

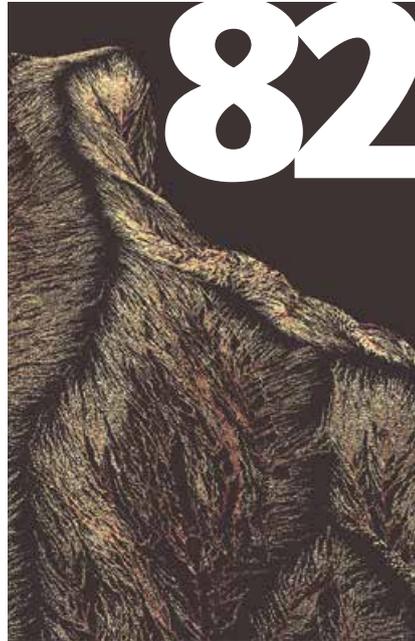
Portal **Wissen**

Das Forschungsmagazin der Universität Potsdam

Eins 2020



ENERGIE



Inhalt

„Energie geht alle an“	4
Schnappschüsse aus dem Nanokosmos	10
Energie	14
Neue Wege für Solarenergie	20
Vom Rand zur Mitte	24
Sammeln, schützen, publizieren	29
Ins ewige Eis	30
„So jemanden wollen wir hier nicht“	36
Pflanzen im Alarmzustand	40
Tote Sprache, wichtige Sprache?	44
Neutronen zählen für die Umweltforschung	48
Erinnerungshilfe Gefühl	54
Nicht alternativlos	60
Zwischen Gesetz und Praxis	64
Popcorn und Schneckenhäuser	68
Rhythmus im Kopf	72
Zum Schutz aller Menschen	76
Der Blick von oben	82
Laut für Laut zum Wort	88
Die Zukunft von Sonnen	92
Prickelt und schmeckt	96

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: Dr. Barbara Eckardt, Antje Horn-Conrad, Heike
Kampe, Carolin Krafzik, Dr. Jana Scholz

Anschrift der Redaktion:
Am Neuen Palais 10, 14469 Potsdam
Tel.: (0331) 977-1675, -1474, -1496 · Fax: (0331) 977-1130
E-Mail: presse@uni-potsdam.de

Fotos/Abbildungen:
AdobeStock 24 (paul), 26 (alex_bond), 28 (hurricane-
hank), 38 (Syda Productions), 46u. (lpictures), 48/49

(Goldengel), 54/55 (pathdoc), 670. (manu), 67u.
(Photoshooter), 72/73 (adam121), 76/77 (WindyNight),
81 (thruer), 88/89 (VictorSaboya); Bookhagen, Prof. Dr.
Bodo 82/83, 84u., 85, 86, 86/87, 87; Budach, Christian
52li.; Burkart, Dr. Michael 29 Hintergrund; Chemeta,
David 27; DESY/Heiner Müller-Elsner 10/11; Gemini
Observatory/AURA 92/93; Hopfgarten, Tobias 6, 8 (2),
12 (3), 17u., 19(2), 20/21, 22 (4), 23 (2), 330., 34, 52re.o.,
53(2), 56, 57(2), 58(4), 59, 65(3), 66, 74, 75(3), 78, 79(2),
80o., 80u., 90(2), 91u., 94(2), 95o.; Horn-Conrad, Antje
71u.; Junginger, Annett 71o.; Kaboth-Bahr, Dr. Stefanie
68/69, 70o., 70u.; Kaczynski, Ernst 62/63, 63o.; NASA
95u.; Noa Drinks 96, 98; Noiray, Dr. Aude 91o.; Oswald,
Prof. Dr. Sascha 50/51; privat 39u., 63u.; Repasch,
Marisa 84o.; Roesse, Thomas 40/41, 42(2), 43(2), 46o.,
47(2); Scheiffele, Lena 52.re.u.; Schiewe, Thomas 62;
Schubarth, Prof. Dr. Wilfried, 39o.; Töpfer, Andreas Um-
schlagseite vorn, 3, 4, 7, 9, 14, 16 (2), 17o. (2), 18, 36, 44,
60, 64; Wachs, Dr. Sebastian 39u.; Winkelmann/Reese
30/31, 32/33, 34/35, 35li., 35re.

Layout/Gestaltung:
unicom-berlin.de

Redaktionsschluss für die nächste Ausgabe:
30. April 2020

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

Druck:
Kern GmbH, Bexbach

Nachdruck gegen Belegexemplar bei Quellen-
und Autorengabe frei.

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

ENERGIE

Energie hat etwas. Natürlich – so die nüchterne Definition in jedem Schülerlexikon – „die Fähigkeit, mechanische Arbeit zu verrichten, Wärme abzugeben oder Licht auszustrahlen“. Auf diese Weise begleitet sie uns, oft unerkannt, den lieben langen Tag: Aus dem Bett wuchten, die Heizung aufdrehen, das Licht anmachen, heiß duschen, anziehen, Kaffee kochen, frühstücken – noch bevor wir das Haus verlassen, haben wir reichlich Energie freigesetzt, umgewandelt, zugeführt und getankt. Und dabei haben wir noch nicht einmal selbst gearbeitet, jedenfalls im herkömmlichen Sinn.

Aber Energie ist nicht nur eine physikalische Größe, die aufgrund ihrer Allgegenwart in jeder naturwissenschaftlichen Disziplin – wie Biologie und Chemie, aber auch so ziemlich alle technischen Felder – eine zentrale Rolle spielt. Vielmehr ist sie ebenso nicht wegzudenken, wenn es darum geht, wie wir unsere Welt und unser Wirken in ihr verstehen und beschreiben. Und zwar nicht erst seit heute. Eine Kostprobe gefällig? Der griechische Philosoph Aristoteles war der Erste, der von *enérgeia* sprach, für ihn eher unphysikalisch eine lebendige „Wirklichkeit und Wirksamkeit“ – das, was das Mögliche real werden

lässt. Rund 2100 Jahre später erklärte sie der ungekrönte König der deutschen Literatur Johann Wolfgang von Goethe zum humanistischen Wesenskern: „Was können wir denn unser Eigenes nennen als die Energie, die Kraft, das Wollen!“ Und für seinen Zeitgenossen Wilhelm von Humboldt war „Energie die erste und einzige Tugend

des Menschen“. Auch wenn die Physik mit ihrem Aufstieg zur Leitwissenschaft im 19. Jahrhundert auch den Energiebegriff zu dominieren begann, blieb dieser doch in vielen Gebieten zu Hause.

Grund genug für uns, einmal zu schauen, wo es an der Universität Potsdam energetisch zugeht. Wir wurden in verschiedensten Disziplinen fündig: Während die iranische Physikerin Safa Shoaee erforscht,

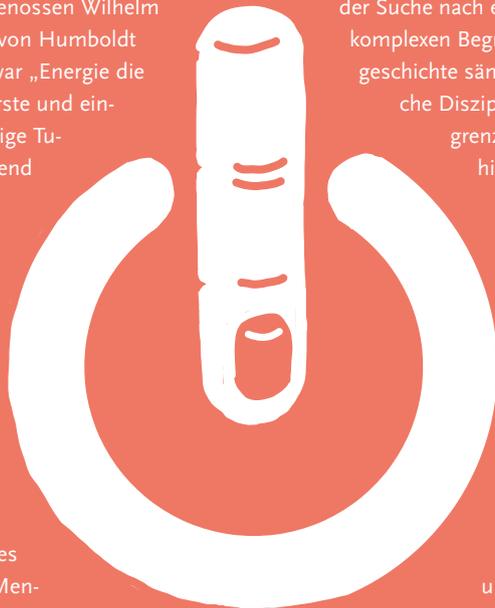
wie sich mit organischen Materialien die Solarzellen der Zukunft herstellen lassen, nimmt der schwedische Umweltwissenschaftler Johan Lilliestam die verschiedenen Dimensionen der Energiewende in den Fokus, um zu klären, wovon ihr Gelingen abhängt. Die Slavistin Susanne Strätling wiederum lässt auf der Suche nach einer komplexen Begriffsgeschichte sämtliche Disziplinengrenzen hinter

sich und versucht zu ergründen, warum die Energie uns heute mehr denn je elektrisiert. Und dem Physiker Markus Gühr gelingt es, mithilfe von ultrakurzen Lichtblitzen zu untersuchen, wie sich Moleküle unter Lichteinfluss verändern und dabei Energie umwandeln.

Freilich haben wir genug Energie, um neben dem Titelthema auch Einblicke in die Vielfalt der Forschung

an der Universität Potsdam zusammenzutragen. So erklärt ein Kognitionswissenschaftler, warum unser Hirn Musik und Sprache gleichermaßen nach ihrem Rhythmus verarbeitet, und ein Materialforscher zeigt, wie Bakterien künftig unter richtiger Anleitung biologisch abbaubares Plastik produzieren. Sozialwissenschaftler untersuchen, ob es der Bundeswehr gelingt, echte Gleichstellung für wirklich alle zu schaffen, während Umweltwissenschaftler eine Methode entwickeln, bei der sich mithilfe von Teilchen aus dem All die Bodenfeuchte messen lässt. Ein Psychologe erforscht den Zusammenhang zwischen Emotionen und Gedächtnis und Bildungswissenschaftler bringen eine Studie zu Hate Speech in Schulen auf den Weg. Außerdem stellen wir mit einer Paläoklimatologin und einer Astrophysikerin zwei der insgesamt zwölf Forschenden des neuen Postdoc-Programms der Universität Potsdam vor. Gin ohne Alkohol, Sprachforschung mit Ultraschall, Drohnen im Einsatz der Wissenschaft, Rechtswissenschaft im Dienste der Menschenrechte und vieles mehr finden sich in dieser Ausgabe. Wir haben keine Energien gescheut!

MATTHIAS ZIMMERMANN
REDAKTION PORTAL WISSEN





„ENERGIE GEHT ALLE AN“

**DER UMWELTWISSENSCHAFTLER JOHAN LILLIESTAM
IST ZUVERSICHTLICH: DIE VOLLSTÄNDIGE
ENERGIEWENDE WIRD KOMMEN**

Die Welt hat Hunger! In rund 20 Jahren wird sie über ein Drittel mehr Energie verschlingen als noch vor fünf Jahren. Und ein Ende ist nicht in Sicht. Gleichzeitig ist der Klimawandel nicht mehr nur ein düsteres Szenario in wissenschaftlichen Modellen, sondern schmerzhaft Realität. Diese Entwicklung dürfte sich, falls überhaupt, nur stoppen lassen, wenn es gelänge, unsere Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu überwinden. Eine vollständige Wende hin zu erneuerbaren Energien muss her und zwar so schnell wie möglich. Aber wie – mit welchen Technologien und politischen Mitteln? Johan Lilliestam forscht zu energiepolitischen Fragen wie diesen. Er meint: Die Wende ist in vollem Gange. Entscheidend ist nun, sie so zu gestalten, dass sie schneller vorankommt.

„Energie ist ein Thema, das alle angeht“, sagt der Umweltwissenschaftler. „Sie ist die Voraussetzung unserer modernen Gesellschaft, greift in sämtliche Bereiche. Daher müssen auch alle gemeinsam an der Lösung unseres Energieproblems mitwirken.“ Allen voran die Politik. Denn als Grundlage jeder Volkswirtschaft ist die Versorgung mit Energie ein echtes Politikum. Zudem ist die Energiewirtschaft längst selbst ein Wirtschaftszweig, der weltweit viele Hundert Milliarden Umsatz pro Jahr macht. Wer die Energieversorgung oder die Ressourcen dafür beherrscht, sitzt am langen Hebel – kontrolliere ganze Länder, betont der Forscher. Traditionell sind dies die Erdöl und Erdgas fördernden Länder. Doch mit der Energiewende beginne sich dieses Machtverhältnis zu ändern. „Zugang zu erneuerbaren Energien haben alle – Sonne, Wind, Wasser, wenn auch in unterschiedlichem Umfang. Daher verschiebt sich die Macht hin zu den Ländern, die die notwendigen Technologien entwickeln.“

Als Umweltwissenschaftler einen Beitrag leisten

Eine klimawirksame Energiewende schaffen aber ohnehin nur alle gemeinsam. Johan Lilliestam untersucht, wie sich das machen lässt. Er leitet seit 2019 die Gruppe Dynamik der Energiewende am Institut für transformative Nachhaltigkeitsforschung (IASS) in Potsdam und ist Professor für Energiepolitik an der Universität Potsdam. Das war nicht immer absehbar. Denn begonnen hat er „auf der anderen Seite“: „Anfangs wollte ich mit Atomkraft arbeiten“, sagt er lachend. „Doch das änderte sich während meines Physikstudiums. 2002 besuchte ich mit einer Seminargruppe ein Atomkraftwerk. Man führte uns herum, stellte alles als sauber und emissionsfrei vor.



DER WISSENSCHAFTLER

Prof. Dr. Johan Lilliestam studierte Umweltwissenschaften in Göteborg und Umweltmanagement an der Freien Universität Berlin. Seit April 2019 leitet er die Gruppe Dynamik der

Energiewende am Institut für transformative Nachhaltigkeitsforschung (IASS) in Potsdam und ist Professor für Energiepolitik an der Universität Potsdam.

✉ johan.lilliestam@iass-potsdam.de

Auf meine Frage, wozu der Schornstein da sei, hieß es nur: ‚Ach, da entlüften wir die radioaktiven Gase. Aber nur nachts. Kein Problem.‘ Da dachte ich: Diese Technologie ergibt gar keinen Sinn.“

Lilliestam wechselte das Fach und studierte Umweltwissenschaften in Göteborg. „Mein Versuch, einen kleinen Beitrag zu leisten.“ Anschließend ging er nach Deutschland und schloss an der Freien Universität Berlin einen Master in Umweltmanagement an. „Um mit den Lösungen etwas anfangen zu können“, sagt er. Ab 2007 forschte er am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) und promovierte 2013 an der Central European University in Budapest. „Ein toller Ort, wo sich damals Ost und West begegneten.“ Schon in seiner Dissertation widmete er sich der unvermeidbaren Verknüpfung von Politik, Wirtschaft und Forschung im Energiesektor – am Beispiel von Sonnenwärmekraftwerken. Diese konkurrierten damals mit der noch nicht ausgereiften Photovoltaik um den Status der besten Technologie zur Nutzung der Sonnenenergie. Am effizientesten sind diese naturgemäß in sonnenreichen Regionen, weshalb man auch von „Desertec“ spricht. Lilliestam ging der Frage nach, welche Probleme und Risiken sich für den europäischen Strommarkt ergeben würden, wenn dieser große Mengen Strom von Sonnenwärmekraftwerken importiert, die in Nordafrika entstehen könnten. Was passiert, wenn Terroristen ein solches Kraftwerk oder die Stromtrassen zerstören – bricht dann das europäische Netz zusammen? Und wird Europa vielleicht erpressbar, wenn es sich zu sehr von Stromimporten abhängig macht? „Ich konnte zeigen, dass solche Stromimporte wenige Risiken bergen – solange es nicht zu viele sind. Die Versorgung muss so aufgebaut sein, dass immer ein Teil ohne gravierende Folgen wegbrechen kann.“

Doch die Technologieentwicklung nahm einen anderen Weg. Da Solarzellen immer besser und billiger wurden, gerieten Sonnenwärmekraftwerke aufs Abstellgleis. „Die Erkenntnis: Es gibt offenbar keinen Platz für zwei Solartechnologien“, so Lilliestam, „vor allem in den Köpfen der Policymaker.“

DIE PROJEKTE

Die Wende zu einem erneuerbaren Stromsystem und ihre Wechselwirkungen mit anderen politischen Zielen (TRIPOD)

Dauer: 08/2017–07/2022

Das Laboratorium für die nachhaltige Energiewende (SENTINEL)

Dauer: 06/2019–05/2022

Zur interaktiven Karte „Possibility for Electricity Autarky“: <https://timtroendle.github.io/possibility-for-electricity-autarky-map/>

Marktaufnahme von Strom aus konzentrierter Solarthermie durch Kooperation (MUSTEC)

Dauer: 10/2017–09/2020

Diese Konkurrenz politischer Ziele und Diskurse untersucht er in seinem aktuellen Projekt TRIPOD, das von der Europäischen Union gefördert wird. Konkret geht es um die „Wende zu einem Stromsystem aus erneuerbaren Quellen und ihre Wechselwirkungen mit anderen politischen Zielen“. Der Fokus richtet sich dabei auf die europäischen Staaten. Diese haben meist sehr unterschiedliche Ausgangspunkte, Möglichkeiten und Strategien ihrer Energiepolitik. Zudem bewegt sich Politik in Europa stets zwischen den einzelnen Ländern und der Europäischen Kommission in Brüssel. Letztere hat beschlossen, die Kohlenstoffemissionen im Energiesektor bis 2050 um 93 bis 99 Prozent zu senken. Zugleich hat die EU weitere ehrgeizige Ziele. So sollen die Energieeffizienz gesteigert und die Nachfrage gesenkt werden. Außerdem beabsichtigt sie, den Markt zu liberalisieren – mit einem freien Wettbewerb für erneuerbare Energien – und gleichzeitig die Energiepolitik, die Stromnetze und den Markt zu europäisieren. Gemeinsam mit seinem Team will Lilliestam herausfinden, wie diese verschiedenen politischen Ziele aufeinander wirken, wo es Konflikte gibt, wie diese gelöst werden können – und welche Auswirkungen all dies auf das zentrale Ziel hat: die vollständige Energiewende.

Die Technologie ist bereit für die Energiewende

„Derzeit reden viele über die Energiewende – Physiker, Klimaforscher, Geowissenschaftler – und be-

tonen, wie sehr ihr Ausbleiben den Klimawandel befördert“, so Lilliestam. „Aus technologischer Sicht würde ich sagen: Die Wende läuft ganz gut.“ Fraglos würden die Emissionen global betrachtet nach wie vor steigen. Doch zwei entscheidende Dinge hätten sich geändert: Zum einen seien viele Technologien zur Gewinnung erneuerbarer Energien inzwischen nicht nur besser, sondern auch billiger. Damit einhergehend nehme zum anderen der Anteil an Investitionen in erneuerbare Energien überall stark zu. „In Europa gehen inzwischen 95 Prozent der Investitionen für die Stromerzeugung in erneuerbare Energien. Weltweit sind es immerhin noch 70 Prozent“, so der Forscher. „Erneuerbare Energien sind so günstig, dass sie das System quasi allein ‚sprengen‘. Da es fast keine neuen Investitionen mehr in alte Strukturen gibt, wird das System ökonomisch kippen.“

Die Technologie ist also bereit für die Wende. Doch es gibt auch Hürden. So seien vor allem die Infrastruktur und der Markt noch nicht an die Mechanismen der erneuerbaren Energie angepasst. Solarenergie gibt es nur am Tag bzw. zu sonnenreichen Stunden, während der Bedarf tagesbedingten Stoßzeiten folgt. Windenergie wiederum wird in großen Mengen in windreichen Regionen gewonnen. Aber wie gelangt der Strom anschließend in die energiehungrigen Ballungsräume – also etwa von der Nordsee nach Bayern? Effiziente Zwischenspeicher könnten das erste Problem lösen, ein Netzausbau das zweite. Auch einen Handel mit Strom auf tieferen Ebenen – von der Solaranlage auf dem Einfamilienhaus an das lokale Stromnetz oder auch nur an den Nachbarn – sieht das Netz bislang nicht vor. Ein zweites großes Problem sind die Mechanismen des Strommarktes: Da Strom aus erneuerbaren Energien nur zu bestimmten Zeiten verfügbar ist, dann aber im Überfluss, würde sein Preis auf dem freien Markt unwirtschaftlich stark schwanken. Hier müsste die Politik eingreifen. „Der Wandel, den die Politik hier anschieben muss, ist sehr umfassend. Das wird viel politische Kraft kosten.“



SONNENWÄRMEKRAFTWERK / CSP-SYSTEME

Sonnenwärmekraftwerke bündeln das Sonnenlicht mithilfe von Spiegeln auf eine kleine Fläche. Im Englischen werden sie auch Concentrated Solar Power Systems, kurz CSP Systems, genannt. Sie sind relativ effizient und wirtschaftlich – aber erst ab einer bestimmten Größe und vor allem nur dort, wo ganzjährig viel Sonne scheint.



