, wie Webseiten miteinander vernetzt sind, wobei grob gesagt gilt: Je größer ein Netzwerk, desto höher die Qualität der Informationen. Auch wenn Stephan Lewandowsky davon ausgeht, dass Soziale Medien der Demokratie ernsthaft schaden können, sieht er auch positive Trends: In sogenannten Entwicklungsländern kann mit ihrer Hilfe Wissen über Demokratie verbreitet werden, was diese stärkt.

LENA HIMMLER

# So viel hinzugewonnen

Vor acht Jahren initiierte Miriam Vock das deutschlandweit erste Qualifizierungsprogramm für geflüchtete Lehrkräfte

Wie würde ich mich fühlen, müsste ich mit meinem Kind vor Krieg und Verfolgung in ein fremdes Land fliehen, ein Land, dessen Kultur ich nicht kenne, dessen Sprache ich nicht spreche? Wie würden wir uns zurechtfinden? Das fragte sich Bildungswissenschaftlerin Miriam Vock, als 2015 mehr und mehr Familien aus Syrien Hilfe suchend nach Deutschland kamen. Neben den lebensnotwendigen Dingen wie einem Dach über dem Kopf, Kleidung und Nahrung hielt es die Potsdamer Professorin für unerlässlich, dass die Kinder schnell wieder zur Schule gehen. Aber dafür brauchte es geeignetes Lehrpersonal. So kam sie auf die Idee, syrische Lehrkräfte, die sich zweifellos unter den Geflüchteten befinden mussten, für das deutsche Schulsystem zu qualifizieren. Fast über Nacht entwickelte sie das „Refugee Teachers Program“. 15 Plätze waren dafür vorgesehen. Doch schon wenige Stunden, nachdem die Universität das Angebot veröffentlicht hatte, wurde die Initiatorin mit E-Mail-Anfragen überflutet. In nur wenigen Tagen gingen 700 Bewerbungen ein. Alle durchzusehen, Gespräche zu führen und Eignungen zu prüfen, war weder zeitlich noch personell eingeplant. Dazu das riesige Medieninteresse an diesem bis dahin einzigartigen Programm. Noch nie, sagt die Wissenschaftlerin, habe sie ein Projekt so viel Zeit und Energie gekostet. Aber auch in keine andere Arbeit floss so viel Herzblut ...

Vieles hat sich seither getan: Dank der Förderung vom Bildungs- und vom Wissenschaftsministerium konnte das Angebot über die Jahre ausgebaut und immer wieder neu aufgelegt werden. Nun auch für Geflüchtete aus der Ukraine. Inzwischen kümmert sich ein eigenes Team um das Programm, das nach Miriam Vocks Ansicht verstetigt werden sollte, da angesichts zunehmender Migration der Bedarf an qualifizierten Lehrkräften mit unterschiedlichem kulturellen und sprachlichen Hintergrund noch ansteigen werde. Problematisch sei nach wie vor, dass Lehrkräften aus dem Aus-

## DIE FORSCHERIN

Prof. Dr. Miriam Vock ist seit 2011 Professorin für Empirische Unterrichts- und Interventionsforschung an der Universität Potsdam.

✉ [miriam.vock@uni-potsdam.de](mailto:miriam.vock@uni-potsdam.de)

land das in Deutschland geforderte zweite Fach fehle, um vollwertig anerkannt und fest eingestellt zu werden. Auch dafür hat das Refugee Teachers Program mittlerweile fachspezifische Studien eingerichtet. Miriam Vock, die jetzt viel intensiver danach schaut, wie in anderen Ländern Lehrkräfte ausgebildet werden, wünscht sich ein Umdenken. Fast nirgends in der Welt sei es üblich, auf einem zweiten Fach zu bestehen. Angesichts des Lehrkräftemangels in Deutschland könne man sich das eigentlich auch gar nicht leisten.

Über ihre Erfahrungen hat die Wissenschaftlerin viel geschrieben und referiert. Andere Universitäten griffen die Potsdamer Initiative auf und setzten ähnliche Programme auf, etwa in Köln, Bochum und Bielefeld. Auch wenn die Professorin auf diesem Gebiet nicht explizit forscht, so hat das Refugee Teachers Program doch ihre Perspektive geweitet und ihr gezeigt, was in kürzester Zeit zu schaffen ist, wenn alle an einem Strang ziehen. Wie die damals entstandene Arbeitsgruppe quer durch alle Uni-Strukturen zügig und pragmatisch nach Lösungen suchte, war von echtem Gemeinschaftssinn und großer Willkommenskultur geprägt, erinnert sich die Wissenschaftlerin. Eine Erfahrung, die sie genauso berührte wie die persönlichen Begegnungen mit den Geflüchteten, von denen viele schwer traumatisiert waren, getrennt von Familienangehörigen, deren Schicksal ungewiss blieb. Lange Anfahrtswege, überfüllte Unterkünfte, kein Geld, um sich etwas zu essen zu kaufen – all das hatte sie nicht davon abgehalten, die intensiven Sprach- und Pädagogikkurse zu absolvieren. Miriam Vock, die sich sonst eher als Beobachterin sieht, Prozesse analysiert und beschreibt, geriet hier in die Rolle der Akteurin und nahm die Verantwortung an. Dafür ließ sie manch andere Dinge liegen. Und hat dabei doch so viel hinzugewonnen.

ANTJE HORN-CONRAD



➔ Mehr zum Refugee Teachers Program

# Dieter Neher

Professor für Physik und Optoelektronik Weicher Materie

Mein wissenschaftlicher Alltag wird derzeit stark durch unsere Forschung an neuartigen Halbleitern von Solarzellen geprägt. Gut möglich, dass manch einer fragt, wieso diese Forschung überhaupt gebraucht wird, wo doch Solarzellen aus Silizium günstig und in großen Mengen zur Verfügung stehen. Doch deren Wirkungsgrad ist physikalisch auf nur ca. 29 Prozent begrenzt. Zudem ist Silizium ein schlechter Absorber, weshalb relativ dicke Schichten aus Silizium nötig sind, um alles Licht einzufangen, die zudem bei Temperaturen von mehr als 1000 Grad Celsius energieintensiv hergestellt werden müssen.