Prof. Johan Lilliestam

Was fehlt, ist der politische Wille

Aber genau das wird mancherorts zum Problem. „Es mangelt an Verständnis dafür, wie radikal das Ziel des Pariser Klimaabkommens eigentlich ist – und was nötig ist, um es zu erreichen.“ So müssten die Kohlenstoffemissionen um 100 auf null Prozent reduziert werden. „Die EU hat das verstanden, Deutschland nicht – hierzulande meint man noch, 80 bis 90 Prozent seien genug. Dann kann man nämlich noch die Gaskraftwerke behalten.“

Bislang gebe es nur wenige Akteure, die schon jetzt auf 100 Prozent erneuerbare Energien setzten. Seit Juni 2019 sind Johan Lilliestam und sein Team Teil des „Laboratoriums für die nachhaltige Energiewende“ (SENTINEL), dessen Aufgabe es ist, politischen Institutionen und Akteuren die nötigen Informationen und Modelle zur Verfügung zu stellen, damit diese die richtigen Entscheidungen für eine erfolgreiche Energiewende treffen können. Die an SENTINEL beteiligten Forschungsgruppen des IASS und anderer Einrichtungen des Konsortiums entwickeln Modelle, in denen die technologischen, geografischen, gesellschaftlichen und politischen Details, die für die Umgestaltung eines Energiesystems wichtig sein können, verständlich zusammengestellt sind. „Entscheidend ist, dass Energiemodelle speziell für erneuerbare Energiesysteme geschaffen werden, statt sich mit einer Adaption zu begnügen, die für die Integration eines wachsenden Anteils erneuerbarer Energien in fossile Systeme sorgen soll.“ Ihre Modelle sowie alle Daten, die ihnen zugrunde liegen, sollen auf einer Online-Plattform zur Verfügung stehen. Schon jetzt findet man im Netz eine interaktive Europakarte, auf der sich – bis hinunter auf Landkreisgröße – nachschauen lässt, welche Regionen in der Lage wären, ih-

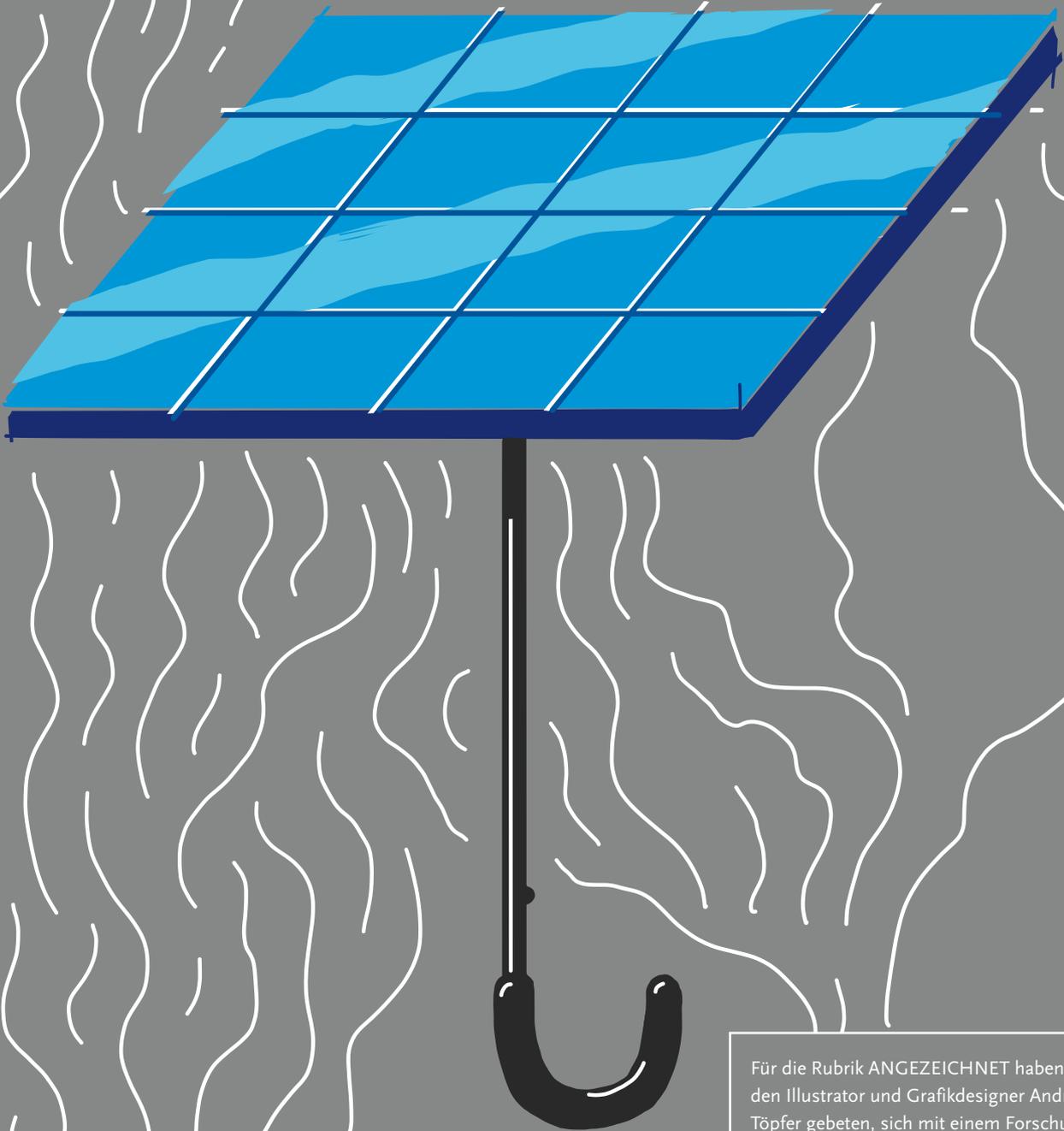


ren Strombedarf ausschließlich mithilfe erneuerbarer Energien zu decken. Ein Blick darauf zeigt: Potsdam könnte sich tatsächlich selbst versorgen. Berlin, wie die meisten europäischen Großstädte, nicht.

In Johan Lilliestams Kopf ist auf jeden Fall Platz für viel Energie. So hat er trotz seines Fokus auf den europäischen Energiemarkt mit seinem Faible für Photovoltaik die CSP-Technologie nicht aus den Augen verloren. In einem weiteren Projekt arbeitet er daran, ganz konkrete Ideen und Vorschläge für die Politik zu entwickeln, damit „Strom aus konzentrierter Solarthermie“ (MUSTEC) doch noch den Weg nach Europa findet. Immerhin wäre diese möglicherweise in der Lage, eine Versorgungslücke zu füllen: Wenn sich die Photovoltaik „zur Nachtruhe legt“, könnte ein CSP-System die tagsüber aufgenommene Energie ins Netz einspeisen.

MATTHIAS ZIMMERMANN

PORTAL WISSEN · EINS 2020



Für die Rubrik ANGEZEICHNET haben wir den Illustrator und Grafikdesigner Andreas Töpfer gebeten, sich mit einem Forschungsthema zeichnerisch auseinanderzusetzen. In dieser Ausgabe ist es die Forschung zu Energie in verschiedenen Wissenschaftsgebieten (S. 4–8 und 14–19). In diesem Heft stammen zudem weitere Illustrationen für mehrere Texte von ihm (S. 36, 44, 60, 64).





SCHNAPPSCHÜSSE AUS DEM NANOKOSMOS

Wie Markus Gühr mit Lichtblitzen die Dynamik von Molekülen beleuchtet

Vielleicht war es ja ein Zeichen: Aufgewachsen in Gießen, hatte Markus Gühr als Junge am Alten Friedhof seiner Stadt gespielt, ganz in der Nähe des Ortes, an dem Wilhelm Conrad Röntgen begraben liegt. Dass Gühr heute selbst Physiker ist und mit Röntgenstrahlen experimentiert, quittiert er mit einem Schmunzeln. Zufall?

Blick in den Freie-Elektronen-Laser am DESY, dem Deutschen Elektronensynchrotron in Hamburg.

Wer sein Labor im Golmer Physikinstitut betritt, muss eine Brille tragen. Mit Lichtschutz! Denn hier wird geblitzt. Markus Gühr untersucht, wie sich Moleküle unter Lichteinfluss verändern und dabei Energie umwandeln. Ein Prozess, der vielfach in der Natur abläuft, etwa bei der Photosynthese oder auch, wenn die Sonne unsere Haut wärmt. Dass die intensive ultraviolette Strahlung dabei nicht unsere DNA schädigt, liegt an den besonderen Eigenschaften der vier Nukleinbasen der Doppelhelix. Sie scheinen über einen Schutzmechanismus zu verfügen, der sie in die Lage versetzt, das gefährliche UV-Licht in harmlose Wärme umzuwandeln. Wie aber geschieht das? Und wie lässt sich eine solche Energieumwandlung in Echtzeit beobachten? Wenn lichtangeregte Elektronen mit dem



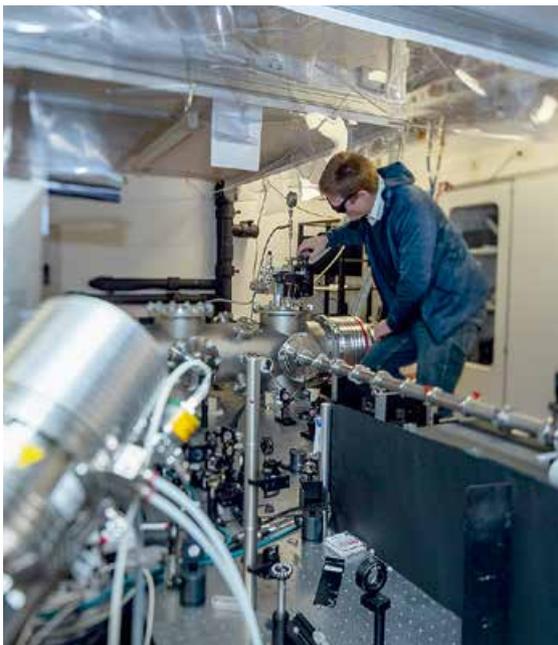
DER WISSENSCHAFTLER

Prof. Dr. Markus Gühr studierte und promovierte an der Freien Universität Berlin im Fach Physik. Er forschte am SLAC National Accelerator Laboratory in Stanford, bevor er 2015 als Lichtenberg-Professor an die Universität Potsdam kam.

✉ mguehr@uni-potsdam.de

Kerngerüst von Molekülen wechselwirken, dann geschieht dies innerhalb von Femtosekunden, was dem Millionstel einer Milliardstelsekunde entspricht. Von einem Zeitfenster kann hier also kaum die Rede sein. Und doch gelingt es Markus Gühr, in diese extrem schnellen Prozesse Einblick zu nehmen.

Die Versuchsanordnung in seinem Golmer Labor lässt zunächst wenig erkennen: eine Vakuumanlage, optische Geräte und Rechner, alles miteinander verbunden in einem Labyrinth von Leitungen, dazwischen Baukästen und Werkzeug. Das Durcheinander aber hat System. Gührs Arbeitsgruppe führt hier Experimente mit ultraschnellen Lasern durch, die Impulse im Bereich von Femtosekunden erzeugen. Die Potsdamer Quantenphysiker gelten als Wegbereiter bei der Verwendung von Extrem-Ultraviolett-Lichtpulsen, mit denen sie die Moleküle im Vakuum anblitzen, um deren Verhalten im wahrsten Sinne des Wortes näher beleuchten zu können.



Ein Film über die Abläufe in Molekülen

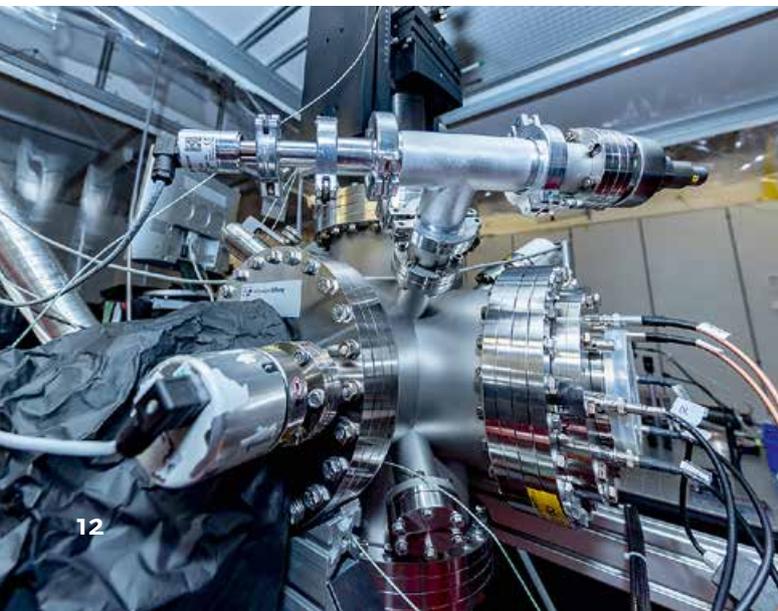
Für ihre Untersuchungen setzen sie zudem ultraschnelle Röntgenpulse ein. Weiche Röntgenstrahlung wirkt spezifisch auf Elektronen bestimmter Elemente und eignet sich deshalb besonders gut dafür, die Elektronenbewegung von Molekülen zu verfolgen. Solche Experimente sind allerdings noch nicht in Potsdam möglich, sondern nur mit dem Freie-Elektronen-Laser am DESY, dem Deutschen Elektronensynchrotron in Hamburg. Die Anlage mit dem sinnträchtigen Namen „FLASH“ erzeugt extrem intensive Röntgenlaserblitze im Femtosekundenbereich, mit denen sich jene Prozesse in Molekülen „ablichten“ lassen, die in derselben hohen Geschwindigkeit ablaufen. Um einzelne Schritte etwa einer chemischen Reaktion beobachten zu können, machen die Forscher unzählige Schnappschüsse, die aneinandergereiht einen „Film“ ergeben, der das molekulare Geschehen abbildet.

Das Interesse von Wissenschaftlern am FLASH zu experimentieren, ist enorm. „Die Messzeiten sind limitiert. Man hat nur wenige Tage für die Kampagne“, erzählt Markus Gühr, der zuletzt im Frühjahr 2019 Gelegenheit hatte, die Anlage zu nutzen. Im

Prof. Gühr in seinem Labor in Golm



Fotos: Hopfgarten, Tobias (3)



Gepäck hatte er eine 700 Kilogramm schwere Apparatur, die er für die internationale Forschergemeinde am FLASH mit seiner Gruppe in Potsdam entwickelt hatte. Das von einer Spezialfirma gebaute Gerät hat er zur Sicherheit selbst mit dem LKW nach Hamburg gefahren. „Wenn man nur begrenzt Zeit hat, darf nichts schiefgehen. Die Messung lässt sich nicht so einfach wiederholen. Alles muss klappen“, sagt Gühr und beschreibt den spannenden Moment, als die Apparatur vor Ort zusammengesetzt und installiert wurde. Es funktionierte. Und so konnten er und sein Team viele Terrabyte an Daten nehmen, die nun Schritt für Schritt ausgewertet werden.

Markus Gühr gilt als Experte, wenn es darum geht, die schnellsten und kleinsten Phänomene der Natur in Echtzeit sichtbar zu machen. Bevor er als Professor an die Universität Potsdam kam, hatte er viele Jahre am SLAC National Accelerator Laboratory an der Stanford University gearbeitet. Schon als Postdoc konnte er am dortigen Freie-Elektronen-Laser LCLS experimentelle Erfahrungen sammeln. Er gehörte zum Forscherteam, das ein neues Instrument zur ultraschnellen Elektronenbeugung entwickelte. Mit dieser hochauflösenden „Elektronenkamera“ war es den Wissenschaftlern gelungen, die weltweit schnellsten Bilder atomarer Bewegungen in Gasen aufzunehmen. Eine beispiellose Kombination aus Detailgenauigkeit und Geschwindigkeit, die es ermöglicht, vibrierende Moleküle zu filmen und zu beobachten, wie Bindungen während chemischer Reaktionen brechen und sich neu bilden.

Als Preisträger des mit 2,5 Millionen Dollar dotierten Early Career Award des US-amerikanischen Energieministeriums übernahm Markus Gühr die Leitung einer Forschergruppe am SLAC, die mit auf dieser Erfindung aufbaute. Die neue Technologie birgt das Potenzial für bahnbrechende Innovationen in der Energieerzeugung, der Chemie und Medizin, der Materialwissenschaft und vielen weiteren Anwendungsgebieten.

Dennoch kam Gühr 2016 zurück nach Europa. Die VolkswagenStiftung verlieh ihm eine Lichtenberg-Professur an der Universität Potsdam und bewilligte ihm für die „Erforschung der Energiekonversion an lichtangeregten Zuständen mit extrem ultravioletten Laserpulsen“ 1,3 Millionen Euro. Für die Universität Potsdam bot sich so die Chance, ein neues interdisziplinäres Forschungsfeld zu etablieren.

Das Wort Schwierigkeit muss nicht als existent gedacht werden

Nach der streng programmatischen Arbeit des Nationalen Labors in den USA empfindet Markus Gühr die Forschungsfreiheit, die eine deutsche Universität bietet, als bereichernd. „Die Gespräche mit den Kol-

DAS PROJEKT

Lichtenberg-Professur der VolkswagenStiftung für die „Erforschung der Energiekonversion an lichtangeregten Zuständen mit extrem ultravioletten Laserpulsen“

Laufzeit: 2015–2019

Förderung: VolkswagenStiftung

legen, die etwas ganz anderes machen, erweitern permanent den eigenen Horizont“, sagt Gühr und hat inzwischen interessante Querverbindungen zur physikalischen Chemie, aber auch zur Biologie geknüpft. Als sich das Potsdamer Leibnizkolleg 2016 mit der ultraschnellen Quantenwelt befasste, war bereits zu erkennen, in welche Richtung die Zusammenarbeit gehen könnte. Während der Physiker Matthias Bargheer in seinem Beitrag den Röntgenblick auf Festkörper richtete, berichtete der Chemiker Peter Saalfrank, wie sich mithilfe ultrakurzer Laserpulse die extrem schnell ablaufenden Prozesse in Molekülen beobachten lassen. Markus Gühr schätzt es, „so tolle Forschergruppen in der Nähe zu haben“. In dieser enorm dynamischen Wissenschaftslandschaft sollte es schon bald möglich sein, ein Graduiertenkolleg oder einen Sonderforschungsbereich zu beantragen. Dafür sprechen auch der außergewöhnlich interessierte wissenschaftliche Nachwuchs und die Vielzahl experimentierfreudiger Doktoranden. „Zu lehren und gemeinsam mit den Studierenden zu arbeiten, ist für mich eine spannende Erfahrung“, sagt Gühr. „Ich profitiere davon sehr für meine eigene Forschung“, so der Professor, dessen Vorlesungen oft fließend in wissenschaftliche Übungen übergehen. „Da gibt es keine große Schwelle.“

Das Konzept des forschenden Studierens hält Gühr für den richtigen Weg, um Talente zu fördern. Auch deshalb hat er sich in die Diskussion zum Leitbild für die Lehre eingebracht, mit dem die Universität Potsdam in der Hochschuldidaktik neue Maßstäbe setzen will. Kritisch zu denken, mit offenen Prozessen umzugehen und komplizierte Probleme zu lösen, seien intellektuelle Fähigkeiten, die in der Wissenschaft wie in der Gesellschaft unverzichtbar sind. Auch das Scheitern gehöre dazu: „Wenn man etwas probiert und es klappt nicht, fällt immer etwas ab, woraus das eigentlich Neue entsteht.“ Oder, um es mit den Worten des Physikers Georg Christoph Lichtenberg zu sagen, nach dem die VolkswagenStiftung ihr erfolgreiches Förderprogramm für herausragende Wissenschaftler benannt hat: „Das Wort Schwierigkeit muß gar nicht für einen Menschen von Geist als existent gedacht werden. Weg damit!“

ANTJE HORN-CONRAD



ENERG⚡E

Warum einer der populärsten Begriffe unserer Zeit so schwer zu fassen ist

Energie schillert, funkt, bewegt. Sie ist Strom, Kraft, Wärme, auch Bewegung. Sie steckt in chemischen Verbindungen und hohen Lagen. Aber auch wer Tatendrang verspürt, ist voll von ihr. Wenn es zwischen zwei Menschen knistert, ist da eine ganz besondere. Wer sich durchsetzt, ist energisch. Wo Energie ist, ist vieles möglich. Wie kommt das eigentlich? Die Slavistin Susanne Strätling forscht zur Begriffsgeschichte der Energie – und ist gerade vom energetischen Durcheinander fasziniert.