Wir forschen deshalb an Materialien, die sehr dünne Solarzellen ermöglichen. Seit vielen Jahren faszinieren mich sogenannte organische Halbleiter. Das sind farbige Kohlenwasserstoffe, ähnlich wie Chlorophyll oder Carotin. Durch den Einsatz neuartiger Moleküle (mit unaussprechlichen Namen) gelang es in den vergangenen Jahren, den Wirkungsgrad organischer Solarzellen signifikant zu steigern. Gleichzeitig kann man diese Solarzellen viel einfacher und bei geringeren Temperaturen herstellen, was deren CO<sub>2</sub>-Fußabdruck deutlich verringert. Wir versuchen, die Prozesse zu identifizieren, die den Wirkungsgrad der Zellen limitieren, und Wege zur Verbesserung der photovoltaischen Eigenschaften zu entwickeln. Dafür setzen wir in unseren Laboren eine Reihe optischer und optoelektronischer Methoden ein. In einem Labor untersuchen wir, wie sich die Bauteile verhalten, wenn sie von einer künstlichen Sonne beleuchtet werden. Das ist eine Lichtquelle, die nahezu dieselbe Intensität und Leuchtstärke hat wie das Sonnenlicht an einem wolkenfreien Sommertag. Besonders faszinierend ist, wie kleine Variationen in der chemischen Struktur der Moleküle große Veränderung des Wirkungsgrades der Zellen bewirken. Um das im Detail zu verstehen, nutzen wir in einem anderen Labor einen großen Laser, der Lichtpulse erzeugt, die nur 100 Femtosekunden lang sind. Das ist ein Zehntausendstel einer Milliardstel Sekunde. Damit untersuchen wir, was in den Halbleitern unmittelbar nach der Absorption eines Photons – eines

## DER FORSCHER

Prof. Dr. Dieter Neher ist seit 1998 Professor für Physik und Optoelektronik Weicher Materie an der Universität Potsdam.

✉ [neher@uni-potsdam.de](mailto:neher@uni-potsdam.de)

Lichtquants – geschieht: Erzeugt jedes absorbierte Photon freie Ladungen? Oder gibt es Verlustprozesse, die dazu führen, dass die Energie des Photons in Wärme übergeht oder gar zu ungewollten chemischen Reaktionen führt?

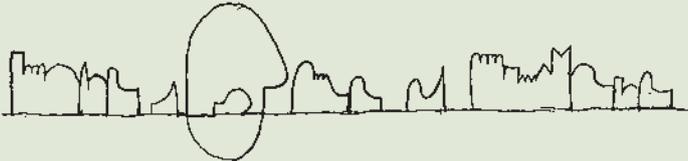
Viel Freude bereitet mir die Zusammenarbeit mit den Nachwuchsgruppen, die ich betreuen darf und durfte. So hat die Sofja Kovalevskaja-Nachwuchsgruppe von Safa Shoaib Techniken aufgebaut, die uns präzise Einblicke in die lichtinduzierten Prozesse in organischen Solarzellen ermöglichte. Eine zweite Nachwuchsgruppe, geführt von Martin Stolterfoht, hat sich mit organisch-anorganischen Perowskiten beschäftigt, den neuen shooting stars der Dünnschicht-Photovoltaik. Eine besondere Eigenschaft dieser Perowskite ist es, dass strahlungsinduzierte Effekte in der Kristallstruktur von selbst ausheilen können. Seit einem Jahr hoste ich die Nachwuchsgruppe von Felix Lang. Seine Freigeist-Juniorgruppe hat sich zum Ziel gesetzt, neue und bessere Strahlungsdetektoren für die medizinische Röntgendiagnostik und flexible, ultraleichte Weltraumphotovoltaik auf Basis dieser Perowskite zu entwickeln.



➤ Mehr Bilder und der ganze Text zur Welt von Dieter Neher



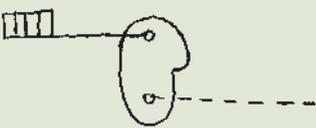
WERKZEUG NUTZEN = PROSODIE



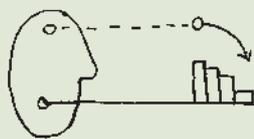
prosodie ist im Grunde die Sprachmelodie



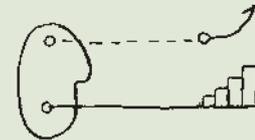
der ge-spro-che-nen Spra-che,



Sie macht aus

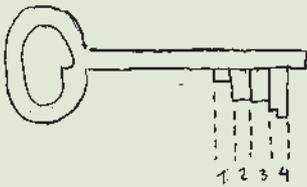


einer Aussage

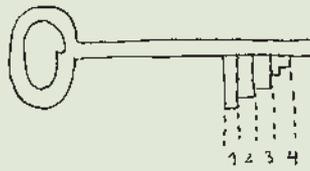


eine Frage,

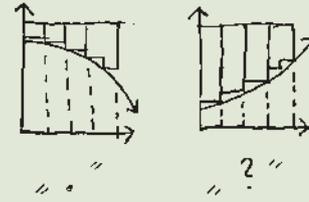
1. Du
2. hast
3. den
4. schlüssel



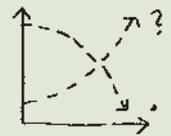
„Du hast den Schlüssel.“



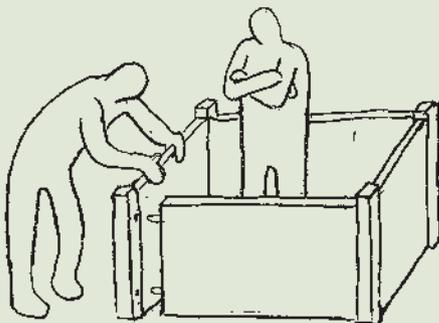
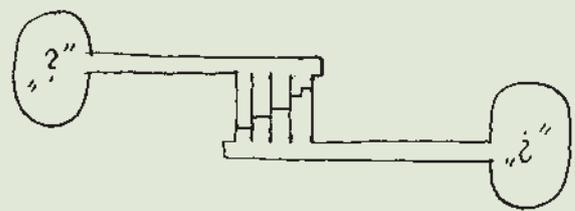
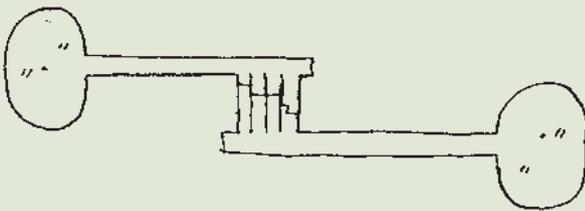
hat als „Du hast den Schlüssel?“



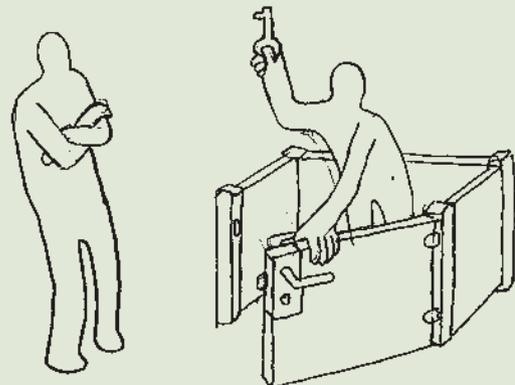
eine ganz



andere Funktion.