Von der Metaphysik zur Thermodynamik

„Energie ist ein Begriff, der wandert. Er lässt sich keinem Fachgebiet eindeutig zuordnen“, sagt Susanne Strätling. Sie ist Professorin für ostslavische Literaturen und Kulturen an der Universität Potsdam. Energie ist ihr Steckenpferd. Auch wenn es heute so scheint, als sei Energie vor allem eine physikalische Größe, die sich andere Disziplinen und Wissensbereiche nur ausgeliehen hätten, verrät ein Blick in ihre Geschichte, dass dem nicht so ist. Das Wort *enérgeia* (ἐνέργεια), auf das sie zurückgeht, wurde in der griechischen Antike geprägt. Bekannt geworden durch die Schriften des Philosophen Aristoteles, beschrieb er eine lebendige „Wirklichkeit und Wirksamkeit“ – das, was das Mögliche real werden lässt. „Energie‘ war in der Antike in der Metaphysik ebenso zu Hause wie in der Physik und der Rhetorik. Der Begriff gehörte noch nie nur in eine Disziplin.“

Der „Aufstieg“ der Energie zu einem der Leitbegriffe der Physik begann erst Anfang des 19. Jahrhun-

derts. Der englischen Arzt Thomas Young verwendete ihn 1800 erstmals, konnte sich aber nicht durchsetzen. Lange Zeit arbeiteten Physiker mit anderen Begriffen, allen voran „Kraft“. Hermann von Helmholtz, der 1847 den berühmten Energieerhaltungssatz als erster endgültig ausformulierte, sprach noch von einer „Konstanz der Kraft“. In der Ausgabe von 1848 des legendären Conversationslexikons von Friedrich Arnold Brockhaus fand sich das Wort „Energie“ nicht einmal. Und selbst 1898 bot das Lexikon als erste Erklärung „Willenskraft, Thatkraft“ an und anschließend „die Fähigkeit eines Körpers, eine mechanische Arbeit zu leisten“. Erst Einsteins Relativitätstheorie prägte die Definition der Energie, wie wir sie heute kennen – und begründete die naturwissenschaftliche Dominanz im Begriffsbild.

„Dabei erlebte der Energiebegriff schon früher eine Konjunktur in anderen Bereichen wie der Philosophie, den Sozialwissenschaften – und vor allem in Kunst und Kultur“, sagt Susanne Strätling. Aufklärer wie Denis Diderot und Johann Gottfried Herder wandten sich der Energie ebenso zu wie zahlreiche romantische Schriftsteller, unter ihnen E.T.A. Hoffmann oder Novalis. „Mit der Erfolgsgeschichte der Thermodynamik hat sich die literarische und ästhetische Auseinandersetzung mit der Energie dann noch einmal intensiviert.“

Die Lust an der Dynamik

Das Spannende daran sei, dass die Künste in der Energie etwas ganz anderes sehen und suchen als





die Naturwissenschaften, sagt die Forscherin: „In den Naturwissenschaften soll Energie ein klar bestimmbarer, stabiler Begriff sein, mit dem sich kalkulieren lässt.“ Immerhin gilt die Energie als jene Größe, die während eines physikalischen Prozesses in einem abgeschlossenen System erhalten bleibt. Sie kann in andere Formen umgewandelt, aber eben nie erzeugt oder vernichtet werden – so der Erhaltungssatz. „Die Künste entdecken in dieser Wandlungsfähigkeit der Energie genau das Gegenteil: nicht Stabilität, sondern Dynamik. Energie fasziniert sie als eine flexible Größe, mit der sich Überschreitungen und Transformationen formaler wie semantischer Natur beschreiben lassen. Während die Naturwissenschaften an einer begrifflichen Schließung interessiert sind, zielen die Künste eher auf eine Bedeutungsoffenheit. Energie ist für sie kein Begriff, sondern eine Metapher.“

Zeigen lasse sich das in verschiedenen Dimensionen, so Strätling: mit Blick auf die Wirkung von Kunst und ihre Produktion sowie medientheoretisch. So werde zum einen die Beziehung zwischen Kunstwerk und Betrachter oft als energetisch beschrieben. „Etwa wenn wir davon sprechen, dass uns ein Bild, ein Theaterstück oder ein Roman ‚elektrisiert‘.“ Zum anderen werde Energie häufig eingesetzt, wenn es um die Erzeugung des Kunstwerks gehe. Diese Dimension knüpfe eng an den Ursprung des Begriffs bei Aristoteles an, erklärt die Slavistin. „In seiner Metaphysik ist *enérgeia* zusammen mit *dynamis* (δύναμις) Teil eines Begriffspaars, das auch als Akt-Potenz-Lehre bezeichnet wird. Ener-

gie meint hier das, was nicht nur Möglichkeit bleibt, sondern sich tatsächlich realisiert – und dadurch auch wirksam wird.“ Besonders vielseitig und intensiv seien diese Bezüge auch in der medientheoretischen Dimension. So falle auf, dass immer wieder unterschiedlichen Medien diverse Energiepotenziale zugeschrieben wurden. Für das Medium Sprache sei beispielsweise Wilhelm von Humboldt einflussreich gewesen. Humboldt hatte von der *enérgeia* der Sprache gesprochen und damit gemeint, dass Sprache – anders als Schrift – sich ständig im Werden befinde, nie abgeschlossen sei. Der Kunsthistoriker Aby Warburg hingegen nannte Bilder „Energiekonserven“ und Performance-Künstler wie Marina Abramović vertreten die Ansicht, ihre Kunst basiere auf der Zirkulation von Energie zwischen Performer und Publikum.



DIE WISSENSCHAFTLERIN

Prof. Dr. Susanne Strätling studierte Germanistik, Slavistik und Pädagogik in Münster, Volgograd, Prag und Berlin. Seit 2018 ist sie Professorin für Ostslavische Literaturen und Kulturen an der Universität Potsdam.

✉ straetling@uni-potsdam.de

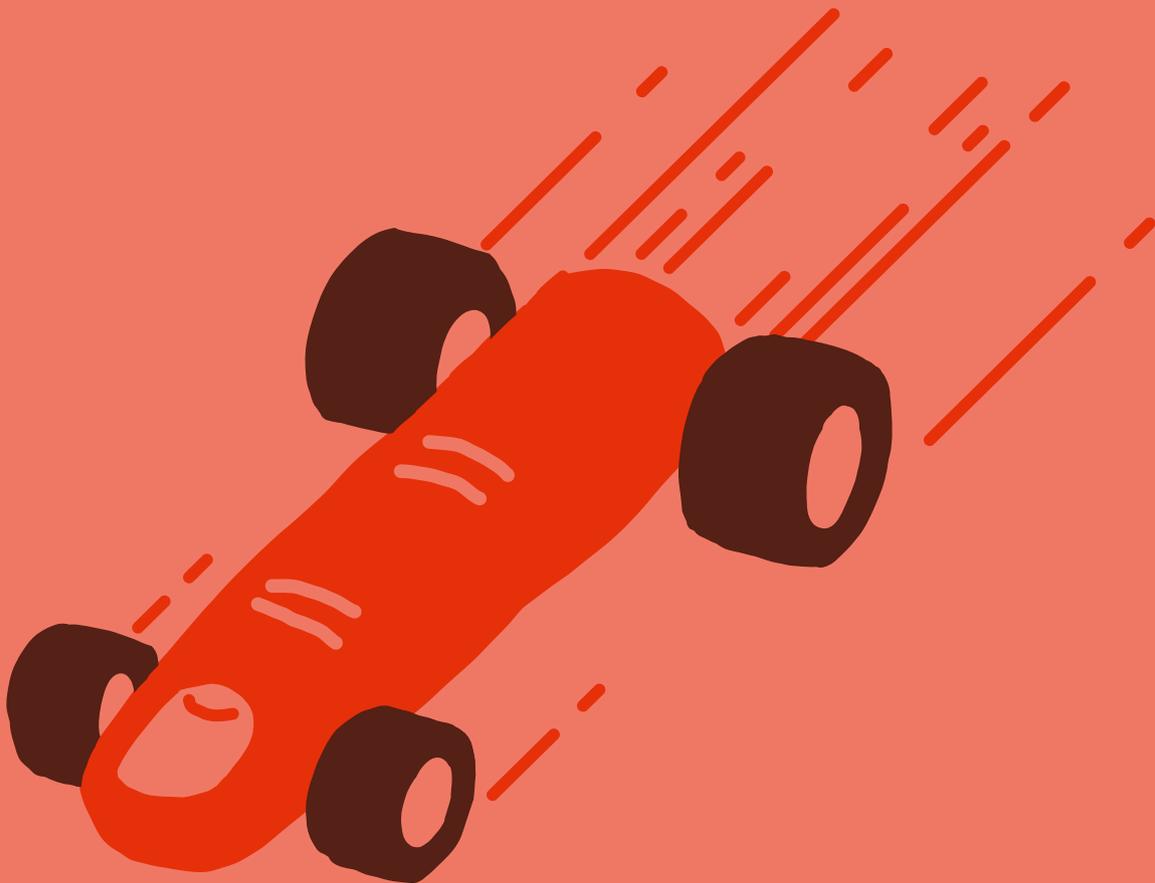
Energie als Scharnierbegriff

Dass Naturwissenschaften und Künste sich des Begriffs auf so unterschiedliche Weise bedienen, sieht Susanne Strätling dabei nicht als unüberbrückbaren Gegensatz. „Ich denke, Energie kann durchaus ein Scharnierbegriff sein, der die Kluft zwischen Geistes- und Naturwissenschaften überbrückt, eine Klammer, die sie verbindet.“ Beispiele dafür gibt es: So entwickelte der deutsch-baltische Chemiker Wilhelm Ostwald, der 1909 mit dem Chemie-Nobelpreis ausgezeichnet wurde, als Philosoph das Konzept einer Energetik als Kulturwissenschaft. Darin führt er nicht nur materielle, sondern auch Bewusstseinsprozesse auf die Umwandlung von Formen der Energie zurück. „Sein energetischer Imperativ ‚Vergeude keine Energie, verwerte sie!‘ sollte für alle Bereiche des Lebens gelten“, erklärt die Forscherin. Und der russische Theologe, Philosoph und Mathematiker Pavel Florenskij führte verschiedene Traditionslinien des Energiebegriffs aus Theologie, Philosophie, Physik und Poetik zusammen, um zu beweisen, dass auch Worte energetische Einheiten sind.

Ohnehin berührten sich die Disziplinen im Bezug zur Energie immer wieder, meist fruchtbar. Eine wechselseitige Erhellung der geistes- und naturwis-

senschaftlichen Perspektive lässt sich insbesondere in der Moderne beobachten. Etwa bei den russischen Projektionisten: „Sie begreifen das Kunstwerk als Sender, der Energie ausstrahlt“, erklärt Strätling. Und der russische Avantgardist El Lissitzky entwickelte bereits 1923 das visionäre Projekt einer „Elektro-Bibliothek“, die das gedruckte Buch überwindet.

Als Literaturwissenschaftlerin interessiert sich Susanne Strätling vor allem dafür, welche Rolle Energie in und für fiktionale Texte spielt. „Literatur liegt uns zumeist in geschriebener Form vor. Ein energetisches Potenzial wird der Schrift jedoch seit Humboldt konsequent abgesprochen. Immer ist es das gesprochene Wort, dem man ein Energieprivileg zugesteht. Daneben aber bildet sich eine vergessene Geschichte von Energiekonzepten der Schrift ab – diese gilt es zu entdecken.“ Prominenter Vertreter eines solchen Textverständnisses ist der Aufklärer Johann Gottfried Herder. Er nannte Literatur – im Unterschied zur Malerei – eine energetische Kunst, da sie es erlaube, ein Kunstwerk im Prozess zu zeigen, un abgeschlossen und veränderlich. Ein besonderes Faible hat die Slavistin Strätling für den Übergang vom 19. zum 20. Jahrhundert. In dieser Zeit etablierte sich nicht nur der moderne naturwissenschaftliche Energiebegriff und diffundierte als solcher in viele andere Bereiche.





„Er geriet auch in eine tiefe Krise“, erklärt die Forscherin fasziniert. „Denn es setzte sich zunehmend das Bewusstsein dafür durch, dass Energie immer auch begleitet ist von Entropie. Sie ist eben nicht unendlich. Sondern sie bringt auch andere Assoziationen mit: Erschöpfung, Erschlaffung, Ermüdung.“ In diesem Spannungsfeld, hin und hergerissen zwischen Energieeuphorie und Energieangst, bewegten sich die Künste jener Zeit, allen voran die Avantgarden. „Die Utopie der Avantgardisten, das unabgeschlossene Projekt ihrer Entdeckung der Energie zwischen Fluch und Versprechen, ist hochspannend und von ungeborener Aktualität.“

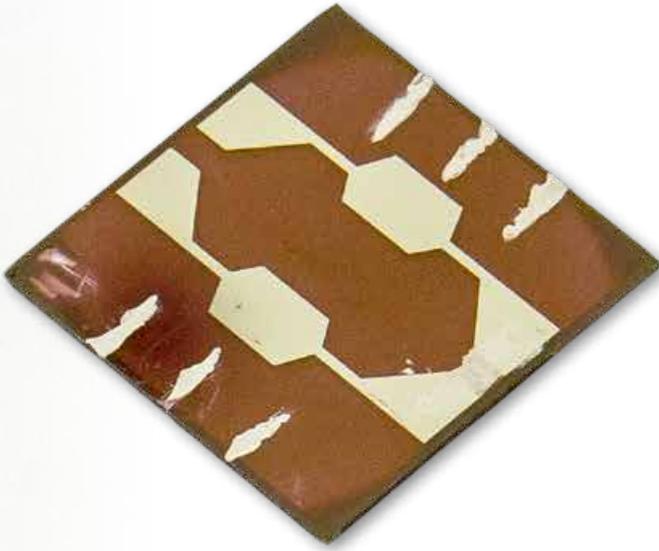
Die schillernde Vielschichtigkeit des Begriffs macht es Susanne Strätling nicht leicht: Auf der Suche nach den Paradigmen der Energie bleibt ihr nichts anderes übrig, als die Grenzen ihrer eigenen Disziplin zu überschreiten. Jenseits ihrer fachlichen Heimat sucht sie nach „Energieenthusiasten“, die ebenfalls nicht nur an einer Dimension des Begriffs interessiert sind – auf Tagungen, in Gesprächen, mit Veröffentlichungen. „So entsteht nach und nach ein Netzwerk mit anderen Forscherinnen und Forschern. Natürlich zwischen den Disziplinen, denn nur dort ist sie zu finden, die Energie.“ Durch die Arbeit eines solchen Netzwerkes könnte sich eines Tages eine komplexe Begriffsgeschichte bilden. „Was dadurch entstünde, wäre eine Art begrifflich kondensierte Kulturgeschichte, ein kulturelles Panorama.“

MATTHIAS ZIMMERMANN





Probeplättchen, die mit verschiedenen organischen Halbleitern beschichtet sind, haben unterschiedliche Farben. Dank ihrer physikalischen Eigenschaften können sie vielseitig verwendet werden – etwa in Solarzellen.



Neue Wege für Solarenergie

Von der Suche nach den besten Materialien für neuartige Solarzellen



Die Solarzellen der Zukunft bestehen aus organischen Materialien. Denn mit Drucktechniken können diese sehr preiswert produziert werden. Physikerinnen und Physiker der Universität Potsdam untersuchen, welche Eigenschaften die Materialien besitzen müssen, um besonders effiziente und langlebige Systeme zu erhalten.

Optische Linsen, Spiegel, Detektoren, Kabel und allherhand technische Geräte: Im Labor von Prof. Dr. Safa Shoaee sind sie zu einem komplizierten Versuchsaufbau angeordnet. Das scheinbare Durcheinander folgt jedoch strengen Regeln. Das Herzstück des Versuchs ist eine Platte von der Größe einer Speicherkarte. Deren Oberfläche ist mit einem bläulich-violetten Film aus einem organischen Halbleitermaterial beschichtet. PM6:Y6 lautet der geheimnisvolle Name der Substanz. Sie besitzt eine Eigenschaft, die sie für Shoaee besonders interessant macht: Sie kann Licht in Energie umwandeln. Die Forscherin untersucht die physikalischen Prozesse die dahinterstecken.

Interessant auch für Architekten

Die aus dem Iran stammende Physikerin befasst sich seit 13 Jahren mit organischen Materialien für Solarzellen. Seit 2016 ist die Sofja-Kovalevskaja-Preisträgerin als Wissenschaftlerin an der Universität Potsdam tätig. Fünf Jahre lang wird ihre Arbeit hier von der Humboldt-Stiftung gefördert. Mit ihrem Gastgeber Dieter Neher, Professor für die Physik weicher Materie, teilt sie das Interesse für organische Solarzellen. „Safa Shoaee bringt eine besondere Expertise in unsere Arbeitsgruppe“, freut er sich. Die beiden Wissenschaftler betrachten jeweils unterschiedliche Aspekte ihres Forschungsgebiets, ergänzen sich darin gegenseitig und kommen so zu ganz neuen Erkenntnissen. Saubere Energie zu verträglichen Kosten – das ist das ambitionierte Ziel der gemeinsamen Forschung.

„Organische Halbleiter sind sehr vielseitig“, erklärt Safa Shoaee. „Sie können in Solarzellen, Photodetektoren, Sensoren oder LEDs genutzt werden.“ Auf dem Tisch vor ihr liegen Probesträttchen, die mit verschiedenen dieser Materialien beschichtet sind – ihre Farben reichen von Blau über Pink bis Gelb. Sie alle bestehen überwiegend aus Kohlenstoff, Wasserstoff,



Stickstoff und Sauerstoff. Ihre Farbe macht sie nicht nur zu einem potenziell attraktiven Material für Architekten, die künftig organische Solarzellen in Fassaden und Dächer von Gebäuden integrieren könnten. Sie zeigt zugleich an, welches Farbspektrum des sichtbaren Lichts das jeweilige Material nutzen kann, um Energie zu erzeugen. Den bisher am häufigsten verwendeten anorganischen Siliziumzellen – die immer dunkelgrau und im Vergleich zu den organischen Zellen recht schwer sind – sind sie aber noch unterlegen: Sie absorbieren das Licht zwar besser, erzeugen aber weniger Energie und sind weniger stabil.

Safa Shoaee und ihr Team arbeiten daran, diese Schwachstellen zu beseitigen. Mit ihren Experimenten möchte die Wissenschaftlerin verstehen, wie die chemische Struktur der Materialien mit ihren optoelektronischen Eigenschaften zusammenhängen, welche Atombindungen oder Kombinationen von Elementen dafür sorgen, dass Lichtenergie besonders effizient eingefangen und in elektrische Energie umgewandelt wird. Die Ergebnisse ihrer Arbeiten sind für Chemiker wichtig, die Substanzen mit den gewünschten Eigenschaften herstellen können. Schritt



Versuchsaufbau im Labor, bei dem die Eigenschaften der organischen Halbleiter untersucht werden

für Schritt designen Physiker und Chemiker auf diese Weise gemeinsam die Grundbausteine für künftige Solarzellen.

Auf die Lebensdauer und die Menge kommt es an

Wenn Licht auf die organischen Materialien trifft, läuft eine ganze Reihe von komplexen physikalischen Prozessen ab, in denen die negativ geladenen Elektronen in höhere Energieniveaus angeregt, von den dabei erzeugten positiv geladenen Löchern getrennt und letztendlich zu den Elektroden transportiert werden. Hier ergänzen sich die Forschungsschwerpunkte der Teams um Neher und Shoaee optimal: Sie untersuchen unterschiedliche Aspekte der Trennung und des Transports der durch das Licht entstehenden Ladungen.

Die zwei Ereignisse umrahmen jene Zeitspanne, die für die Energieproduktion entscheidend ist: Die Lebensdauer der entstehenden Ladungen muss möglichst hoch sein, damit sie aus der aktiven Schicht heraus zu den angrenzenden Elektroden transportiert werden können. Denn nur dann kann Strom fließen. „Hoch“ bedeutet in diesem Fall allerdings nur einige Mikrosekunden. In Potsdam entwickelte Shoaee eine neue Methode, um diese kurze Zeitspanne einzufangen. Stundenlanges Messen im Labor ist dafür notwendig. Auf dem Monitor des Computers reihen sich währenddessen schier endlos Zeilen und



DIE WISSENSCHAFTLER

Prof. Dr. Safa Shoaee studierte Physik an der Universität Manchester und Physikalische Chemie am Imperial College London. Seit 2016 arbeitet sie als Sofja-Kovalevskaja-Preisträgerin an der Universität Potsdam und baut eine eigene Arbeitsgruppe auf dem Gebiet der Optoelektronik auf.