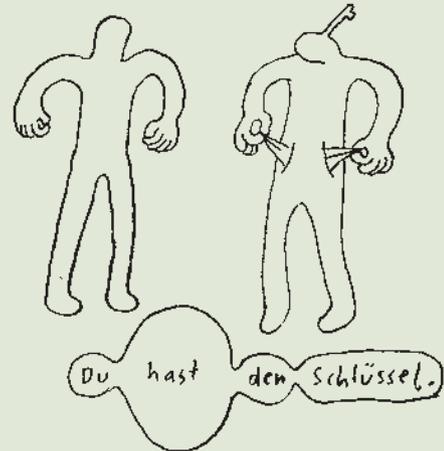


Ob wir etwas „umbauen“

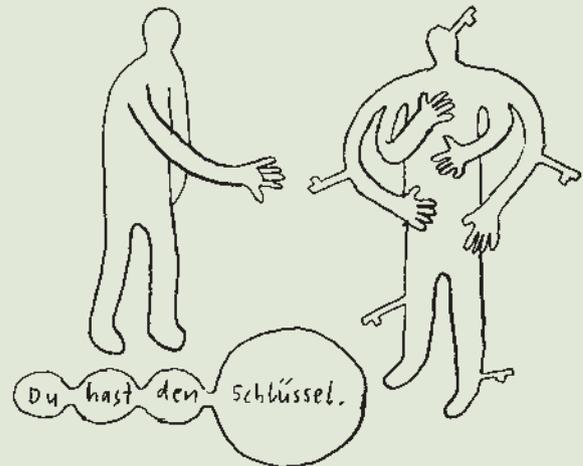
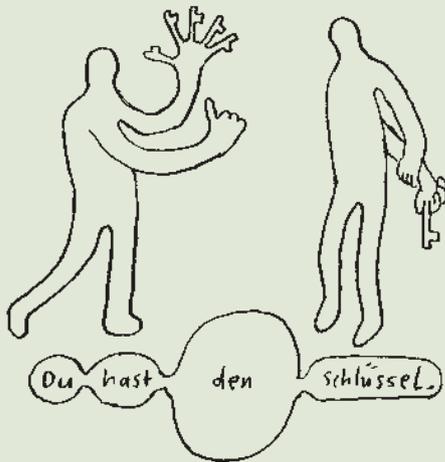


oder „umbauen“, ist nicht egal.

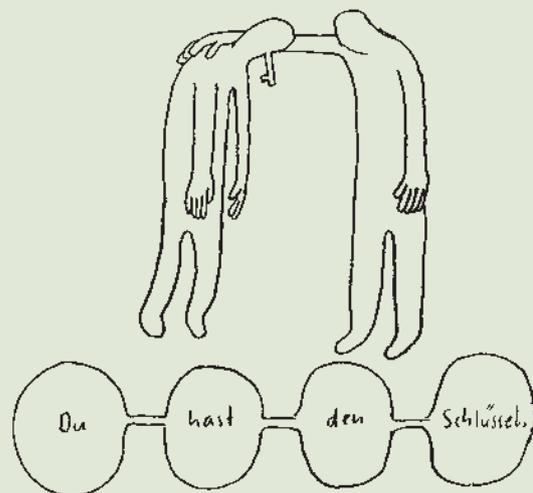
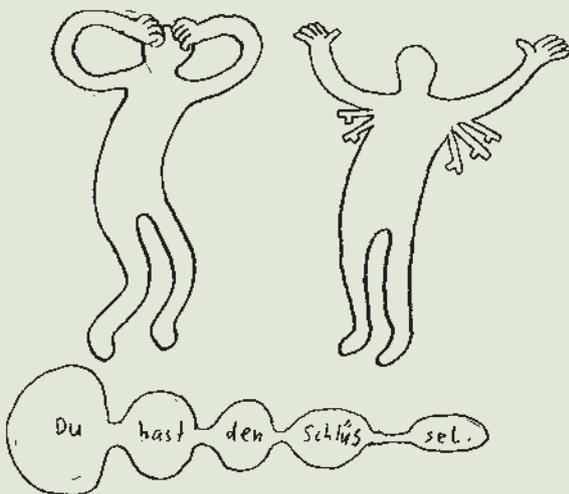
Pirsen, Lautstärke, Tonhöhe,



Sie alle verändern nicht nur den Klang,



sondern auch die Bedeutung von Wörtern oder Sätzen.



Sprache ist variabel, aber nicht beliebig. Warum, untersucht der Sonderforschungsbereich «Grenzen der Variabilität der Sprache» an der Universität Potsdam. Mehr dazu hier:





STRESSFEST IM  
**STRESSTEST**

Ein Besuch im Labor von Prof. Dr. Pia-Maria Wippert

**Ein schlichter weiß gestrichener Raum im historischen Haus 12 am Neuen Palais, ein Tisch, drei Stühle. Nichts deutet darauf hin, dass es hier gleich stressig wird. Oder doch? Vor dem Tisch steht ein Mikrofon im Ständer, an der Rückseite befindet sich ein verspiegeltes Fenster, durch das alles, was hier geschieht, unbemerkt aus dem Nebenraum beobachtet werden kann. In einer Ecke thront eine Videokamera auf einem Stativ. „Das Setting ist exakt genormt“, erklärt Pia-Maria Wippert, Professorin für Medizinische Soziologie und Psychobiologie. Genormt für Stresstests, die hier im Labor, das die Wissenschaftlerin eigens für ihre Forschung eingerichtet hat, regelmäßig durchgeführt werden. Wie Stress entsteht und vor allem wie er sich auswirkt, zählt zu den Forschungsschwerpunkten der Wissenschaftlerin. Doch dafür muss er zuallererst erzeugt und natürlich erfasst und analysiert werden.**

„Der Test soll Stress auslösen“, erklärt die Forscherin. „Denn den wollen wir messen.“ Das erfolgt unter anderem in Form des Hormons Cortisol, das uns leistungsfähig macht, wenn es darauf ankommt. In solchen Situationen setzt der Körper neben Cortisol auch Noradrenalin und Adrenalin frei. Mit ihrer Hilfe erhält das Gehirn schnell Glukose, damit wir konzentriert und belastbar sind. Cortisol steigert zudem den Blutdruck, beschleunigt die Atemfrequenz und lässt das Herz schneller pumpen. Gleichzeitig wirkt das Stresshormon positiv auf das Immunsystem ein und hemmt Entzündungsprozesse. Nachweisbar ist es beispielsweise im Speichel. Deshalb werden vor, während und nach dem Test – je nachdem, worauf die Forschenden gerade schauen – bis zu acht Speichelproben genommen, um zu bestimmen, wie sich der Cortisolspiegel entwickelt. Da es einige Zeit dauert, ehe das Hormon im Körper wirkt, beginnt der Stresstest eigentlich schon vor dem Gespräch: Die Testpersonen bereiten sich allein vor, im Ungewissen darüber, was kommt. Schon hier legt der Körper den Schalter um. Zehn Minuten später geht es dann richtig los.

Drei Personen betreten den Raum, nehmen auf den Stühlen hinter dem Tisch Platz, legen Dokumente vor sich ab. Anschließend kommt ein junger Mann herein, wird gebeten, sich vor ihnen ans Mikrofon zu stellen. Er wirkt angespannt, bemüht, ruhig zu bleiben. Die drei vor ihm schauen streng, ausdruckslos. Das hilft sicher nicht. Er wird aufgefordert rückwärts zu rechnen, zügig. Er wirkt sichtlich angestrengt, die Prüfenden unzufrieden. Schon das Zuschauen stresst. Wie mag es dem „Prüfling“ gehen?

## **Stress hat sein Gutes – in Maßen**

„Tatsächlich erleben wir Stressreaktionen auf verschiedenen Ebenen“, sagt Pia-Maria Wippert. „Emotio-

nal etwa, unsere Stimmung ist davon direkt betroffen, aber auch kognitiv, denn wir bewerten und durchdenken die Situation unmittelbar.“ Die am häufigsten mit Stress verbundene physiologische Reaktion wiederum ist selbst komplex. Immerhin sind fünf Hormonachsen beteiligt und geraten durch die Ausschüttung von Cortisol & Co. – durchaus gewollt – ins Ungleichgewicht. Denn Stress ist nicht per se schlecht, macht die Wissenschaftlerin deutlich. „Wir brauchen eine gewisse Anspannung, um uns an verschiedene Situationen anpassen zu können. Wenn wir gesund sind und ausreichend Ressourcen haben, sind wir dann auch nicht ‚gestresst‘, sondern entwickeln uns weiter.“ Eigentlich verfügt unser Körper über Systeme, eigene Feedbackschleifen, mit denen er die Cortisolausschüttung beenden und das Gleichgewicht wiederherstellen kann. Zum Problem wird Stress, wenn er uns auf dem falschen Fuß erwischt, wenn unser Körper zu oft oder zu starken Stressspitzen ausgesetzt ist. Besonders Kinder und Jugendliche sind dafür in bestimmten Entwicklungsphasen anfällig, erklärt Pia-Maria Wippert. „Gerade in den frühen Phasen unserer Entwicklung verändert sich das Gehirn stark und steht im direkten Austausch mit der Ausbildung der Hormonachsen. Starke Stressreaktionen, etwa durch ein frühkindliches Trauma, können zu einer Dysfunktion, das heißt zu einer Umprogrammierung des Funktionslevels der Hormonachsen führen und damit lebenslang Auswir-

## **DIE PROJEKTE**

Im 2011 gegründeten „National Research Network for Medicine in Spine Exercise“ (MiSpEx) haben sich deutschlandweit 13 Universitäten und Kliniken zusammengeschlossen, um Rückenschmerzen zu erforschen: im interdisziplinären Forschungsprojekt **„Ran Rücken – Aktiv gegen Rückenschmerz“** (2011–18), das von der Universität Potsdam koordiniert wurde (Gesamt-PI Prof. Mayer). Ziel war die Entwicklung, Evaluation und der Transfer einer funktionsbezogenen Diagnostik, Prävention und Therapie bei Rückenschmerzen für den Spitzensport und die Gesamtgesellschaft. Prof. Dr. Pia-Maria Wippert und ihr Team waren für das psychometrische Messsetup und die psychometrischen Methoden für alle drei multizentrischen Studien verantwortlich.

Im Projekt **„RENaBack“** wurden multimodale Interventionsbausteine in der Nachsorge von Rückenschmerzpatienten entwickelt und erprobt. Ziel war ein auf das eigene psychosoziale Risikoprofil zugeschnittenes personalisiertes Therapieprogramm, das Patientinnen und Patienten in der Regelzeit der klinischen Rehabilitation erlernen und als Nachsorge zu Hause selbstständig durchführen können.



kungen haben.“ Aber auch Erwachsenen tut Cortisol-Dauerfeuer nicht gut. „Wenn es keine Ruhephasen mehr gibt, in denen der Körper ins Gleichgewicht findet, oder aber ein schwerwiegendes Ereignis zu sehr starken Stressreaktionen führt, gibt es Überbeanspruchungs- und Abnutzungseffekte.“ Dass wir unter Dauerstress in die Knie gehen, wird in der Forschung „allostatische Last“ genannt. Diese wiederum kann uns krankmachen, und zwar auf verschiedenste Weise: Inzwischen werden Herz-Kreislauf-, Autoimmun-, psychische und Diabetes-Erkrankungen ebenso mit Stress in Verbindung gebracht wie Schädigungen der Knochen, der Zellregeneration, des Verdauungstrakts und der DNA. Stress macht uns buchstäblich kaputt.