✉ shoai@uni-potsdam.de



Prof. Dr. Dieter Neher studierte Physik an der Universität Mainz. Seit 1998 ist er Professor für die Physik weicher Materie an der Universität Potsdam.

✉ neher@uni-potsdam.de



Spalten von Zahlen aneinander. Am Ende erhalten die Forschenden zwei Werte, die ihnen verraten, ob sich das Material für den Einsatz in organischen Solarzellen eignet: die Lebensdauer und die Anzahl der Ladungen. Zudem werden aus den an verschiedenen Halbleitern gemessenen Daten physikalische Modelle entwickelt, die die Kreation neuer Materialien unterstützen.

Optimale optoelektronische Eigenschaften allein reichen jedoch nicht aus, um organische Halbleiter erfolgreich in Solarzellen einzusetzen. Um im industriellen Maßstab konkurrenzfähig zu sein, müssen sie sehr schnell und kostengünstig produziert werden können. Eine wichtige Voraussetzung dafür bringen die organischen Materialien bereits mit: „Man kann sie in Lösungsmitteln auflösen und großflächig drucken“, erklärt Shoaee. Das Drucken von dünnen Polymerschichten ist sehr gut etabliert und im Vergleich zu anderen Beschichtungsverfahren äußerst schnell. Um Kurzschlüsse zu vermeiden, müssen die aktiven organischen Schichten der gedruckten Solarzellen jedoch mehrere Hundert Nanometer dick sein. Das ist zwar immer noch dünner als ein Haar, bei der kurzen Lebensdauer der photogenerierten Ladungsträger aber ein Problem: Je dicker die Schicht, desto mehr



Im Vorbereitungslabor

Ladungsträger gehen auf dem Weg zu den Elektroden verloren. Mit ihrem Team erforscht Shoaee, wie sie die entscheidenden optoelektronischen Parameter optimieren kann, um diese Verluste zu minimieren.

Die Physiker erlangen ständig neues Wissen über die noch wenig erforschten Materialien. Viele verhalten sich physikalisch anders als bisher bekannte Systeme. Auch wenn die Lernkurve steil nach oben geht, ist der Weg zu einer organischen Solarzelle, die ähnlich gut wie eine Siliziumzelle arbeitet, noch weit. „PM6:Y6 besitzt schon sehr gute Eigenschaften, aber es ist auch noch nicht perfekt“, sagt Safa Shoaee, die hartnäckig an der Aufklärung und Optimierung der physikalischen Prozesse in den Solarzellen arbeitet. Das Potenzial organischer Materialien ist jedenfalls enorm, darin sind sich Shoaee und Neher einig. Ihre Forschungen ebnen den Weg dafür, es zukünftig zu nutzen.

HEIKE KAMPE



VOM

**David Chemeta
erforscht das
Selbstverständnis
einer Generation mit
ausländischen
Wurzeln – anhand
von Texten in
Rapsongs**

RAND

ZUR

MITTE

David Chemeta analysiert Songtexte, um die Lebenswelten junger Menschen mit Migrationshintergrund zu erschließen. Ihm geht es vor allem um die Frage, wo Deutsche und Franzosen aus Einwandererfamilien ihren Platz in der Gesellschaft sehen.

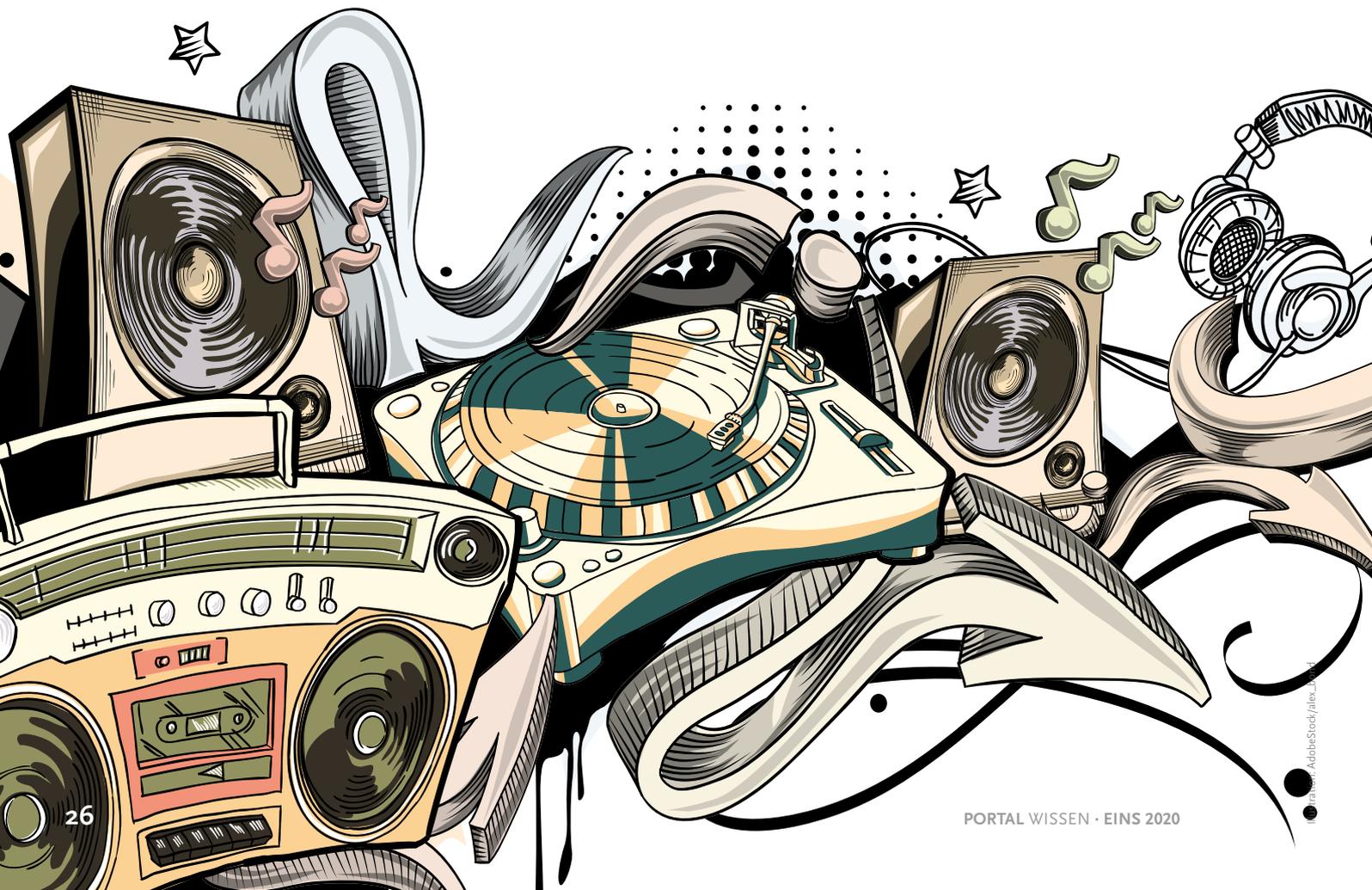
In seiner Freizeit hört David Chemeta keinen Rap mehr. Das gibt er lachend zu. Aber das ist wenig verwunderlich. Schließlich hat sich der junge Wissenschaftler in den vergangenen drei Jahren intensiv mit der Musikrichtung beschäftigt und sich vor allem mit den Textinhalten wissenschaftlich auseinandergesetzt. Dafür hat er den Musikstil mit dem typischen Sprechgesang auch ausgiebig konsumiert. Insgesamt untersuchte er das Gesamtwerk von 15 französischen und 20 deutschen Sängern und Gruppen der vergangenen 25 Jahre. Rund 5.000 Liedtexte hat der Forscher, der aus dem Elsass stammt und fließend Französisch und Deutsch spricht, analysiert – und für seine Doktorarbeit monatelang Rap gehört.

Rap als Sprachrohr

„All das Gerede vom europäischen Zusammenschluss / Fahr' ich zur Grenze mit dem Zug oder einem Bus / Frag' ich mich, warum ich der Einzige bin, der sich ausweisen muss / Identität beweisen muss!“

Es sind Textpassagen wie diese, die David Chemetas Aufmerksamkeit wecken. Die Zeilen stammen aus dem Song „Fremd im eigenen Land“ der deutschen Hip-Hop-Band „Advanced Chemistry“. Denn in Chemetas Arbeit geht es um die nationale, kulturelle und ethnische Identitätsfrage von jungen Musikern mit Migrationshintergrund, die Rap und Hip-Hop für sich und ihre Generation als Sprachrohr verstehen. Chemeta fasst all das unter dem Begriff Nationalidentität zusammen. Wie sehen sich die Musiker und ihre Fans innerhalb der Gesellschaft? Fühlen sie sich dazugehörig und gleichwertig oder ausgegrenzt und benachteiligt? Wie hat sich dieses Selbstbild im Laufe der Zeit geändert? Antworten auf diese Fragen findet David Chemeta in den Songtexten.

Tatsächlich befasst sich wohl kaum eine Musikrichtung so intensiv mit Migration wie der Rap. 60 Prozent aller deutschen und 90 Prozent aller französischen Rap-Musiker greifen das Thema in ihren Songs auf, wie eine Studie aus dem Jahr 2002 zeigt. In den USA entstand der Musikstil in den 1970er Jahren als Teil der Hip-Hop-Kultur in den afroamerikanischen Ghettos von New York. Sozialkritische Texte prägten ihn von Beginn an. In Deutschland schaffte die Gruppe „Advanced Chemistry“ 1992 ihren Durchbruch mit der Single „Fremd im eigenen Land“. Die Musiker haben italienische, ghanaische, chilenische und haitianische Wurzeln und trafen mit ihren Texten



einen Nerv. Rassismus, wachsender Rechtstextremismus, Ausgrenzung und Polizeigewalt – zum ersten Mal thematisierten Hip-Hopper in deutscher Sprache die Probleme ihrer Zeit, unter denen vor allem Menschen litten, deren Eltern oder Großeltern nicht aus Deutschland stammten.

Neues Forschungsfeld Migration

„Die Migration ist ein relativ neues Forschungsfeld“, erklärt David Chemeta. Es fehle noch der nötige Abstand, um das Thema ruhig und neutral darzustellen. Trotzdem hat er es versucht, über den Weg der Musik. Warum? „Zufall und Provokationsgeist“, sagt er. „Als ich sehr jung war, habe ich mit Rapmusik angefangen, Deutsch zu lernen. Als ich dann später mein Masterstudium aufnahm, wollte ich mit dem Thema an meiner Universität in Lyon, die ziemlich elitär und prachtvoll ist, etwas provozieren.“ Doch die erwartete Reaktion blieb aus. Stattdessen waren die Betreuer begeistert. Und auch nach dem Masterabschluss ließ Chemeta das Thema Rap nicht los. Nun steht er kurz vor dem Abschluss seiner Doktorarbeit, die einen sehr direkten Blick auf die Lebenswelten deutscher und französischer Menschen mit Migrationsgeschichte wirft und dabei einen Bogen von den 1990ern bis in die Gegenwart spannt.

Ein Konzept hat es dem Forscher besonders angetan. Es ist der von den Postcolonial Studies eingeführte Raum-Begriff, der zwischen dem Zentrum einer Gesellschaft und ihren Rändern unterscheidet. Diesem zufolge konzentrieren sich im Zentrum die Mächtigen der Gesellschaft, während sich an den Rändern die Machtlosen sammeln. „Welche Perspektive nehmen die Rapper ein?“, fragt Chemeta in seiner Arbeit. Wie positionieren sie sich innerhalb der Gesellschaft? Sehen sie sich selbst als machtlos und einem rassistischen Zentrum ausgeliefert oder als in der Mitte stehend und handlungsbereit?

Entscheidet der Pass über die Nationalidentität?

Für seine Analyse wählte David Chemeta die Künstler nach bestimmten Kriterien aus. Die Migrationsfrage sollte zumindest ansatzweise in den Werken der Rapper vorkommen. In seine Auswahl fielen kommerziell sehr erfolgreiche Musiker wie Bushido oder Samy Deluxe und auch solche, die wichtige Impulse zur Entwicklung des Musikstils gegeben haben. „Advanced Chemistry“ zum Beispiel kennt heute kaum noch jemand. Aber für die Rappgeschichte ist es eine sehr wichtige Gruppe“, erklärt Chemeta, „während Bushido sich selbst immer noch als der Typ aus dem Ghetto darstellt, obwohl er heute in einer Villa lebt und schicke Autos



DER WISSENSCHAFTLER

David Chemeta studierte Germanistik, Literatur, Geografie und Romanistik an der École normale supérieure de Lyon (Frankreich), der Universität des Saarlandes in Saarbrücken und

der Universität Straßburg. Derzeit promoviert er an der Universität Potsdam. Seine Promotion trägt den Titel „Nation, Migration, Narration: 25 Jahre deutscher und französischer Geschichte aus den Augen von deutschen Rappern mit Migrationshintergrund“.

✉ dchemeta@gmail.com

fährt.“ Einige Kandidaten hat Chemeta in seine Analyse aufgenommen, weil sie eine Ausnahmestellung einnehmen. Der Rapper Deso Dogg etwa, bekannt auch unter seinem bürgerlichen Namen Denis Cuspert, war bekennender Salafist und islamistischer Prediger. In Syrien schloss er sich 2013 den Dschihadisten an und starb dort vermutlich 2018. „Wegen seiner Geschichte war es sehr interessant für mich, sein Selbstbild und seine Nationalidentität zu verstehen und mit anderen zu vergleichen“, erklärt Chemeta.

Album für Album, Text für Text hat David Chemeta durchgearbeitet, um die Standpunkte der jeweilige Musiker zu Migrations- und Gesellschaftsfragen zu ermitteln. Entscheidet der Pass darüber, welche Nationalidentität diese einnehmen? Oder eher kulturelle, persönliche, politische oder ganz andere Kriterien?

In seiner Textsammlung hat der Forscher einen grundlegenden Wandel des Selbstverständnisses der Musiker innerhalb der letzten 25 Jahre festgestellt. Beispielhaft dafür ist der deutsche Rapper Samy Deluxe. Dessen Karriere begann um die Jahrtausendwende. Damals sah er sich selbst noch an der Peripherie einer Gesellschaft, deren Zentrum überwiegend rassistisch war, und verglich die Zustände mit 1933. „Wir sind jeden Tag umgeben von lebenden Toten, / umgeben von Schildern, die uns sagen: Betreten Verboten! / Umgeben von Skinheads, die Türken und Afrikanern das Leben nehmen, / während Bullen daneben stehen, um Problemen aus dem Weg zu geh'n“, heißt es in „Weck mich auf“ von 2001.

Ab 2008 zeigen seine Texte aber eine völlig andere Einstellung. „Ich kämpf' nicht gegen den Rassismus, Egoismus, Terrorismus / Hass produziert nur Hass, ich kämpfe für etwas / 'n besseres Land, 'ne bessere Welt / Klingt irgendwie kitschig, aber is' trotzdem irgendwie wichtig / Also komm unterstütz mich, mach dich irgendwie nützlich“, rappt Deluxe in „Weil es Zeit ist jetzt“. „Er hat einen Wechsel vollzogen vom Ausgestoßenen an der Peripherie zu jemandem, der



mitten im Zentrum steht“, analysiert David Chemeta. Auch bei anderen Künstlern hat er diesen Perspektivenwechsel beobachtet.

Offene Fragen

Eine Ursache dieses Wandels sieht Chemeta vor allem in der deutschen Politik. Bereits ab 1998 habe sich mit der rot-grünen Koalition die öffentliche Wahrnehmung von Migration von einer ablehnenden Grundhaltung zu einer offeneren Einstellung geändert. Mit der Integrationspolitik ab 2005 habe sich dieser Trend verstärkt und damit offenbar das Selbstbild junger Menschen mit Migrationshintergrund positiv beeinflusst. In Frankreich gibt es ähnliche Tendenzen. „Aber etwa fünf bis zehn Jahre verzögert“, der Forscher. Es ist ein Ergebnis, das in der Migrationsfor-

schung schon aus anderen Untersuchungen bekannt ist, das aber Chemeta nun erstmals auch in Raptexten nachweisen konnte.

Je intensiver David Chemeta in sein Thema eintaucht, desto mehr Fragen stellt er sich. Präsentieren kommerziell erfolgreiche Rapper tatsächlich den Standpunkt der Community? Ist Rap noch immer ein Sprachrohr von Minderheiten und Menschen mit Migrationshintergrund? Und was sagen die Frauen dazu? Rapmusik ist von Männern dominiert. Die weibliche Perspektive fehlt nahezu – bis auf wenige Ausnahmen. Dabei ist der Blickwinkel von Frauen auch in der Migrationsfrage hochinteressant. Vielleicht wird Chemeta einige dieser Forschungsfragen in späteren Arbeiten noch einmal aufgreifen. „Das ist das Gute an der Forschung: Man ist niemals fertig.“

HEIKE KAMPE



Sammeln, schützen, publizieren

Dr. Michael Burkart,
Wissenschaftlicher Leiter des Botanischen Gartens

An die 400.000 Pflanzenarten gibt es auf unserem Planeten und etwa zwei Prozent davon wachsen im Botanischen Garten unserer Universität. Er gehört damit zu den zehn größten in Deutschland. Für uns bedeutet das: Wir haben immer genügend zu tun!

Unsere Pflanzen gehören zu etwa 30 registrierten Speziessammlungen oder einfach zum Grundbestand des Gartens. Der Großteil dieser enormen Vielfalt kann beim Gartenbesuch besichtigt werden. Der überwältigende Eindruck beim Betreten des feucht-tropischen Victoriahauses ist beispielsweise kein Zufall. Es sind unsere Gärtnerinnen und Gärtner, die mit Kompetenz und Engagement für diesen Eindruck sorgen.

Meine Aufgabe ist die Kuration der Lebenssammlung, ganz analog zu den Aufgaben eines Museumskurators: Dokumentation, Bestimmung kritischer Exemplare, Steuerung der Sammlungsaktivitäten. In einer der Sammlungen, der

Gattung des afrikanischen Bogenhanfs (*Sansevieria*), liegt mein eigener aktueller Forschungsschwerpunkt. Diese Pflanzen werden mithilfe einer sehr engagierten Gärtnerin und etlicher Studierender detailliert untersucht. Die Arbeit ist in ein wachsendes überregionales Forschungsnetzwerk eingebunden. Im Moment arbeiten wir zum Beispiel an der

Weiterentwicklung eines Erfassungsschemas für die Merkmale der Pflanzen. Das Schema soll dann weltweit angewandt werden, auch von anderen Personen in anderen Sammlungen und in der Natur in Ostafrika. Dorthin unterhalten wir eine lebendige Partnerschaft mit dem Botanischen Garten auf Sansibar und stehen in Kontakt mit weiteren Einrichtungen.

Meine Aufgabe ist auch, den Garten in der Öffentlichkeit besser bekannt zu machen, etwa durch Aus-

stellungen, Veranstaltungen und Veröffentlichungen. Seit über zehn Jahren schreibe ich regelmäßig die Kolumne „Pflanze des Monats“ für eine regionale Tageszeitung.

Unser Grünes Klassenzimmer ist inzwischen ein Selbstläufer. Unser Gartenpädagoge macht hier an über 250 Tagen im Jahr, wiederum zusammen mit engagierten Studierenden.

Der profilierteste Tätigkeitsbereich des Gartens ist der Artenschutz. Regional vom Aussterben bedrohte Arten nehmen wir in Kultur, um sie bei Bedarf zu vermehren und zurück in die Natur zu bringen. Vor allem durch die starke Effektivierung der Landwirtschaft über die letzten Jahrzehnte haben ihre Lebensräume bei uns enorm gelitten. Mit drei großen und etlichen

kleineren Projekten, die gesamte Fördersumme liegt bei über zwei Millionen Euro, versuchen wir dagegen zuhalten. Mehrere weitgehend selbstständig arbeitende Projektmitarbeiterinnen und -mitarbeiter sind damit beschäftigt. Mit diesen Aktivitäten sind wir als Botanischer Garten deutschlandweit führend. Und natürlich sind auch hier Studierende eingebunden.