### **Stress macht uns auf mehreren Ebenen krank**

Pia-Maria Wippert erforscht unter anderem, was Stress mit unseren Knochen „anstellt“ – und hat Verblüffendes festgestellt: „Wir konnten zeigen, dass sich bei Menschen mit hoher Stressbelastung der Knochenstoffwechsel umstellt und die Dichte der Knochen abnehmen kann.“ Diese wachsen langsamer, brechen schneller und heilen schlechter. Generell

leide bei viel Stress die Fähigkeit zur körperlichen Regeneration. Dabei zeigten sich sogar unterschiedliche Muster der Schädigung: „Menschen mit Kindheits-trauma haben ein anderes Muster als jemand mit Dauerstress“, so die Forscherin.

Ein zweiter wichtiger Schwerpunkt des Teams gilt der Frage, wie sich Stress auf andere wichtige Erkrankungen auswirkt, etwa solche, die unsere Muskeln und das Skelett betreffen. „Schmerzerkrankungen sind weltweit die ‚Nummer 1‘. Und sie werden zunehmen“, so die Wissenschaftlerin. „Aktuell leiden weltweit allein rund 540 Millionen Menschen an unspezifischen Schmerzen im unteren Rücken.“ In verschiedenen Projekten wie „MiSpEx“ oder aktuell „RENaBack“ hat sie mit ihrem Team erforscht, wie Stress die Entstehung chronischer Schmerzen befeuert. Das passiert tatsächlich auf verschiedenen Wegen, wie zum Beispiel einer gewebstoffbedingten Veränderung der Nervenfasernqualität, einer Neurotransmitter-Dysbalance oder einer zunehmenden neuronalen Aktivierung in Hirnzentren, die gleichzeitig in die Verarbeitung von Stress- und Schmerzreizen eingebunden sind.

Um die genauen Mechanismen dahinter zu verstehen, haben die Forschenden mittlerweile bis zu über 5.000 Personen aus der Allgemeinbevölkerung sowie Patientinnen und Patienten von Reha-Kliniken untersucht: Sie analysierten Blut, Haar und Urin sowie microRNA auf Stressmarker. Zudem wurden Betroffene umfassend befragt und oft über mehrere Jahre begleitet. „Es ist uns so gelungen, die Zahl möglicher psychosozialer Einflussfaktoren, die für den Übergang einer akuten Schmerzepisode in einen chronischen Verlauf wichtig sind, von 250 auf acht zu reduzieren“, sagt die Forscherin. „Eine wichtige Rolle



**ZUM ANSCHAUEN**

➤ Infofilm zum Projekt „RENaBack“



Leistung bringen  
unter Druck



### DIE FORSCHERIN

Prof. Dr. Pia-Maria Wippert ist Professorin für Medizinische Soziologie und Psychobiologie an der Universität Potsdam.

✉ pia-maria.wippert@uni-potsdam.de

spielen etwa die soziale Situation, vitale Erschöpfung, kritische Ereignisse und eben Stress“, vor allem Faktoren, die für das Kohärenzgefühl eines Menschen bedeutsam sind. Daraus entwickelte das Team eine Diagnostik als Frühwarnsystem und eine Intervention, die den Betroffenen dabei hilft, ihr dauerhaft aus dem Gleichgewicht geratenes System wieder zu stabilisieren – durch moderates, individuell angepasstes Training. „Schmerzpatienten sind oft gar nicht in der Lage zu trainieren“, so die Forscherin. „Aber es geht genau darum, sie in Bewegung, ins Training zu bekommen, damit das System wieder anspringt.“ Die Diagnostik hilft, entlang des persönlichen psychosozialen Risikoprofils die richtigen Therapiebausteine für ein multimodales Training zu finden. Dieses enthält Module, die körperliche Aktivierung mit kognitiver verbinden: Patienten müssen dabei sportliche Übungen ausführen und gleichzeitig Aufgaben lösen, die das Ar-

beitsgedächtnis trainieren. „MRT-Aufnahmen haben gezeigt, dass dadurch der frontale Kortex aktiviert wird und gleichzeitig die Aktivität im Schmerznetzwerk nachlässt“, erklärt Pia-Maria Wippert. Die auf diesem Weg provozierten neuen neuronalen Aktivierungsmuster löschen Schmerzspuren und ermöglichen, Menschen im schmerzfreien Bereich zu trainieren. Betroffene vergessen den Schmerz also buchstäblich über den Aufgaben, nehmen ihn nicht richtig wahr. „Und sie werden dabei auch noch schlauer, weil sich der Stoffwechsel im Hirn verändert und die Verarbeitungsgeschwindigkeit zunimmt.“ Auch das Signalprotein BDNF, wichtig für die Regeneration von Nerven, verändert sich. Wichtig sei aber, das Training individuell anzupassen – ausgehend von der Analyse der Schmerzursachen, die das Team erarbeitet hat.

Inzwischen ist der Stresstest abgeschlossen, der junge Mann „entlassen“. Jetzt geht die Arbeit hinter der Spiegelglasscheibe erst richtig los: Hier liegt das eigentliche Labor von Pia-Maria Wippert. Denn das Team analysiert die Speichelproben direkt vor Ort, führt die Ergebnisse mit den Auswertungen der Videoaufnahmen zusammen. Nur so sind die groß angelegten Studien vor Ort möglich, mit denen die Forscherin dem Stress zu Leibe rücken will.

MATTHIAS ZIMMERMANN

### ZUM WEITERLESEN

#### Aktuelle Publikationen von Pia-Maria Wippert und ihrem Team zum Thema

Puerto Valenica, L., Arampatzis, D., Beck, H., Dreinhöfer, K., Drießlein, D., Mau, W., Zimmer, J.-M., Schäfer, M., Steinfeldt, F. & Wippert, P.-M. (2021). RENaBack: Study Protocol for a Multicenter, Randomized Controlled Trial for low back pain patients in rehabilitation. *Trials*, 22:932. <https://doi.org/10.1186/s13063-021-05823-3>

Wiebking, C., Lin C.-I., Wippert, P.-M. (2022). Training intervention effects on cognitive performance and neuronal plasticity. *Frontiers in Neurology, Neurorehabilitation*. 5;13:773813. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.773813>

Fotos: Sandra Scholz (4)



Die Proben der Gestressten werden im Labor ausgewertet.



# Das richtige Gefühl

Postdoc-Preisträgerin  
Eniko Ladanyi erforscht,  
was zum Sprachenlernen  
dazugehört

**Ob wir eine Sprache wirklich sprechen können – wie unsere Muttersprache –, hängt meist davon ab, ob wir ihre Grammatik und ihr Vokabular beherrschen. Gleichzeitig wissen Forschende schon länger, dass es auch zahlreiche nichtsprachliche Faktoren gibt, die uns dabei helfen und die für den Sprachgebrauch wesentlich sind. Doch welche dazugehören, wie sie funktionieren und zusammenspielen, ist noch nicht wirklich verstanden. Zwei Prozesse, die gegenwärtig verstärkt untersucht werden, sind die sogenannten exekutiven Funktionen und die Rhythmusverarbeitung. Die ungarische Kognitionswissenschaftlerin Dr. Eniko Ladanyi interessiert sich besonders dafür, ob und wie die beiden zusammenwirken. Aktuell forscht sie als Curie Fellow an der Uni Potsdam. Hier will sie nicht nur eine große Verhaltensstudie auf den Weg bringen, um herauszufinden, wie exekutive Funktionen und Rhythmusverarbeitung mit der Grammatik verknüpft sind. Sie entwickelt auch einen Test, der besonders spielerisch funktioniert und so die Datenerhebung mit Kindern für große Studien erleichtern soll. Für ihre Arbeit wurde sie mit dem Postdoc-Preis des Landes Brandenburg 2023 ausgezeichnet.**

„Exekutive Funktionen machen es möglich, dass wir uns auf relevante Informationen konzentrieren und irrelevante ignorieren“, erklärt die Forscherin. Ziele oder Prioritäten setzen, die Aufmerksamkeit steuern, Impulse und Emotionen regulieren oder auch nur Handlungen zielgerichtet beginnen – all das sind exekutive Funktionen. Sie helfen, das eigene Handeln zu kontrollieren und zu steuern. Und sie sind auch für das Sprechen wesentlich. Dank exekutiver Funktionen fokussieren wir auf unsere Gedanken statt auf visuelle Eindrücke – einen Apfel etwa – oder unterdrücken ein Wort, das wir häufiger sagen als andere, um das Richtige „hervorzukramen“. Exekutive Funktionen und ihre Verbindung zur Grammatik werden schon länger untersucht. „Verhaltens-tests haben gezeigt, dass Menschen, die exekutive Funkti-

onen gut beherrschen, auch in anderen Sprachtests besser abschneiden“, erklärt Eniko Ladanyi. Dies legt nahe, dass sie für das Erlernen von Grammatik wichtig sind.

In dieselbe Richtung deuten auch Untersuchungen dazu, wie wichtig unser Gefühl für musikalische Rhythmen ist. „Verschiedene Rhythmen erkennen und unterscheiden, selbst bestimmte Rhythmen klopfen – Menschen, die das gut können, haben auch bei grammatischen Tests bessere Ergebnisse vorzuweisen als andere“, so die Forscherin. „Deshalb stellt sich die spannende Frage: Sind Grammatikverständnis und Rhythmusgefühl also wirklich miteinander verbunden?“ Oder hängen beide – unabhängig voneinander – davon ab, wie gut jemand exekutive Funktionen beherrscht? Dem geht Eniko Ladanyi in ihrem aktuellen Forschungsprojekt nach. „Wenn wir bestimmen können, welche Prozesse besonders wichtig für den Grammatikerwerb sind, können wir unsere Sprachlernmodelle verbessern“, so die Kognitionswissenschaftlerin. Dies sei nicht nur für die Weiterentwicklung der Sprachtheorie wichtig, sondern könne auf lange Sicht denen zugutekommen, die beim Sprachenlernen Probleme haben.

MATTHIAS ZIMMERMANN



➤ Mehr zum Postdoc-Preis des Landes Brandenburg 2023



➤ Der ganze Artikel



## Wichtigster Forschungsförderpreis in Deutschland geht an Potsdamer Geoökologin

Prof. Dr. Ulrike Herzschuh erhält den Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis 2024 für ihre herausragenden Arbeiten auf dem Gebiet der Geoökologie, mit denen sie zahlreiche Beiträge zum Einfluss von Klimafluktuationen in der jüngeren Erdgeschichte auf die Biodiversität und Funktionsweise von Polargebieten geleistet hat. „Die Universität Potsdam freut sich mit ihrer gemeinsam mit dem Alfred-Wegener-Institut berufenen Professorin Ulrike Herzschuh über diese so bedeutende Auszeichnung“, sagt Universitätspräsident Prof. Oliver Günther, Ph.D. Herzschuhs Forschung im Spannungsfeld zwischen Geoökologie und Paläoklima ist derzeit besonders relevant, weil Informationen aus der jüngeren Erdgeschichte wichtige Schlüsse auf heutige Klimaentwicklungen zulassen. Um der wichtigen Frage nach Langzeiteffekten und -konsequenzen von Klimaschwankungen nachzugehen, hat ihre Arbeitsgruppe zahlreiche innovative Forschungsmethoden angewendet und entwickelt.



➔ Die ganze Meldung

## Kognitionswissenschaftlerin Dr. Lisa Schwetlick mit Potsdamer Nachwuchswissenschafts-Preis ausgezeichnet

In Anerkennung ihrer herausragenden Leistungen auf dem Gebiet der Kognitionswissenschaften wurde Dr. Lisa Schwetlick mit dem Potsdamer Nachwuchswissenschafts-Preis ausgezeichnet. Sie hat ihre Dissertation „Datenassimilation neurokognitiver Modelle für Augenbewegungen“ im DFG-Sonderforschungsbereich Data Assimilation an der Universität Potsdam angefertigt und ihre Promotion



2023 mit „summa cum laude“ abgeschlossen. „Die Arbeit ist ein herausragendes Beispiel für die aktuellen Forschungsanstrengungen in den Kognitionswissenschaften, menschliches Verhalten durch mathematische Modelle zu beschreiben und mittels Computersimulation vorherzusagen“, sagt Jury-Mitglied Prof. Dr. Ralf Engbert.



➔ Die ganze Meldung

## Publikationspreis 2023 des Leibniz-Kollegs Potsdam für Stefano Mazzanti



CO<sub>2</sub>-neutrale Kraftstoffe? Künstliche Photosynthese als Technologie der Zukunft? Alles möglich, wie die Forschung von Stefano Mazzanti zeigt. In seiner Doktorarbeit erforschte er innovative photokatalytische Prozesse mit einem multidisziplinären Ansatz. Es gelang ihm, den ersten Photokatalysator mit kumulativer Protonen-Elektronen-Speicherung zu entwickeln, um die photoinduzierte Reduktionsleistung zu erhöhen – ein Mechanismus, der sonst nur in der Natur vorkommt. Seine herausragende Arbeit schlägt sich in fünf Erst-Autor-Publikationen wieder. Für diese Leistung wurde Mazzanti mit dem Publikationspreis 2023 des Leibniz-Kollegs Potsdam geehrt.