Inzwischen bringen wir diese Kompetenz auch international zum Einsatz, bei Artenschutzprojekten in Sansibar und vielleicht auch bald in Kolumbien. Eine in Kolumbien vom Aussterben bedrohte und auch in Botanischen Gärten sehr seltene Art entdeckte ich unlängst fast zufällig in den Beständen unseres Gartens (ihre beeindruckenden Blütenmassen bilden den Bildhintergrund dieses Beitrags). Die Pflanze ist nun Anlass für den Aufbau eines Netzwerks zur Erhaltung der Art und ihrer Verwandten – zusammen mit Kolleginnen und Kollegen in mehreren anderen Botanischen Gärten und zwei sehr engagierten Potsdamer Studierenden.





Ins . ewige Eis

Ricarda Winkelmann ist
Klimaforscherin und Juniorprofes-
sorin an der Universität Potsdam
und dem Potsdam-Institut für
Klimafolgenforschung



Nur wenige Menschen waren überhaupt hier, in einer der unwirtlichsten Regionen der Erde, die auch im Hochsommer noch Minusgrade hat, das ganze Jahr in Weiß und Blau erstrahlt und, von einigen Wissenschaftlern abgesehen, nur von Pinguinen, Walen, Robben, Vögeln und Kleinstlebewesen bewohnt ist: die Antarktis. Die Klimaforscherin Ricarda Winkelmann kennt diese Region gut, sowohl aus ihrer Modellierungsarbeit am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) als auch von zwei Expeditionen. 2010 war die damals 25-Jährige zum ersten Mal in der Antarktis, 68 Tage verbrachte sie auf See. 2018 brach sie erneut an Bord des Forschungseisbrechers „Polarstern“ für mehrere Wochen in die Antarktis auf, um das Eis zu beobachten und dadurch mehr über den Klimawandel zu erfahren.

Ricarda Winkelmann studierte Mathematik und Physik in Göttingen und Kalifornien, promovierte in Physik am PIK und leitet inzwischen mehrere große Projekte zur Erforschung von Klimadynamiken unter anderem zur Antarktis und den sogenannten Kippelementen im Erdsystem. Seit 2015 ist sie Juniorprofessorin für Klimasystemanalyse an der Universität Potsdam. Eine Sache fasziniert die 34-jährige Forscherin an den Polarregionen besonders: „Sie sind ein einzigartiges Klimaarchiv. Mit Eisbohrkernen können wir einen Blick in die Vergangenheit werfen, über Hunderttausende von Jahren zurück.“ Diese Faszination und ihr umfassendes Wissen über die Polarregionen vermittelt die junge Forscherin anschaulich in Bildern und Vergleichen. So ließen sich mit den Proben aus dem Eis die Altersschichten wie bei Baumringen hinunterzählen. Gleichzeitig verbergen die Lufteinschlüsse im Eis einen kostbaren Schatz: Jahrtausende alte Luft, die etwas über frühere Klimabedingungen verrät – und die Rückschlüsse auf aktuelle Veränderungen zulässt. „Die Polarregionen sind daher auch eine Art Frühwarnsystem für den Klimawandel.“

Kilometerdicke Eisschichten bedecken die Antarktis

Sowohl Grönland als auch die Antarktis sind von einer kilometerdicken Eisschicht bedeckt – damit sind es die größten permanent vereisten Flächen der Welt.

Beide Regionen verlieren derzeit an Masse und tragen so zum weltweiten Meeresspiegelanstieg bei. Die dafür verantwortlichen Prozesse seien jedoch sehr unterschiedlich, erklärt Winkelmann. „In Grönland schmilzt das Eis durch die vergleichsweise wärmeren Temperaturen zunehmend an der Oberfläche. In der Antarktis hingegen sind es eher die Wechselwirkungen zwischen Eis und Ozean, die zum Masseverlust führen.“ Die Antarktis ist rundherum von schwimmenden Eisschelfen umgeben, einige von ihnen sind größer als Deutschland. Die Schelfe haben eine Art Pufferwirkung, da sie den Eisfluss vom Inland ins Meer bremsen. Schmelzen die Schelfe zunehmend durch den fortschreitenden Klimawandel, so wird dieser Puffer geschwächt – mehr Eis fließt in den Ozean, der Meeresspiegel steigt. Diese Prozesse untersucht Winkelmann mit dem Parallel Ice Sheet Model (PISM), das ihre Gruppe am PIK gemeinsam mit der University of Alaska, Fairbanks (UAF) entwickelt.

Doch könnte wärmere Luft, die mehr Feuchtigkeit halten kann, nicht auch mehr Schneefälle mit sich bringen und auf diese Weise die Eisschicht stärken? Dieser Frage ist Ricarda Winkelmann in ihrer Dissertation am PIK nachgegangen. „Lange Zeit wurde angenommen, dass mehr Niederschläge durch eine Erwärmung in der Antarktis paradoxerweise dem Meeresspiegelanstieg entgegenwirken können. Unsere Studie hat jedoch gezeigt, dass dieser Effekt zu einem großen Teil durch eine Beschleunigung der Eismas-



sen kompensiert wird.“ Weil zusätzlicher Schnee das Eis, das auf dem Boden aufliegt, stärker erhöht als die schwimmenden Eisschelfe am Rande des Kontinents, fließt es schneller in Richtung Küste – und trägt dadurch zum Anstieg des Meeresspiegels bei.

Dominoeffekte im Erdsystem

Sollte das antarktische Eis komplett verschwinden, würde das den Meeresspiegel weltweit um 58 Meter anheben. Ein Abschmelzen Grönlands würde weitere sieben Meter Meeresspiegelanstieg bedeuten. Das hätte weltweit fatale Folgen und langfristig wären auch die Küstenregionen in Deutschland vom Anstieg des Meeresspiegels betroffen. In der Zukunft könnte es zudem vermehrt zu Sturmfluten kommen und das Grundwasser möglicherweise versalzen. Auch für den globalen Ozean hätte ein verstärktes Abschmelzen Grönlands Konsequenzen: Das Golfstromsystem beispielsweise, das warme Luft zu uns nach Europa bringt, wird von Dichteunterschieden zwischen den Polarregionen und dem Äquator angetrieben. Das zusätzliche Süßwasser des schmelzenden Eisschildes kann diese Strömung verlangsamen – und dadurch könnte es auf dem europäischen Kontinent kälter werden.



DIE WISSENSCHAFTLERIN

Prof. Dr. Ricarda Winkelmann studierte Physik und Mathematik an der Georg-August-Universität Göttingen sowie an der University of California, Santa Barbara. Seit 2015

ist sie Juniorprofessorin für Klimasystemanalyse an der Universität Potsdam und am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung.

✉ ricarda.winkelmann@uni-potsdam.de

Winkelmann interessiert sich besonders für sogenannte Dominoeffekte im Erdsystem. Seit drei Jahren leitet die Juniorprofessorin das gleichnamige Projekt, das gemeinsam vom PIK und vom Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften GESIS durchgeführt wird. „Im Erdsystem gibt es einige interagierende Kippelemente. Sie sind vergleichbar mit einem Kajak: Kippt man damit im Wasser um, braucht es viel Kraft, um das Boot wieder umzudrehen.“ Denn ist ein Kippunkt erst einmal überschritten, entwickelt sich eine Eigendynamik, die ohne weitere äußere Einflüsse

Kante des antarktischen Ronne-Schelfeises, weltweit das zweitgrößte





Der Forschungseisbrecher
„Polarstern“ im Weddellmeer

fortschreitet – also etwa auch dann, wenn es gelänge, von heute auf morgen keine Treibhausgase mehr auszustoßen. Die Antarktis und Grönland zählen zu diesen Kippelementen, die die Forscher im Visier haben, aber auch der Amazonas-Regenwald, die globalen Ozeanströme und die Korallenriffe. Ihr Kippen hätte weitreichende Umweltauswirkungen, die die Lebensgrundlage vieler Millionen Menschen betreffen. Die globalen Zusammenhänge solcher Kippelemente untersucht Winkelmann im PIK-FutureLab „Earth Resilience in the Anthropocene“, dessen Ko-Leiterin sie seit 2019 ist.

Forschen bei eisigen Temperaturen

Bei ihren Expeditionen mit dem deutschen Forschungseisbrecher „Polarstern“ in die Antarktis, geleitet vom Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI), war die Wissenschaftlerin in teils noch unbekanntem Terrain unterwegs: „Vor etwa 100 Jahren brachen erstmals Forscher dorthin auf – ins ewige Eis, wie man im Deutschen gerne sagt. Auch wenn dieser schöne Ausdruck eigentlich nicht zutreffend ist, wie wir aufgrund der aktuellen Beobachtungen leider feststellen müssen.“ Die Arbeit an Bord begann oft schon um vier Uhr morgens mit dem morgendlichen Blick aufs Eis. „Vom Eisbrecher aus

haben wir die Schneebedeckung, die Eisdicke und die Eiskonzentration erfasst. Diese Daten bilden nur einen kleinen Teil der sehr umfangreichen Datensätze, die über die letzten Jahrzehnte zusammengetragen wurden.“ Mit diesen vor Ort erfassten Informationen können unter anderem Satellitenaufnahmen besser kalibriert werden.

Mit ihren Kollegen untersuchte Winkelmann weitere Eigenschaften des Meereises mit sogenannten Salz- und Lichtharfen, die am Max-Planck Institut für Meteorologie in Hamburg entwickelt wurden. Die Harfen, die statt Saiten Drahtpaare besitzen, messen Salzgehalt, Temperatur und Lichteinfall über die gesamte Tiefe der Scholle. „Wir können so das Wachsen und Schmelzen einer Scholle über das Jahr hinweg aufzeichnen. Die Harfen werden ins Eis eingesetzt, eingefroren und senden dann per Satellit regelmäßig neue Messdaten.“ Ziel dieser Messungen ist es herauszufinden, wie sich das Meereis in der Antarktis verändert. „Für mich als Mathematikerin, die sonst mit dem Computer oder Papier und Bleistift arbeitet, ist es eine unglaubliche Erfahrung, auf einer Expedition das Eis einmal direkt zu untersuchen.“ Und das teils bei gefühlten Temperaturen von bis zu 55 Grad unter null. „Bei solchen Temperaturen muss man sich jede kleinste Bewegung überlegen. Zumal man immer dicke Handschuhe trägt – da kann schon das Festziehen einer Schraube schwierig werden.“



Pinguine laufen über eine Eisscholle.

Klimawandel und Klimaziele

Neben ihrer Forschung ist Winkelmann seit vier Jahren Mitglied der Jungen Akademie an der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften und der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina sowie seit Kurzem auch im Präsidium der Jungen Akademie tätig. „Wir feiern 2020 das 20-jährige Jubiläum der Jungen Akademie. Um ein möglichst großes Publikum zu erreichen, starten wir neben Angeboten wie unseren öffentlichen KlimaLectures einen Online-Wettbewerb zum Thema Nachhaltigkeit und auch eine Veranstaltungsreihe zu wissenschaftlichen Themen in Kinos, Museen oder



Arbeit mit dem Eiskernbohrer

Kneipen.“ Doch genauso wichtig wie Forschung und deren Vermittlung ist der Juniorprofessorin die Lehre. „In meinen Seminaren und Vorlesungen an der Universität Potsdam finde ich es besonders wichtig, aktuelle Forschungsthemen einzubinden.“ Sie entwickelt mit den Studierenden auch neue Lehrformate, wie etwa ein Wiki zur Klimaphysik oder SmartMovies zu Kippelementen.

Für die nächsten Jahre hat sich die Forscherin viel vorgenommen. Unter anderem als Mitglied der neu ins Leben gerufenen Earth Commission, einer Vereinigung führender Erdsystemforscherinnen und -forscher, die von PIK-Direktor Professor Johan Rockström mit geleitet wird. Ziel ist es, über das Pariser Klimaabkommen hinaus die wissenschaftliche Grundlage für weitere Nachhaltigkeitsziele zu erarbeiten: zum Beispiel für den Schutz des Amazonas-Regenwaldes, den Erhalt der Biodiversität und für eine umweltverträgliche Landnutzung. „Die Arbeit beginnt jetzt und wird mich die kommenden drei Jahre beschäftigen. Ich freue mich sehr darauf.“

Auch wenn sie mit ihrer Forschung ständig auf globale Gefahren hinweist – Ricarda Winkelmann ist eine sture Optimistin, wie sie selbst sagt. „Alexander von Humboldt hat einmal sehr treffend gesagt, dass gute Ideen nur dann nützen, wenn sie in vielen Köpfen lebendig werden. Im Moment habe ich den Eindruck, dass der Klimawandel international im Bewusstsein der Menschen angekommen ist.“ Und das müsse er auch. „Wenn wir das in Paris vereinbarte UN-Klimaziel, den globalen Anstieg der Temperaturen auf deutlich unter zwei Grad Celsius zu begrenzen, einhalten wollen, müssen wir jetzt die Kehrtwege schaffen.“

DR. JANA SCHOLZ



„SO JEMANDEN WOLLEN WIR HIER NICHT“

Erste Studie zu Hate Speech an deutschen Schulen

Hass und Hetze bedrohen das friedliche Zusammenleben in unserer Gesellschaft. Nicht nur im Netz, sondern auch in der analogen Welt. Sie sind Ausdruck von Intoleranz, Ausgrenzung und Verachtung gegenüber ganzen Gruppen der Bevölkerung. Inwieweit auch Schulen davon betroffen sind, untersuchen jetzt die Potsdamer Bildungsforscher Sebastian Wachs und Wilfried Schubarth gemeinsam mit ihrem Cottbuser Kollegen Ludwig Bilz. In der deutschlandweit ersten Studie zu Hate Speech an Schulen wollen sie Risikofaktoren festmachen und aufzeigen, was Lehrende und Lernende dagegen tun können.

Ein Kind kommt neu in eine Klasse. Vor wenigen Monaten erst musste es mit seinen Eltern aus der Heimat fliehen. Niemand im Raum kennt die Gründe, weiß das Geringste über die Geschichte dieser Familie, die Umstände ihrer Flucht. Und doch tönt es aus einer der Bankreihen: „So jemanden wollen wir hier nicht. Meine Mutter hat gesagt, die wollen alle nur Geld.“

„Das hat Botschaftscharakter“, sagt Wilfried Schubarth. „Es ist eine öffentlich geäußerte Meinung im

öffentlichen Raum einer Schule.“ In diesem konkreten Fall ging die Hetze online weiter. In der Klasse formierte sich eine rassistische WhatsApp-Gruppe. Ein Fall von Hate Speech!

Es ist nur eines der vielen Beispiele, von denen Lehrkräfte immer häufiger aus dem Schulalltag berichten. Hier wird jemand wegen seiner homosexuellen Neigung diskriminiert, dort wegen einer körperlichen Beeinträchtigung oder einer religiösen Überzeugung. Das, so könnte man meinen, hat es schon

DAS PROJEKT

Hate Speech als Schulproblem? Eine kombinierte Schüler- und Lehrerstudie zur Relevanz, zur Häufigkeit und zu den Determinanten des Phänomens Hate Speech an Schulen sowie zum Umgang damit

Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Laufzeit: 9/2019–2/2022

immer gegeben. Und es war und ist Aufgabe auch der Schule, erziehend einzugreifen. Aus ihrer viel beachteten Studie zum „Lehrerhandeln bei Gewalt und Mobbing“ wissen Wilfried Schubarth und Ludwig Bilz jedoch, dass dies viel zu selten geschieht. Teils, weil Lehrkräfte bei der Fülle der von ihnen erwarteten Leistungen keine Kraft mehr haben, teils, weil ihnen das Wissen darüber fehlt oder sie die Folgen des Wegschauens unterschätzen.

Mit dem immer stärker werdenden Phänomen der Hate Speech, die eben auch vor der Schultür keinen Halt macht, sei jetzt allerdings eine neue Qualität erreicht, mahnt Wilfried Schubarth. Dabei grenzt er den Begriff von anderen Erscheinungen wie Cybermobbing und verbaler Gewalt ab. „Hate Speech äußert sich in Worten, Bildern und Videos und animiert dazu, jemanden in seiner Würde zu verletzen. Im Unterschied zu Mobbing bezieht sie sich immer auf marginalisierte Gruppen, zum Beispiel Geflüchtete oder Menschen mit Behinderungen“, erklärt sein Kollege Sebastian Wachs. Eine Person könne attackiert werden, stellvertretend für die Gruppe, der sie angehört. Hate Speech enthalte stets eine Botschaft, eine Aufforderung zur Diskriminierung. „Das bedroht die Demokratie und muss im Unterricht behandelt werden“, fordert Wachs.

Themen mit Konfliktpotenzial werden vermieden

Der auf Gewalt im Netz spezialisierte Wissenschaftler hat jetzt gemeinsam mit dem Potsdamer Sozialisationsforscher Wilfried Schubarth und dem Psychologen Ludwig Bilz von der BTU Cottbus-Senftenberg ein sozioökologisches Modell entwickelt, mit dem

sie die bundesweit erste empirische Studie zu Hate Speech an deutschen Schulen durchführen. Das Problem wird darin nicht isoliert als Online-Phänomen betrachtet, sondern in seinen Überschneidungen mit dem Schulalltag. Hier vor allem erleben Kinder und Jugendliche ihre Verschiedenheit und daraus resultierende Konflikte. „Die Schule ist deshalb auch der Ort, an dem sie lernen sollten, wie Demokratie und das Zusammenleben in der Gesellschaft funktionieren“, so Schubarth. Doch im Unterricht werde kaum noch über Politik gesprochen. „Vielerorts gibt es eine starke Verunsicherung im Umgang mit der AfD. Themen mit Konfliktpotenzial werden vermieden. Rechtsextremismus entwickelt sich zu einem Tabuthema, obwohl doch die Lehrkräfte gerade hier Haltung beweisen müssten“, kritisiert Schubarth, der sich in zahlreichen Untersuchungen mit der Werte- und Demokratiebildung an deutschen Schulen befasst hat.

Um sich dem Thema Hate Speech an Schulen aus verschiedenen Perspektiven anzunähern, führen die Wissenschaftler derzeit qualitative Interviews mit Lehrkräften sowie Schülerinnen und Schülern in Berlin und Brandenburg. Sie wollen herausfinden, wie sie auf Hassrede reagieren und welche Faktoren ihr Verhalten beeinflussen: Faktoren, die in der eigenen Persönlichkeit, in der Auseinandersetzung mit anderen, im Schulklima oder der Gesellschaft allgemein begründet liegen können.

Bevor sie allerdings mit den Interviews beginnen konnten, bauten sich Hürden auf, mit denen niemand im Team gerechnet hatte. Die Brisanz des Themas komplizierte die Genehmigungen durch das Bildungsministerium, die Schulämter, die Datenschutzbeauftragten und die Ethikkommission. „Was zum Beispiel geschieht, wenn einer Schülerin während eines Interviews bewusst wird, dass sie ein Opfer

Hass im Klassenzimmer ist real – auch virtuell.



ist?“, erklärt Schubarth einen berechtigten Einwand. Eine zweite Hemmschwelle hatten die Schulen selbst zu überwinden. „Wer will schon zugeben, dass Hate Speech an der eigenen Einrichtung ein Problem ist? Das ist nicht gut fürs Image“, so der Bildungsforscher, der mit seinen Fragen den Finger in die Wunde legt: Gibt es Gewalt an der Schule? Werden einzelne Personen oder ganze Gruppen diskriminiert und offen angefeindet? Wie gehen die Lehrkräfte damit um? Hat sich das soziale Klima verändert? Darauf ehrlich zu antworten, erfordert Mut und die Einsicht, dass das Problem nicht verschwindet, wenn man die Augen davor verschließt.

„Trump Effekt“ an amerikanischen Schulen

In den USA haben erste Studien zu Hate Speech an Schulen bereits einen „Trump-Effekt“ ausgemacht und einen unmittelbaren Einfluss auf das Miteinander und die Kommunikation messen können, berichtet Sebastian Wachs. In einer von ihm initiierten und geleiteten Untersuchung in acht Ländern wurden 7.000 Jugendliche zwischen zwölf und 18 Jahren nach ihren Erfahrungen und dem Umgang mit Online-Hass gefragt. Rund um den Globus – in Spanien, Zypern und Griechenland genauso wie in Thailand, Indien, Südkorea, den USA und auch in Deutschland berichteten die Jugendlichen davon, im Internet mit Hate Speech konfrontiert zu werden. „Soziale Netzwerke wirken dabei wie Katalysatoren“, sagt Sebastian Wachs. Was früher am Stammtisch posaunt wurde, breche sich jetzt im Internet Bahn. „Es sind wenige Personen, aber die sind sehr laut und völlig enthemmt, geschützt durch die Anonymität des Netzes.“ Im Ergebnis ihrer internationalen Studie fordern die Autoren Programme, die den Jugendlichen Bewältigungsstrategien aufzeigen, Medienkompetenz vermitteln und ihre Selbstbehauptung stärken. Nur so lasse sich negativen Folgen vorbeugen und dem geäußerten Hass offen entgegentreten.