➔ Die ganze Meldung



➔ Weitere Preise und Ehrungen für Forschende der Universität Potsdam

# Sonderforschungsbereiche



## SFB 1287: DIE GRENZEN DER VARIABILITÄT IN DER SPRACHE

Warum bieten Sprachen uns häufig so viele verschiedene Möglichkeiten an, um dieselbe Botschaft auszudrücken – und wie geht unser mentales Sprachsystem damit um? Wie entstehen und vergehen solche Variationen im Sprachwandel? Ist die Variabilität störend oder sogar nützlich für den Spracherwerb? Solchen Fragen geht der SFB 1287 unter kognitiven, komputationalen und grammatischen Gesichtspunkten nach.

**Sprecherin: Prof. Dr. Doreen Georgi**

(Strukturbereich Kognitionswissenschaften) – Seit 2017

➔ [www.sfb1287.uni-potsdam.de](http://www.sfb1287.uni-potsdam.de)



## SFB 1644 „PHÄNOTYPISCHE PLASTIZITÄT BEI PFLANZEN“

Phänotypische Plastizität ist die Eigenschaft von Organismen, je nach Umweltbedingungen verschiedene Erscheinungsbilder zu gestalten. Damit reagieren beispielsweise Pflanzen auf ihre Umwelt und können sich trotz gleicher Erbanlagen unterschiedlich entwickeln. Der SFB 1644 verfolgt ein interdisziplinäres Forschungsprogramm, um zu verstehen, worauf Plastizität auf molekularer Ebene beruht, wie sie sich in der Evolution verändert, und was das Ausmaß der Plastizität begrenzt.

**Sprecher: Prof. Dr. Michael Lenhard** – Seit 2024

➔ [www.uni-potsdam.de/en/ppp](http://www.uni-potsdam.de/en/ppp)



## SFB 1636: „ELEMENTARY PROCESSES OF LIGHT-DRIVEN REACTIONS AT NANOSCALE METALS“

Die lichtgetriebene Chemie von Nano-Metallen ist ein aufstrebendes, interdisziplinäres Forschungsfeld. Es stützt sich auf experimentelle und theoretische Grundlagen aus der Nano-Optik, der Physik kondensierter Materie sowie der physikalischen, organischen und anorganischen Chemie. Die Vision besteht darin, chemische Reaktionen an Metallen im Nanomaßstab durch Licht anzutreiben, effizienter zu machen und langfristig auch energetisch durch Sonnenlicht zu ermöglichen.

**Sprecher: Prof. Dr. Matias Bargheer &**

**Prof. Dr. Ilko Bald** – Seit 2024

➔ [www.uni-potsdam.de/en/sfb1636](http://www.uni-potsdam.de/en/sfb1636)



## SFB 1294: DATA ASSIMILATION

Im Zentrum des SFB 1294 steht die Integration großer Datenmengen in komplexe Computermodelle mit dem Ziel, die zugrundeliegenden Prozesse besser zu verstehen und genauere Vorhersagen zu ermöglichen. In der Meteorologie, der Hydrologie und der Rohstoffsuche werden Datenassimilationstechniken bereits sehr erfolgreich eingesetzt.

**Sprecher: Prof. Dr. Sebastian Reich**

(Institut für Mathematik) – Seit 2017

➔ [www.sfb1294.de](http://www.sfb1294.de)

# Symmetrische Verflechtung von Bienenwaben- Netzwerken

**Wir begegnen dem Konzept der sogenannten „Ebennensymmetrie“ in der Geometrie und im Design, wo es eine bedeutende Rolle bei der Schaffung ausgewogener und ästhetisch ansprechender Formen spielt. Es ist auch eine grundlegende Idee in der Kristallografie, wo ihre Erforschung dazu dient, die sich wiederholenden Muster in zweidimensionalen Kristallgittern zu charakterisieren. Eine einfache symmetrische Struktur, die wir alle kennen, ist das von Bienen gebaute Wabenmuster aus Sechsecken. Das Netzwerk, das durch die Knoten und Kanten dieses Musters gebildet wird, nennen wir Bienenwaben-Netzwerk („Honeycomb Network“).**

Nun lässt sich fragen: Wie verflechtet man mehrere Bienenwaben-Netzwerke zu einem symmetrischen Muster? Ein Beispiel dafür ist die abgebildete Struktur, die auf sehr symmetrische Weise aus 13 miteinander verflochtenen Netzwerken besteht. Die Frage der Verflechtung interessiert sowohl Mathematikerinnen als auch synthetische Chemiker, die sie als rätselhafte mathematische Objekte verwenden oder um chemische Strukturen zu verstehen. In einer kürzlich veröffentlichten Arbeit haben wir diese Fragestellung mithilfe einer konstruktiven mathematischen Methode untersucht. Was wir gefunden haben, war die Aufzählung verschiedener hochsymmetrisch verflochtener

Strukturen, die beispielsweise aus 2, 3, 4, 6, 7, 9, 12, 13 oder mehr Netzwerken bestehen. Wir haben sogar eine unendliche Serie von Strukturen mit einer zunehmenden Anzahl verflochtener Netzwerke vorgestellt, was theoretisch die Verflechtung von unendlich vielen Bienenwaben-Netzwerken ermöglicht.

Man kann Symmetrie als einen bequemen Weg betrachten, um komplexe Objekte aus relativ einfachen Bausteinen zu bauen: Setzt man viele kleine asymmetrische Flicker zusammen, kann man damit ein großes sich wiederholendes Muster bilden. Diese effiziente Gestaltungsidee finden wir in der Natur beispielsweise in Strukturen wie Virenhüllen. In unserer Studie haben wir diese Idee auf die Symmetrie von verflochtenen Strukturen angewendet und daraus Erkenntnisse gewonnen, die dabei helfen, neue Mikrostrukturmaterialien zu gestalten.

PROF. DR. MYFANWY EVANS

## ZUM WEITERLESEN

Myfanwy E. Evans, Stephen T. Hyde, „Symmetric Tangling of Honeycomb Networks“, *Symmetry* 2022, 14(9), 1805; <https://doi.org/10.3390/sym14091805>

### Neue BMBF-Nachwuchsgruppe TAILOR – Maßgeschneiderte Wirtsorganismen für die Bioökonomie von morgen

In der Bioökonomie werden Mikroorganismen als zellbasierte „Fabriken“ genutzt, um nachhaltige Kohlenstoffquellen in hochwertige Produkte umzuwandeln. Die Effizienz und Wirtschaftlichkeit neuer Bioprozesse hängt von der Produktivität der verwendeten Organismen ab und lässt sich über die Proteinlevel innerhalb der Organismen steuern. Die Molekularbiologin Dr. Lena Hochrein wird mit ihrer Nachwuchsgruppe „TAILOR“ Werkzeuge entwickeln, um u.a. Biodiesel zu verbessern und Proteine für die Lebensmittelindustrie herzustellen. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert das Vorhaben in den nächsten fünf Jahren mit 2,45 Millionen Euro.



➤ Zur Meldung

### In einer digitalisierten Welt – Datenkompetenzzentrum „QUADRIGA“ unter Potsdamer Leitung gestartet

In einer zunehmend digitalisierten Welt souverän mit Daten umzugehen, diesem Ziel widmet sich QUADRIGA, das neue Berlin-Brandenburgische Datenkompetenzzentrum für Digital Humanities, Verwaltungswissenschaft, Informatik und Informationswissenschaft. In dem vom Bundesforschungsministerium mit rund drei Millionen Euro geförderten Verbundprojekt hat die Universität Potsdam die Leitung übernommen. Das zunächst über drei Jahre laufende Projekt führt Forschungs-, Lern-, und Vernetzungsorte über datenbasierte Fallstudien und Bildungsangebote zusammen.



➤ Zur Meldung

### Pflanzen-Phänotypen und Nano-Metalle – Zwei neue Sonderforschungsbereiche

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Potsdam waren mit gleich zwei Anträgen für Sonderforschungsbereiche bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) erfolgreich. Die „Phänotypische Plastizität bei Pflanzen“ ist der Forschungsschwerpunkt im SFB 1644, während im SFB 1636 „Lichtgetriebene chemische Reaktionen an nanoskaligen Metallen“ untersucht werden.

(➤ S. 96)



➤ Zur Meldung

### Gemeinsam weiterkommen – Hochschulallianz EDUC erhält 3,5 Millionen Euro für Forschungs- und Innovationsaktivitäten

Die von der Universität Potsdam koordinierte Hochschulallianz „European Digital UniverCity“ (EDUC) hat sich erfolgreich für eine Förderung durch die European Excellence Initiative beworben. Dank der Unterstützung mit einem Gesamtbudget von rund 3,5 Millionen Euro wird das Konsortium in den kommenden drei Jahren seine Forschungs- und Innovationsseite weiter ausbauen. Ein Schwerpunkt liegt auf der vertieften Einbeziehung der tschechischen, ungarischen und ukrainischen Partnerinstitutionen. (➤ S. 25)



➤ Zur Meldung



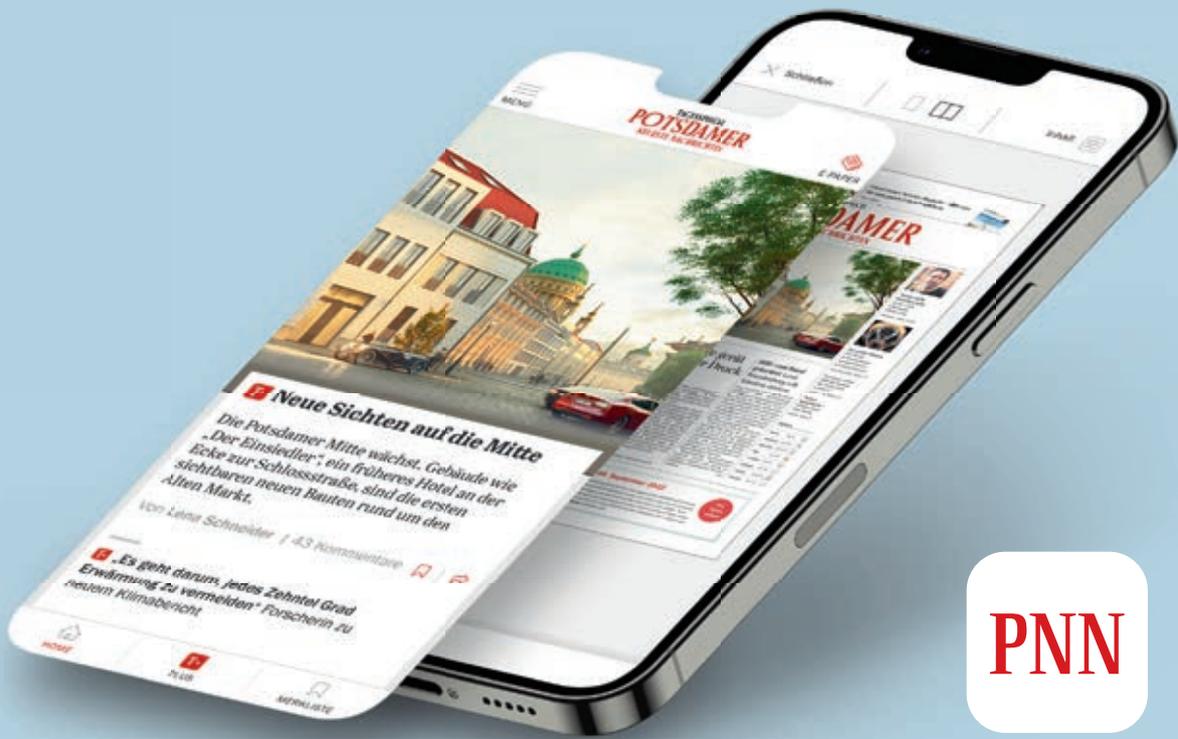
➤ Überblick neu bewilligter Drittmittelprojekte

bewilligt

# 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).



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

**Gleich bestellen:** [pnn.de/studenten](https://pnn.de/studenten)

**PNN App gratis laden:**



TAGESSPIEGEL  
**POTSDAMER**  
NEUESTE NACHRICHTEN



Wo Wissen wächst

[www.uni-potsdam.de](http://www.uni-potsdam.de)