Letztlich aber ist Schule Teil der Gesellschaft. Und so bezieht die Berlin-brandenburgische Studie eben auch gesellschaftliche Faktoren ein: Wer und was bereiten den Nährboden, auf dem Hass gedeiht? Gibt es eine gesellschaftliche Akzeptanz von Gewalt und Diskriminierung? Reproduziert sich dieser Hass in der Schule? Das Forscherteam geht davon aus, dass gerade Kinder und Jugendliche aufgrund ihres Entwicklungsstandes besonders anfällig sind. „Hater generieren Hass mit hoher Emotionalität und krimineller Energie“, weiß Wilfried Schubarth. „Da besteht Ansteckungsgefahr. Wenn Jugendliche Gleichaltrige erleben, die Hass reden, fällt es ihnen leichter mitzumachen. Es gibt ihnen das Gefühl dazuzugehören, sich zu solidarisieren.“



DIE WISSENSCHAFTLER

Prof. Dr. Wilfried Schubarth studierte Pädagogik und promovierte in Leipzig. Nach der Habilitation in Dresden und wissenschaftlicher Tätigkeit in Greifswald wurde er 2004 zum Professor für Erziehungs- und Sozialisationstheorie an der Universität Potsdam berufen.

✉ wilschub@uni-potsdam.de



Dr. Sebastian Wachs studierte Erziehungswissenschaften und promovierte in Bremen. Derzeit vertritt er die Professur für Medienbildung mit dem Schwerpunkt schulische Lehr-Lern-Prozesse an der Universität Potsdam.

✉ wachs@uni-potsdam.de



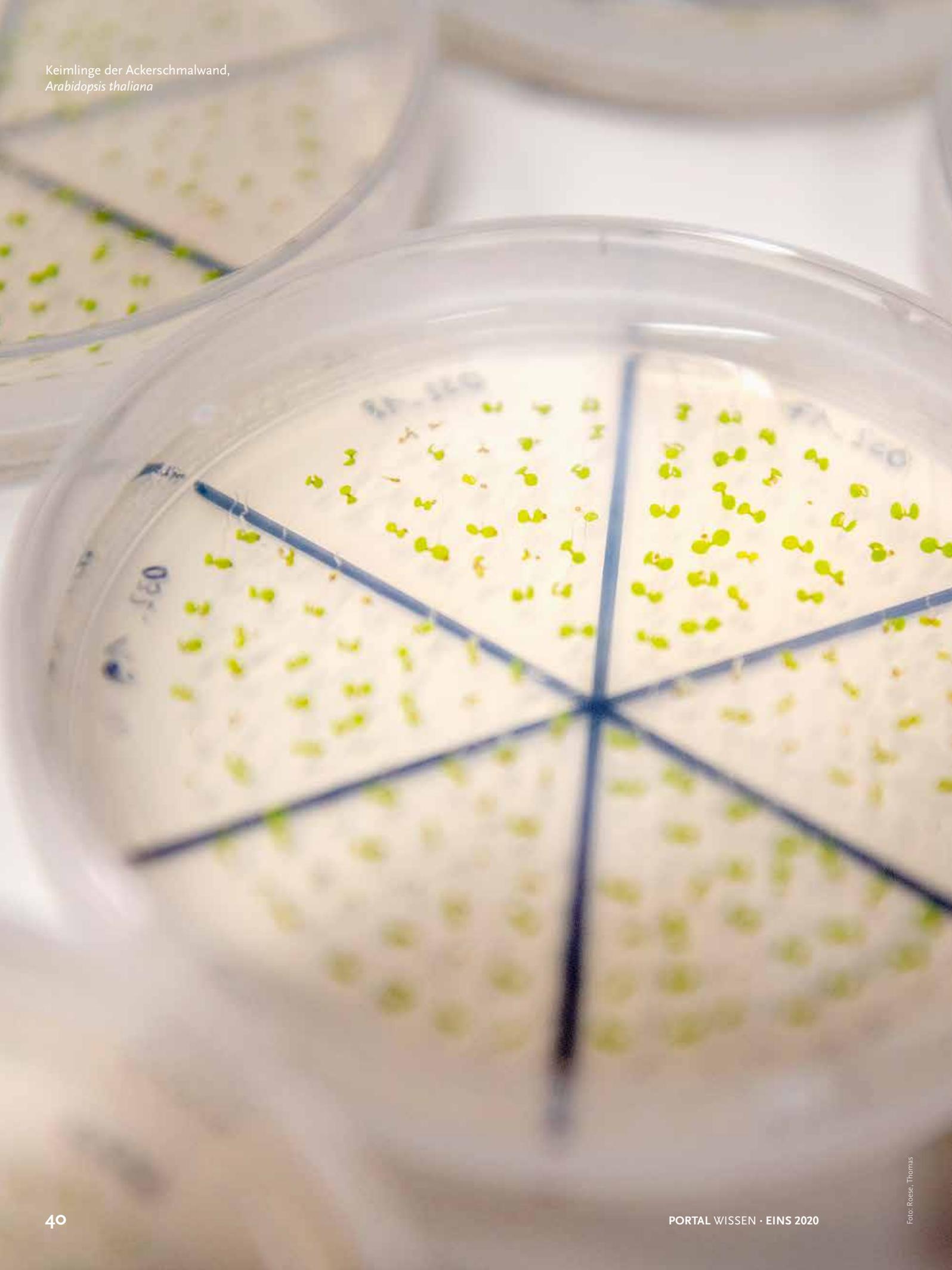
Prof. Dr. Ludwig Bilz studierte in Halle Psychologie und promovierte in Dresden. Seit 2016 bekleidet er die Professur für Pädagogische Psychologie an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg.

Von Berlin Neukölln bis in die Lausitz

Aus den qualitativen Interviews werden die Wissenschaftler die Instrumente für eine repräsentative Erhebung entwickeln. In den kommenden zwei Jahren sollen damit 2.000 Mädchen und Jungen von der siebten bis zur neunten Klasse aller staatlichen Schulformen befragt werden, zusätzlich rund 500 Lehrerinnen und Lehrer: von Berlin Neukölln und Prenzlauer Berg über Potsdam bis in die Lausitz. Dank der Kooperation mit der BTU wird ein Vergleich von Schulen in Berlin und dem Flächenland Brandenburg möglich. Neben zwei Doktoranden bezieht das Forschungsteam etliche Studierende ein, die im Projekt ihre Masterarbeit schreiben. So fließen die Ergebnisse unmittelbar in die Lehrerbildung ein. Wie nach der Mobbing-Studie sind zudem eine praxisnahe Publikation und Weiterbildungen geplant, damit Lehrkräfte möglichen Hate Speech-Attacken in der Schule wirksam begegnen und so ihrem Erziehungsauftrag auf diesem schwierigen Feld gerecht werden können.

ANTJE HORN-CONRAD

Keimlinge der Ackerschmalwand,
Arabidopsis thaliana



The background of the page is a close-up, slightly blurred photograph of several petri dishes. Each dish contains a white agar surface with small, green, plant-like structures growing on it. The dishes are arranged in a grid-like pattern, with some in the foreground and others receding into the background. The lighting is soft and even, highlighting the texture of the agar and the vibrant green of the plant tissue.

Pflanzen *im* Alarmzustand

Wie Gene und Moleküle Pflanzen bei Hitze schützen

DAS PROJEKT

„Chromadapt (The role of chromatin in the long-term adaptation of plants to abiotic stress)“ ist ein von der EU (HORIZON 2020) gefördertes Projekt, das die molekularen Grundlagen von Anpassungen an Hitzestress bei Pflanzen untersucht.

Laufzeit: 2017–2022

Förderung: Europäischer Forschungsrat (ERC)

<https://cordis.europa.eu/project/rcn/209923/factsheet/en>

Die Biologin Isabel Bäurlle ist dem Hitzestressgedächtnis von Pflanzen auf der Spur und begibt sich dazu auf deren molekulare Ebene. Ihre Erkenntnisse könnten der Züchtung von stresstoleranten Nutzpflanzen neuen Schwung geben.

Die Keimlinge sind erst zwei Wochen alt. Gleichmäßig reihen sie sich auf dem Nährboden der runden Petrischale dicht aneinander. Mit ihren zwei Keimblättern sehen sie alle gleich aus, doch dieser äußere Eindruck täuscht. Die Pflanzenbabys gehören zwar zu einer Art – der Ackerschmalwand, *Arabidopsis thaliana* –, aber Vicky Oberkofler hat in jeden der sechs auf dem Plattenboden eingezeichneten Sektoren sorgfältig Pflanzen platziert, die durch Mutationen jeweils eine unterschiedliche genetische Ausstattung besitzen. Nun wird die Doktorandin mit den Keimlingen Versuche starten. Deren Ziel ist es herauszufinden, wie die Pflanzen auf Hitzestress reagieren.

Erste Hilfe durch Hitzeschockproteine

Wenn die Sonne brennt und die Temperaturen steigen, kann eine Pflanze nicht einfach in den Schatten gehen. Dennoch sind auch Pflanzen nicht ganz wehrlos gegenüber der Hitze. Einige schützen sich mit Haaren oder einer dicken Wachsschicht, andere rollen ihre Blätter ein. Vor allem aber lösen zu hohe Temperaturen die Produktion bestimmter Eiweiße aus. Hitzeschockproteine sind so etwas wie ein Notfallmedikament für hitzestressierte Pflanzen. Sie reparieren in den Zellen geschädigte Eiweißstoffe und schützen noch intakte vor neuen Schä-

den. „Wir interessieren uns für die Regulation der Gene, die für diese Hitzeschockproteine verantwortlich sind“, erklärt Isabel Bäurlle. Daneben sind aber auch weitere Strukturen auf der molekularen Ebene für die Forscherin interessant. Denn sie vermutet, dass Komplexe von DNA und den sie umgebenden Proteinen – das sogenannte Chromatin – ebenfalls darüber bestimmen, wie gut oder schlecht eine Pflanze Hitze verträgt.

Die Professorin für Pflanzliche Epigenetik erforscht schon seit Langem die genetischen und molekularbiologischen Grundlagen, die Pflanzen widerstandsfähig gegenüber Hitzestress machen. Die Ergebnisse ihrer Forschung sollen künftig wichtige Impulse für die Züchtung von Nutzpflanzen liefern. „Neben Trockenheit ist die Hitze einer der wichtigsten Faktoren, die auch in unseren Breiten zu großen Ernteverlusten führen“, betont Bäurlle. Und mit dem Klimawandel werden die Hitzewellen im Sommer immer intensiver und häufiger. Deshalb ist es wichtig,

Fotos: Reese, Thomas (2)



die molekularen Mechanismen aufzuschlüsseln, die zu mehr Toleranz führen. Mit widerstandsfähigeren Sorten könnten die Landwirtinnen und Landwirte besser auf die Herausforderungen der Zukunft reagieren und für stabile Erträge sorgen. Ein entscheidender Punkt ist dabei das Hitzestressgedächtnis, das Bärle mit ihrem Team genauer untersucht.

Pflanzen mit Gedächtnis

Dafür müssen die Keimlinge der Ackerschmalwand erst einmal abtauchen: Für eine Stunde werden sie in 37 Grad Celsius warmem Wasser an hohe Temperaturen gewöhnt. „Priming“ nennen das die Biologen. Einige Tage später wiederholt sich die Prozedur – nun allerdings bei 44 Grad Celsius. Keimlinge, die zuvor kein Priming durchlaufen haben, überleben diesen Stress nicht. Doch bei den Versuchspflänzchen ist das anders: Sie haben ein Hitzestressgedächtnis entwickelt, das es ihnen erlaubt, auf große Hitze schnell zu reagieren – ohne größere Schäden.

Im Experiment werden jedoch trotz des Primings einige der Pflanzen in der Hitze eingehen. Andere werden kaum beeinträchtigt sein. Verantwortlich dafür sind bestimmte Gene, die die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zum Teil schon identifiziert haben. Dort, wo diese Gene aktiv sind, verändert sich die Struktur des Chromatins. Das Team um Isabel Bärle vermutet, dass dies eine Voraussetzung dafür ist, dass Pflanzen ein Hitzestressgedächtnis ausbilden können. Mit ihrem Experiment wollen die Biologen nun herausfinden, was in den Pflanzen geschieht, wenn diese Gene durch Mutationen ausgeschaltet werden und nicht richtig funktionieren. Bei jeder Mutante wird anschließend untersucht, welche Gene aktiv oder inaktiv sind, wie der Chromatinzustand ist, welche Proteine gebildet werden und wie sie den Hitzestress vertragen hat.

Fotos: Roese, Thomas (2)



Prof. Isabel Bärle



DIE WISSENSCHAFTLERIN

Prof. Dr. Isabel Bärle studierte Biologie und Chemie an der Universität Freiburg. Nach einer Juniorprofessur ist sie seit 2019 Professorin für Pflanzliche Epigenetik an der Universität Potsdam.

✉ isabel.baeurle@uni-potsdam.de

Nächster Schritt: Züchtung

Die Mechanismen sind komplex, Schritt für Schritt arbeiten sich die Forschenden voran. „Oft wirft eine Frage, die wir beantworten, drei neue Fragen auf“, sagt Isabel Bärle. „Wir wissen bereits, dass bei Hitze bestimmte Gene an- und ausgeschaltet werden“, erklärt die Forscherin. Noch einige Tage nach dem Stress bleiben diese Gene aktiv. Die Pflanze bleibt sozusagen im Alarmzustand und kann bei Bedarf rasch mit Schutzmolekülen auf heiße Wetterphasen reagieren. Außerdem gibt es einige Gene, die kurze Zeit nach einem Hitzeereignis wieder ausgeschaltet werden, bei erneutem Stress aber schneller wieder aktiv sind. Bärle spricht von einem „molekularen Hitzestressgedächtnis“.

Um zu untersuchen, wann die einzelnen Gene aktiv oder inaktiv sind, arbeiten die Forschenden um Bärle auch mit einem Stoff, der von Glühwürmchen bekannt ist: Das Biomolekül Luciferin beginnt zu leuchten, wenn es mit einem bestimmten Enzym, der Luciferase, in Kontakt kommt. Im Labor haben die Molekularbiologen ihre Pflanzen mit einem Luciferase produzierenden Gen ausgestattet. Dieses ist aber nur aktiv, wenn auch andere bestimmte Gene angeschaltet sind, für die sich die Forschenden interessieren. Werden die Versuchspflänzchen dann mit Luciferin besprüht, beginnen sie dort, wo die gesuchten Gene aktiv sind, zu leuchten. Für die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ist dies eine einfache Methode, um schnell und umfassend Genaktivitäten zu überprüfen.

In einem nächsten Schritt werden hier im Labor Gerstenpflanzen genauer unter die Lupe genommen. Ein bestimmtes Gen, das FORGETTER1-Gen, das bei der Hitzeantwort der Ackerschmalwand beteiligt ist, haben die Forschenden nämlich auch bei der Gerste gefunden. Nun wollen sie es ausschalten und beobachten, wie die Pflanze reagiert und was mit ihrem Hitzestressgedächtnis geschieht. Am Ende geht es darum, Gerstenpflanzen zu züchten, die gegen Hitzestress weniger anfällig sind. Die Grundsteine dafür werden hier gelegt.

HEIKE KAMPE



Tote Sprache, wichtige Sprache?

DFG-Projekt untersucht die Bedeutung
von Altgriechisch und Latein

Latein bringt die Systematik in den Kopf, schult logisches Denken und hilft beim Verständnis für deutsche Grammatik oder beim Erlernen anderer Sprachen. So lauten die gängigen und immer wieder bemühten Annahmen über sogenannte Transfereffekte, wegen der es sich lohne, alte Sprachen zu lernen. Forscher der Universität Potsdam und der Freien Universität Berlin (FU) wollten es genauer wissen und empirisch belegen, warum Eltern ihre Kinder nach wie vor in den Lateinunterricht schicken.

„Mir hat Latein bei anderen Sprachen nicht geholfen“, erinnert sich Ulrich Kohler. Der Professor für Empirische Sozialforschung an der Universität Potsdam hatte zwar Latein in der Schule, war aber trotzdem nicht sonderlich sprachbegabt. „Ich glaube aber, dass mein Sprachstil durch Latein beeinflusst wurde. Allerdings nicht unbedingt zum Positiven, wie mir viele versichern, da ich zu Schachtelsätzen neige.“ Gemeinsam mit Prof. Dr. Jürgen Gerhards von der FU Berlin ist Kohler der Frage nachgegangen, warum Latein heutzutage immer noch angesagt ist. Dabei glauben die Forscher nicht, dass Latein die Fähigkeiten in anderen Bereichen verbessert: „Die Studienlage dazu ist eindeutig“, resümiert Kohler, „Latein bringt weder Vorteile beim Erlernen anderer Sprachen noch beim logischen Denken.“ Es gebe keinerlei tragfähige Befunde dafür, dass Latein im Vergleich zu anderen

Sprachen mehr Transfereffekte habe. „Angesichts dieser Erkenntnisse interessiert uns, warum die altsprachliche Profilierung heutzutage immer noch so beliebt ist“, so der Forscher. Um das herauszufinden, haben die Sozialwissenschaftler insgesamt 778 Eltern von Kindern in der 4. und 7. Klasse an ausgewählten Grundschulen und Gymnasien befragt.

Latein hat noch immer ein elitäres Image

Kohler sieht drei mögliche Erklärungen dafür, warum Lateinunterricht bei Eltern nach wie vor hoch im Kurs steht: Erstens profitiere Latein bis heute von einem elitären humanistischen Image. „Man kann

DAS PROJEKT

Die Wahl von Latein und Altgriechisch als schulische Fremdsprachen: Eine Distinktionsstrategie der oberen sozialen Klasse?

Laufzeit: 2016–2021

Beteiligt: Prof. Dr. Jürgen Gerhards (Freie Universität Berlin), Prof. Dr. Ulrich Kohler (Universität Potsdam)

Förderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

sich abheben, wenn Bildung nicht nur dem Zweck dient, ein besseres Einkommen zu erzielen“, erläutert Kohler. Latein werde so zu einem Distinktionsmerkmal, mit dem sich bildungsbürgerliche Schichten von anderen abgrenzen. Zweitens wählten Eltern oft ein humanistisches Gymnasium für ihre Kinder, weil es dort ein gutes Lernumfeld gebe. „Die Leute wollen die Schulen nicht, weil sie Latein und Altgriechisch anbieten, sondern weil die Schule gut ist. Dann nehmen sie Latein in Kauf“, so der Wissenschaftler über den aus seiner Sicht stärksten Faktor. Hier spielten Bildungshintergrund und Einkommen der Eltern eine Rolle. Wollen sie doch das Prestige der Schule nutzen, damit ihre Kinder auch in den anderen Fächern erfolgreich abschließen. Und drittens halte sich hartnäckig der Glaube an die positiven Transfereffekte – dass Schüler also dank Lateinunterricht auch Vorteile in Mathe-

matik oder beim logischen Denken haben.“ Wie fest die positiven Transfereffekte bei den Eltern verankert sind, hat den Soziologen überrascht: „Denn ihnen liegen keinerlei wissenschaftliche Erkenntnisse zugrunde: Rationalität und Empirie spielen da überhaupt keine Rolle – unabhängig vom Bildungshintergrund der Eltern“, bilanziert Ulrich Kohler.

Um diese drei zentralen Mechanismen genauer zu untersuchen, hat das Team um Kohler ein „hochspezielles Datenerhebungsdesign kreiert, das aus einer Grundschul-Erhebung und einer Gymnasial-Erhebung besteht“. Die Grundschulen befinden sich in Düsseldorf und liegen in gleicher Entfernung zu Gymnasien, die altsprachliche oder neusprachliche Klassenzüge anbieten. „Dort haben wir Eltern befragt, deren Kinder am Ende der vierten Klasse waren, sodass sie die Entscheidung für die weiterführende Schule bereits getroffen hatten.“ Parallel dazu fanden Erhebungen in westdeutschen Gymnasien statt, die ihren Schülerinnen und Schülern freie Wahl zwischen alt- und neusprachlicher Profilierung lassen. „Da uns vorrangig der Bildungshintergrund der Eltern interessiert, haben wir nicht die Schüler selbst befragt“, betont Kohler. Zudem gehen die Sozialwissenschaftler davon aus, dass die Eltern maßgeblich die Fremdsprachenwahl ihrer Kinder beeinflussen. Die Auswertung der Befragungen haben die Annahmen der Forschenden bestätigt. Dabei betont der Soziologe immer wieder, die Untersuchung „liefert keine Evaluation, ob Latein etwas bringt oder nicht. Hierzu liegen bereits Studien vor“, so Kohler. „Unser Daten belegen vielmehr, dass viele Eltern entgegen der Studienlage an die Vorteile von Latein glauben

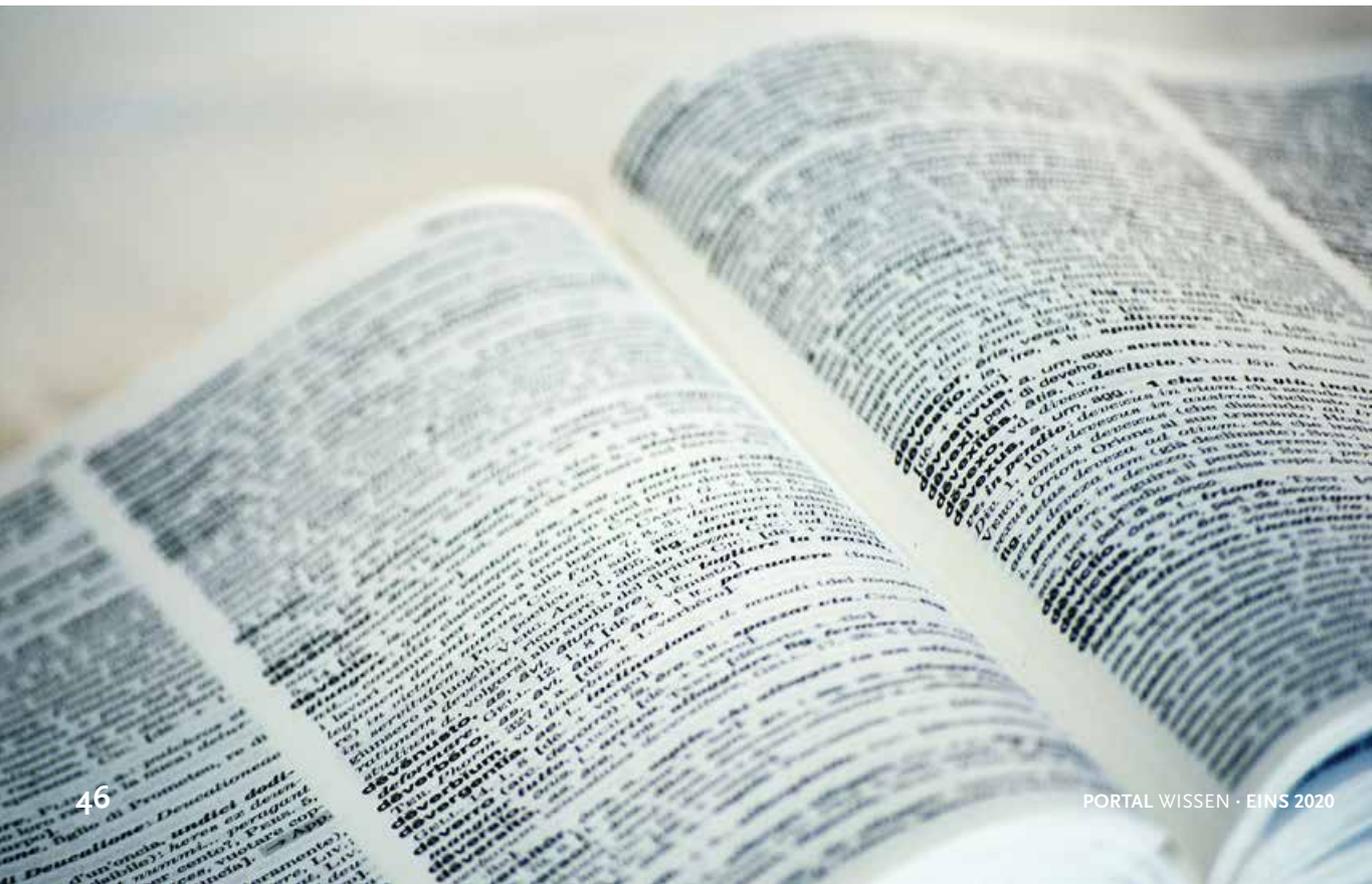


DER WISSENSCHAFTLER

Prof. Dr. Ulrich Kohler studierte Soziologie, Geschichte und Rechtswissenschaft an der Universität Konstanz sowie Soziologie, Wirtschafts- und Sozialgeschichte/

Neuere Geschichte und öffentliches Recht an der Universität Mannheim. Seit Oktober 2012 ist er Professor für Methoden der empirischen Sozialforschung an der Universität Potsdam.

✉ ulrich.kohler@uni-potsdam.de





Prof. Ulrich Kohler

und darum ihre Kinder zum Erlernen dieser Sprache ermuntern.“

Umstrittene Transfereffekte

Wie zu erwarten war, fanden die Ergebnisse der Untersuchung nicht nur Zustimmung. Zahlreiche Expertinnen und Sprachwissenschaftler liefen dagegen Sturm. So kritisierte der Deutsche Altphilologenverband die angeblich ideologischen Ansätze der Studie: Die von den Sozialforschern verwendete Grundlage sei zum Teil veraltet und habe eine zu schmale empirische Basis. „Anscheinend fühlen sich Leute durch dieses Projekt auf den Schlipps getreten“, reagiert Ulrich Kohler auf die Kritik. „Wobei sich die kontroverse Diskussion in den Medien weniger auf unsere Studie als auf die Zusammenfassung des Forschungsstandes bezog. Stets geht es darum, ob Latein positive Transfereffekte hat oder nicht. Hier zieht der Altphilologenverband andere Studien heran und spricht unseren Belegen die Qualität ab.“ Diese Argumentation kann der Potsdamer Wissenschaftler nicht nachvollziehen. „Die vom Altphilologenverband aufgerufenen Studien eignen sich gar nicht zur Untersuchung der unterstellten Transfereffekte.“

Einen positiven Effekt altsprachlicher Kompetenz gibt es dann aber doch, wie eine Studie zeigt, die Dr. Tim Sawert, Mitarbeiter im DFG-Projekt und maßgeblich an dessen Entwicklung beteiligt, durchgeführt hat: „Er hat fingierte Bewerbungen geschrieben, mal mit Lateinkenntnissen im Lebenslauf, mal ohne. Er wollte testen, inwieweit das schulische Fremdsprachenprofil nach dem Abschluss eines Studiums die Chancen auf dem Arbeitsmarkt beeinflusst“, berichtet Kohler. „Interessant war, dass Bewerberinnen und Be-



werber, die Latein ab der 5. Klasse hatten und danach Altgriechisch, deutlich häufiger zum Vorstellungsgespräch eingeladen wurden.“ Ein Befund, der abermals belegt, wie fest verankert der Glaube an die positiven Transfereffekte eigentlich ist.

Im Moment erlebt das DFG-Projekt eine Zäsur: „Die zentrale Publikation ist derzeit zur Kontrolle bei einer englischen Muttersprachlerin.“ Danach geht es mit etwas verringertem Aufwand weiter. Während der Sozialwissenschaftler Kohler mit dem Thema abgeschlossen hat, kann er sich Nachfolgeprojekte vorstellen. „Nach Latein und Altgriechisch möchten wir uns gerne andere bisher nicht entdeckte Ursachen für Bildungsungleichheit anschauen. Derzeit überlegen wir, uns intensiver mit Auslandsaufenthalten zu beschäftigen“, erläutert Ulrich Kohler.

DR. SILKE ENGEL

Neutronen zählen für die Umweltforschung

**Wie Forschende mithilfe von Teilchen aus
dem All die Bodenfeuchte messen**



Sie sind superschnell, energiereich und entstehen, wenn Teilchen aus dem Weltraum auf die Erde treffen: Neutronen sind allgegenwärtig und durchdringen Materie meist relativ problemlos. Nur Wasserstoff und einige andere seltene Elemente können sie einfangen oder zumindest abbremsen. Auf dieser Grundlage nutzen Forscher die Teilchen, um Wasser im Boden aufzuspüren.

„Ich bin eigentlich Physiker“, sagt Sascha Oswald. Dass der Forscher sich für Strahlungen im Weltall, Teilchenschauer und Neutronen interessiert, ist also nicht erstaunlich. Das Besondere ist aber, dass er als Professor am Institut für Umweltwissenschaften und Geographie geschickt Physik und Umweltwissenschaften miteinander verbindet. Gemeinsam mit seinem Team und zahlreichen weiteren Kooperationspartnern entwickelt und optimiert er eine Methode, die auf physikalischer Grundlage misst, wie viel Wasser im Boden gespeichert ist.

Die Methode nimmt ihren Anfang im Weltall: Bei Sternexplosionen entstehen superschnelle, energiereiche Teilchen, die auf ihrem Weg durchs All irgendwann auch auf die Erde treffen, ebenso wie der Sonnenwind. Hunderte von ihnen prallen in jeder Sekunde auf jeden Quadratmeter der äußeren Erdatmosphäre. Hier kollidieren sie mit anderen Teilchen und lösen damit einen Teilchenschauer von zahlreichen, dann etwas langsameren Teilchen aus. Viele davon gelangen auch auf die Erdoberfläche. Auf ganz bestimmte dieser Teilchen – die Neutronen – hat es Sascha Oswald abgesehen. Denn diese besitzen interessante Eigenschaften, die der Physiker für seine Messungen nutzen kann.

Bodenfeuchte als Unsicherheitsfaktor in der Klimaforschung

Die Arbeiten dazu sind in der DFG-Forschungsgruppe „Cosmic Sense“ angesiedelt. Das Ziel der überregionalen Forschungseinheit ist es, genauere Messmethoden und Modelle zu entwickeln, um den Wasserkreislauf und hydrologische Veränderungen in der Landschaft besser zu verstehen. Welchen Weg das Wasser in der Atmosphäre, an der Erdoberfläche und im Boden nimmt, ist ein wichtiger Faktor in hydrometeorologischen Modellen, der derzeit noch mit großen Unsicherheiten behaftet sind. Mithilfe der Neutronen hoffen die Forscherinnen und Forscher, einen großen Teil der Wissenslücken zu schließen.

Seit 2008 wird dazu an einem neuartigen Sensor geforscht. Er soll genauere Daten über jenes Wasser, das im Boden gespeichert ist, liefern. Fachleute sprechen von der Bodenfeuchte. Wie hoch diese ist, hängt von zahlreichen Faktoren ab: Wie viel hat es geregnet? Bedecken Wälder oder Gräser die Oberfläche, die das



Nichtinvasive Cosmic-Ray Neutron Sensing (CRNS)-Sonde auf einer Wiese bei einer Vergleichsmessung mit Kalibrator



Wasser aufnehmen und verdunsten? Ist der Boden sandig, steinig oder lehmig? Auch durch den Klimawandel und die Form der Landnutzung schwankt die Bodenfeuchte, die eine wichtige Lebensgrundlage für Pflanzen, Bodenorganismen und auch die Landwirtschaft ist.

Genauere Daten durch neue Methoden

„Die Bodenfeuchte variiert räumlich sehr stark. Herkömmlich wird dieser Wert punktuell mit einer Bodensonde bestimmt. Aber einen Meter weiter kann der Wert ganz anders sein“, erklärt Sascha Oswald. Darum sei es so schwierig, ein genaues Bild von ihr zu erhalten. Möchte man ein aussagekräftiges Modell der Bodenfeuchte in einem größeren Gelände erstellen, ist das mit sehr großem Aufwand und vielen Messungen verbunden. Zumindest war es das bisher.

Nun sollen ausgerechnet Teilchen aus dem Weltraum dabei helfen, die Bodenfeuchte auf der Erde mit geringerem Aufwand zu messen. „Das Entscheidende ist: Wasser bremst die Neutronen, fängt sie ein oder leitet sie um“, erklärt Sascha Oswald. Es ist ein Mechanismus, der auch in Kernkraftwerken eingesetzt wird, um die Umgebung von den in den Brennstäben entstehenden Neutronen abzuschirmen. Die Forscherinnen und Forscher nutzen diese Eigenschaft der überall an der Landoberfläche in geringen Mengen natürlich vorkommenden Teilchen für ihre Zwecke.

Der Neutronendetektor, den sie dafür verwenden, ist ein kastenförmiges Gerät, das alle Neutronen eines ganz bestimmten, mittleren Energiebereichs einfängt, die seinen Weg kreuzen. Ihre Anzahl verrät, wie viel gespeichertes Wasser im Boden der gesamten Umgebung vorhanden ist. Nach einigen Stunden liefert

DAS PROJEKT

„Cosmic Sense“ ist eine von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderte Forschungsgruppe, die hydrologische Veränderungen in der Landschaft untersucht. Das Ziel ist es, den komplexen Wasserkreislauf zwischen Boden und Atmosphäre besser zu verstehen und die Erkenntnisse für Fernerkundung und Klimaforschung bereit zu stellen.

Beteiligt: Universität Heidelberg, Technische Universität Berlin, Universität Augsburg, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ, Forschungszentrum Jülich (FZJ), Deutsches Geoforschungszentrum (GFZ), Karlsruher Institut für Technologie (KIT).

Finanzierung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Laufzeit: 2018–2021

<https://www.uni-potsdam.de/de/cosmicsense.html>

jedes Messgerät den Wissenschaftlern einen Wert, der die mittlere Bodenfeuchte von etwa zehn Hektar Land angibt. Kombinieren sie diese Information geschickt mit meteorologischen Daten, Fernerkundungsdaten und weiteren Messungen, entstehen sehr genaue Referenzwerte der Bodenfeuchte. Und wie sich diese im Lauf von Tagen, Woche und Monaten verändert.

Das Potenzial der Methode untersuchten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler 2019 in einer ersten Feldkampagne. Am Forschungsstandort des Karlsruher Instituts für Technologieforschung (KIT) im Alpenvorland bauten sie dazu im Einzugsgebiet eines kleinen Baches ein dichtes Netzwerk aus 20 Detektoren auf. Zwei Monate lang – von Mitte Mai bis Mitte Juli – erhoben sie hier jede Menge Daten, um mit den Messungen eine Karte der Bodenfeuchte des rund ein Quadratkilometer großen Gebiets zu erstellen. Die Forschungspartner ergänzten die Messungen durch Vegetationskartierungen und Drohnenaufnahmen aus der Luft.

Schnee und Kühe als Fehlerquelle

„Als wir anfangen, hat es tagelang geschüttet“, erinnert sich Sascha Oswald. Im Verlauf der Kampagne wurde das Wetter immer trockener. „Das war gut für uns, denn schließlich wollten wir die Unterschiede sehen.“ Mit der Messkampagne erhielten die Forschenden erstmalig ein zeitlich und räumlich hoch aufgelöstes Modell der Bodenfeuchte. Alle paar Stunden lieferten die Sensoren die dafür benötigten Daten – acht Wochen lang. „Das gab es bisher in der Größe noch nicht“, betont Oswald. Zudem konnten die Wissenschaftler die Werte der 20 unterschiedlichen verwendeten Geräte miteinander vergleichen und damit die Messungen noch genauer kalibrieren.



DER WISSENSCHAFTLER

Prof. Dr. Sascha Oswald studierte Physik an den Universitäten Freiburg und Heidelberg. Am Institut für Umweltwissenschaften und Geographie der Universität Potsdam leitet

er die Arbeitsgruppe für Wasser- und Stofftransport in Landschaften.

✉ sascha.oswald@uni-potsdam.de

Fotos: Budaach, Christian (li. u.); Schreffle, Lena (re. u.); Hopfigarten, Tobias (o.)



Jungbullen interessieren sich auch für Wissenschaft.



Im Unterholz bei Regen, zwischen CRNS-Sonde und Bach.



Nun müssen die Daten ausgewertet werden. Das große Ziel der Forschungsgruppe ist es, die Anwendungsmöglichkeiten der Detektoren zu erweitern. Dazu müssen noch einige Kinderkrankheiten ausgemerzt und die Sensibilität der Sensoren verbessert werden. Um aussagefähige Werte zu erhalten, fangen die Geräte über Stunden die umherschließenden Neutronen ein. Da deren Zahl sehr gering ist, bringen natürliche Fluktuationen große Fehler in die Messungen. Zudem verfälschen Wasser, das in Pflanzen gebunden ist, oder auch Schnee die gemessenen Werte. Sogar Kühe, die sich neugierig den aufgebauten Sensoren nähern, können eine Fehlerquelle sein. „Die bestehen ja auch zu 70 Prozent aus Wasser. Wenn so eine Kuhherde um den Sensor herumsteht, sieht man das schon in den Messungen“, sagt Oswald lachend.

Um zu belastbareren Ergebnissen zu kommen, müssen all diese störenden Einflüsse herausgerechnet werden. Ideen dazu haben die Forscher reichlich. Außerdem testen sie, wie die Sensoren in fahrenden Messstationen integriert werden können, um Daten für größere Gebiete in kürzerer Zeit zu erhalten.

Gelingt es den Umweltwissenschaftlern um Oswald, ihre Ziele umzusetzen, könnte das auch die Klimaforschung einen großen Schritt voranbringen. Der Wasseraustausch zwischen dem Boden und der Atmosphäre ist hochkomplex. Mit den Ergebnissen von „Cosmic Sense“ können großflächige hydrologische Modelle kalibriert, validiert und verbessert werden. Daran arbeiten aktuell Forschungspartner am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung in Leipzig (UFZ), die die erhobenen Daten zur Bodenfeuchte in ihre hydro-



Prof. Sascha Oswald

logischen Modelle einspeisen und Vorhersagen über hydrologische Veränderungen in den kommenden 100 Jahren treffen. „Was man da in Europa und besonders in Südeuropa sieht, ist dramatisch“, betont Oswald. „Die beiden letzten Sommer, die wir als außergewöhnlich trocken und sehr heiß erlebt haben, werden in einigen Jahrzehnten normal sein.“

HEIKE KAMPE





ERINNERUNGSHILFE GEFÜHL

Der Emotions- und Biopsychologe Mathias Weymar erkundet
die Wirkung von Emotionen auf das Gedächtnis

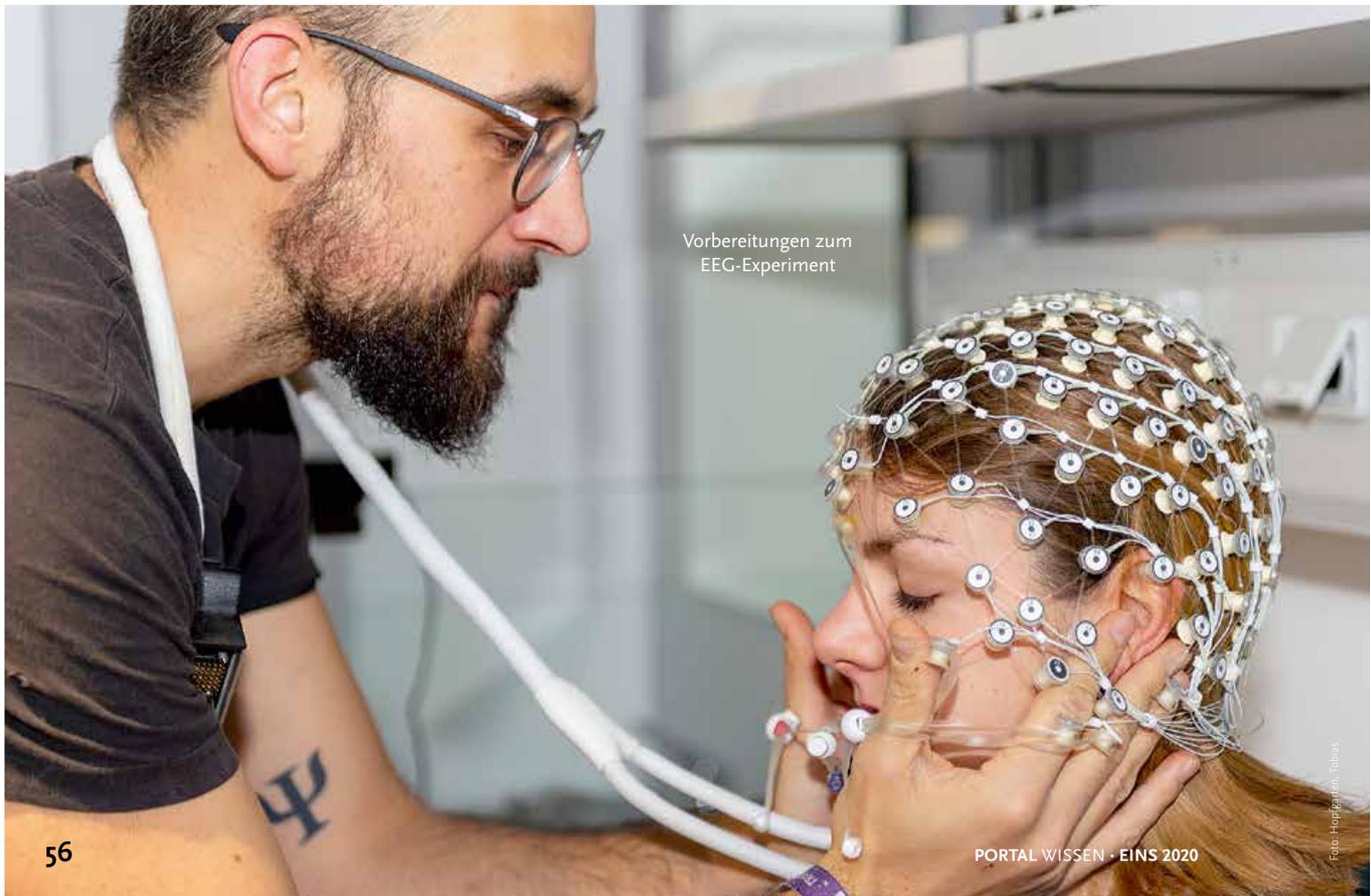
Den Tag, an dem in Deutschland die Mauer fiel, werden viele Menschen sehr gut im Gedächtnis haben. Wo sie waren, als sie von der Grenzöffnung erfuhren, was sie als erstes taten, aber vielleicht auch, wie das Wetter war und welche Kleidung sie trugen. Denn Ereignisse, die mit Emotionen einhergehen, bleiben uns oft länger im Gedächtnis – gerade auch in den Details. Warum das so ist, damit beschäftigt sich seit vielen Jahren der Emotions- und Biopsychologe Mathias Weymar. Sein Forschungsfeld untersucht wie Emotionen erzeugt und erlebt werden und wie sie mit kognitiven Prozessen wie Aufmerksamkeit, Lernen und Gedächtnis interagieren. Und zwar immer mit Blick auf die damit einhergehenden körperlichen Prozesse.

Eines steht fest: Für das, was bei emotionalen Ereignissen im Körper abläuft, sind Hormone entscheidend. Genauer gesagt die beiden Stresshormone Adrenalin und Cortisol, die in solchen erregenden Situationen ausgeschüttet werden. Beide beeinflussen im Gehirn zwei wichtige Strukturen: die Amygdala, die wichtig für die Detektion relevanter Ereignisse ist und bei Stress direkt auf das Gedächtnis wirkt, und den Hippocampus. „Diese klassische Gedächtnisstruktur ist für die Festigung von Erinnerungen von Bedeutung. Der Hippocampus macht sie langfristig abrufbar“, sagt

Mathias Weymar. Die Hypothese der Neuromodulation besagt, dass durch die Ausschüttung von Stresshormonen Informationen länger verfügbar sind. Was bisher überwiegend an Tieren erforscht wurde, überprüfen Weymar und sein Team am Menschen, und zwar mithilfe des Elektroenzephalogramms (EEG). „Unser Fokus liegt auf neurowissenschaftlichen Methoden. Das EEG beispielsweise ist zeitlich hochauflösend und zeigt uns genau, wie schnell und ‚tief‘ Emotionen verarbeitet und abgerufen werden.“

Emotionale Reize, die unter Stress verarbeitet werden, bleiben länger im Gedächtnis

Für seine Doktorarbeit, die er 2010 an der Universität Greifswald abschloss, begann Mathias Weymar, den Gedächtnisabruf für emotionale Inhalte zu untersuchen. Seit dieser Zeit nutzt er neben anderen Materialien, wie Gesichtern und Wörtern, ein standardisiertes Bilderset, das ganz verschiedene Emotionen auslöst – angenehme wie unangenehme. Die Bilder stammen aus dem International Affective Picture Set: Es enthält Aufnahmen von Zahnarztbehandlungen ebenso wie von trauernden Menschen, erotische Bilder und Fotos von Babys. Wie Menschen darauf reagieren, ist



Vorbereitungen zum EEG-Experiment

nicht nur an geweiteten Pupillen oder der erhöhten Schweißproduktion, sondern auch an stärkeren EEG-Hirnstromreaktionen und Amygdala-Funktionen ablesbar. „Die Reaktionen auf Bildinhalte lassen sich mithilfe zweier Dimensionen erfassen“, erklärt Weymar. „Anhand der Valenz, das heißt, ob sie angenehme oder unangenehme Emotionen auslösen, und anhand der Erregung – also wie stark die ausgelösten emotionalen Zustände sind.“ In einer früheren Studie verabreichte Weymar den Probandinnen und Probanden Betablocker, was die Rezeptoren in den Zellen blockiert und so die Ausschüttung von Adrenalin vermindert. Weymar konnte zeigen, dass der Gedächtnisabruf bei emotionalen Ereignissen dadurch tatsächlich geringer war.

Fotos: Hopfgarten, Tobias (4)

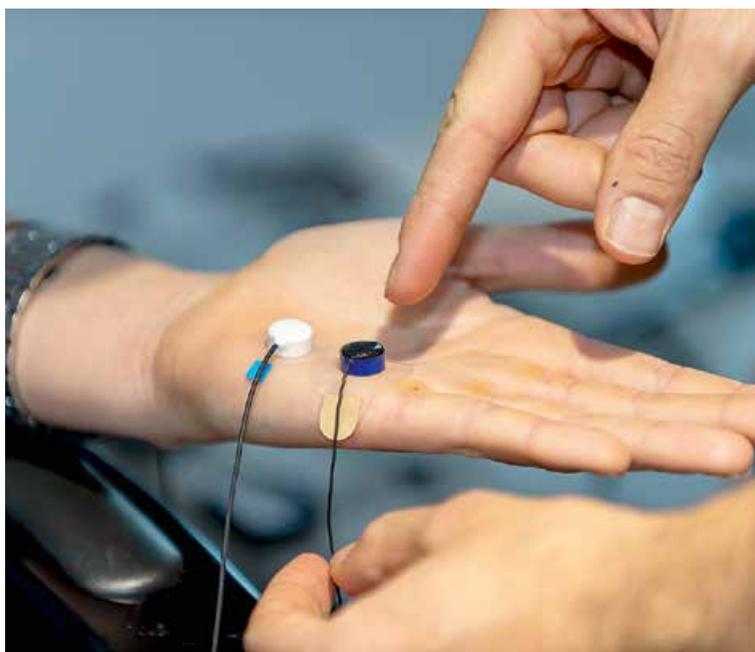
Ein anderes Experiment ging noch einen Schritt weiter und „stresste“ die Versuchsteilnehmenden. Sie sollten ihre Hand in Wasser legen, das mit einer Temperatur knapp über null Grad eiskalt war, und sich dabei Bilder ansehen, die später in einem Gedächtnistest abgefragt wurden. Und nicht nur das: Sie hatten es außerdem mit einem Versuchsleiter zu tun, der alles andere als freundlich war. Der Blutdruck der Probandinnen und Probanden war hoch, ihr Puls ging schnell: Sie standen unter Stress. Doch noch Tage später waren den Versuchspersonen die Bilder in Erinnerung. „Emotionale Reize, die unter Stress verarbeitet werden, bleiben also länger im Gedächtnis“, folgert der Psychologe. Zur Überprüfung ihres Ergebnisses führten Weymar und sein Team die Studie noch einmal mit einem freundlichen Versuchsleiter und warmem Wasser durch. Und tatsächlich konnten sich die entspannten Versuchspersonen lange nicht so gut an die Bilder erinnern wie die gestressten. Das Langzeitgedächtnis greift übrigens schon am Tag nach einem emotionalen Ereignis. „Wir müssen in der Regel eine Nacht schlafen, um einen Gedächtnisinhalte zu festigen. Dabei wird er vom Kurz- ins Langzeitgedächtnis transferiert.“

Weymar betreibt zwar Grundlagenforschung, doch ihn interessieren auch die Anknüpfungspunkte an klinische sowie an erziehungswissenschaftliche Themen. Schließlich gebe es an der Humanwissenschaftlichen Fakultät zahlreiche Kolleginnen und Kollegen, die sich mit der Motivation von Lernenden, dem Erwerb von Wissensinhalten oder auch Angststörungen befassen.



Prof. Mathias Weymar





Milder Stress wirkt sich zumeist förderlich auf das Lernen aus

„Unsere Studienergebnisse sind unter anderem in der klinischen Forschung anwendbar. Wir haben zum Beispiel festgestellt, dass Menschen, die Furcht vor Spinnen haben, diese auch besser entdecken können.“ Die Aufmerksamkeitsleistung ist durch die Angst also erhöht. „Phobische Reize werden besser verarbeitet.“ Dies löst meist auch eine Defensivmotivation, das heißt Fluchtverhalten, aus: Der Körper ist in Alarmbereitschaft, weicht womöglich zurück, das Herz rast und der Atem ist flach. Zudem werden die Spinnen auch besser erinnert, was möglicherweise dazu führt, dass die Furchtsymptome auch langfristig erhalten bleiben.

Mathias Weymar schließt aus seinen Untersuchungen, dass Aktivierung erst einmal positiv ist: Interessante, bedeutsame Inhalte erlauben besseres Lernen.



DER WISSENSCHAFTLER

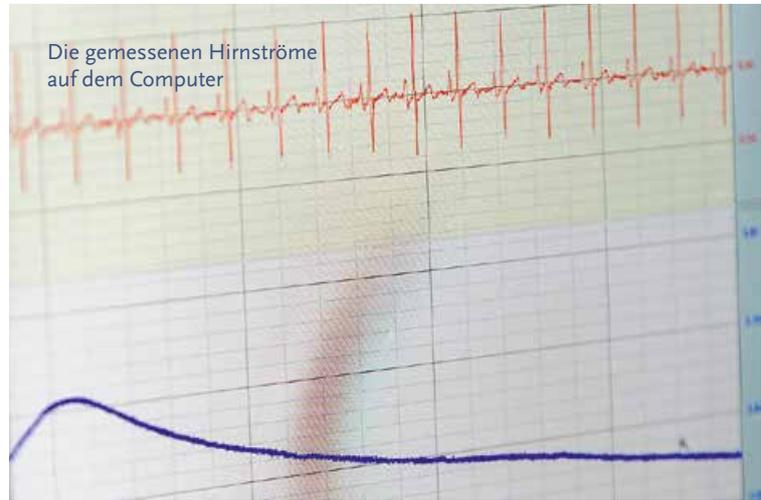
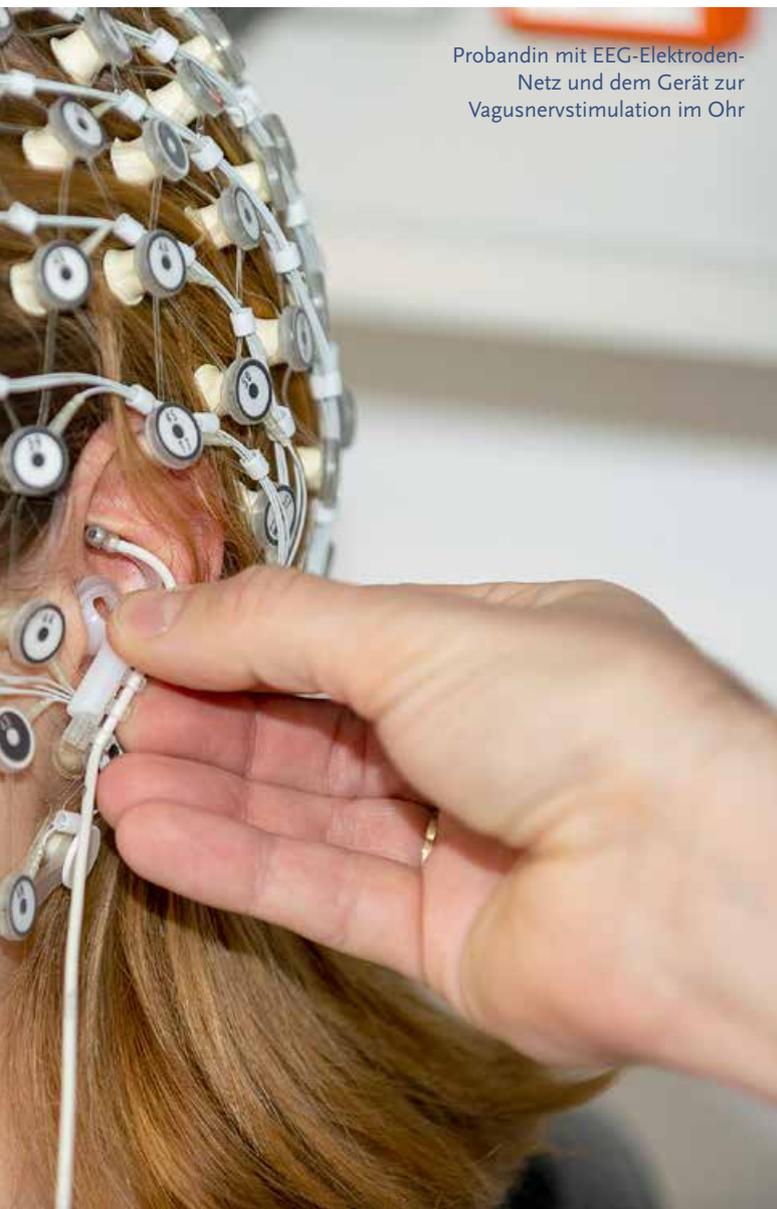
Prof. Dr. Mathias Weymar studierte Psychologie an der Universität Greifswald Nach Stationen am Center for the Study of Emotion and Attention an der University of Florida und an der Universität Greifswald ist er seit 2016 Juniorprofessor für Emotions- und Biopsychologie an der Universität Potsdam.

✉ mathias.weymar@uni-potsdam.de

Ein stimulierendes Umfeld habe damit durchaus etwas Positives: „Milder Stress wirkt sich zumeist förderlich auf das Lernen aus.“ Auch wenn zu viel Stress wiederum negative Effekte habe, wie zum Beispiel Blockaden und Blackouts.

Für die Behandlung traumatisierter Menschen sind Weymars Forschungen ebenfalls von Bedeutung.

Probandin mit EEG-Elektroden-Netz und dem Gerät zur Vagusnervstimulation im Ohr



klärt Weymar. „Indem im Moment des Sich-Erinnerns ein sicherer, nicht-erregender Zustand erzeugt wird, könnte es möglich sein, eine Gedächtnisspur umlernen zu lassen.“

Bedrohliche Erinnerungen lassen sich künftig vermutlich gezielt verändern

Nicht zuletzt interessiert den Psychologen und sein Team, wie sich auch bei gesunden Menschen das Gedächtnis verbessern lässt. Dafür wird der Vagusnerv, ein Hirnnerv, der mehrere Organe wie das Herz oder die Lunge steuert, stimuliert. Diese Methode wird bereits bei der Behandlung von Epilepsien oder Depressionen eingesetzt, meist jedoch mit einer unterhalb des Schlüsselbeins implantierten Elektrode. An der Professur für Bio- und Emotionspsychologie wird dagegen ein Gerät, das einem Kopfhörer ähnelt, in das Ohr gesetzt. Es sendet auf nicht-invasive Weise elektrische Impulse an den Nerv. Der Vagusnerv ist nämlich auch mit anderen Hirnzentren wie dem Hippocampus oder der Amygdala gut vernetzt. Durch die Stimulation werden diese Hirnbereiche aktiviert und das Erinnern bestimmter Informationen wird gezielt gefördert.

„Zukünftig könnte es möglich sein, mithilfe solcher einfachen, leicht anwendbaren und nicht schmerzhaften Methoden kognitive Prozesse wie Lernen und Gedächtnis zu verbessern. Dazu gehört auch das Umlernen von ursprünglich bedrohlichen Erinnerungen“, sagt Weymar. Aktuell forscht sein Team in einem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Kooperationsprojekt mit der Klinischen Psychologie: Die Forscher wollen herausfinden, inwieweit einfaches Biofeedback über die Atmung die Vagusnervaktivität verändert und damit auch das Lernen, und zwar bei Gesunden wie auch bei Patienten, optimieren kann.

DR. JANA SCHOLZ

Der Theorie „arousal-biased competition“ zufolge werden Informationen bevorzugt, die relevant und mit einer höheren Erregung des zentralen Nervensystems verbunden sind. Auch Kontextreize, die mit einem emotionalen Ereignis enkodiert sind, werden dadurch besonders gut gespeichert. Bei einem Sturz vom Fahrrad zum Beispiel können Details der Umgebung, wie eine Straßenlaterne, ein Geschäft oder die Musik, die man während des Sturzes vernommen hat, lange im Gedächtnis bleiben. Hier sei der Anschluss an die klinische Forschung ebenso interessant. Etwa bei posttraumatischen Belastungsstörungen, die eine Person so stark beeinflussen können, dass sich sogar die Funktion und das Volumen des Hippocampus verändern: Das Hirnareal verkleinert sich. Doch wie können die mit einem Trauma assoziierten Kontextreize gewissermaßen umbesetzt werden, damit sie die Patientinnen und Patienten nicht immer von Neuem an das furchtbare Ereignis erinnern? „In dem Moment, in dem ein Inhalt abgerufen wird, wird er instabil – das heißt, er kann verändert werden“, er-



NICHT ALTERNATIVLOS

BIOPLASTIK AUS ABFALL ERSETZT
HERKÖMMLICHE KUNSTSTOFFE

Kunststoff gehört ganz selbstverständlich zu unserem Alltag. Seit über 100 Jahren wird er aus Erdöl, Erdgas und Kohle hergestellt. Doch die negativen Folgen der Plastikflut sind inzwischen unübersehbar. Es gibt Bilder, die man eigentlich gar nicht sehen möchte: Plastik schwimmt tonnenweise wie gigantische Teppiche in den Meeren, Tiere verhungern mit vollem Magen. Der Biotechnologe Thomas Schiewe vom Potsdamer Zentrum für Innovationskompetenz innoFSPEC gehört zu jenen Wissenschaftlern, die sich damit nicht abfinden wollen. Er sucht gemeinsam mit Kolleginnen und Kollegen der Bioverfahrenstechnik von der TU Berlin nach Alternativen zu den herkömmlichen Kunststoffen.

Bakterien produzieren Bioplastik

Im innoFSPEC arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verschiedener Disziplinen und Einrichtungen an der Herstellung von biologisch abbaubarem Plastik mit guten Produkteigenschaften. So gibt es schon Plastikgeschirr, das in zwei, drei Monaten verrottet, sich komplett auflöst und kompostierbar ist. Auf der Suche nach brauchbaren Rohstoffen für die Entwicklung neuer Stoffe wollten die Forschenden unbedingt auf Nahrungsmittel wie Mais oder Zuckerrohr, die derzeit immer wieder diskutiert werden, verzichten – und stießen dabei auf Abfallfette. Fündig wurden sie beispielsweise in der Landwirtschaft, in der Gastronomie oder bei der Weiterverarbeitung von Lebensmittelabfällen. Abfallprodukte sind Ressourcen, die in hochwertige Stoffe verwandelt werden können. Um die dafür notwendigen Prozesse in Gang zu setzen, nutzen die Forscher Knallgasbakterien, die im Boden und im Wasser vorkommen. Damit sie wachsen, werden die Bakterien in Mineralsalzlösungen gesetzt und mit Stickstoff, Sauerstoff, Phosphor und Kohlenstoff gefüttert. Dabei entstehen Polyhydroxyalkanoate, kurz PHA. Ziel ist es, dem relativ preiswerten herkömmlichen Plastik eine bezahlbare Alternative entgegenzustellen, also Bioplastik so günstig wie möglich zu produzieren.

Das für die Experimente benötigte Fett kommt von einer kleinen Firma aus Adlershof, die das Abfallprodukt nicht mehr anderweitig verwerten kann. Die innoFSPEC-Forscher befassen sich mit der Prozessüberwachung. Ihr Spezialgebiet sind sensorbasierte Inline-Messungen. „Bei einer Kultivierung möchten wir natürlich schon während des Prozesses jederzeit wissen, was passiert“, sagt Thomas Schiewe. Die Zellen wollen unter für sie „akzeptablen“ Bedingungen leben. Das heißt, sie brauchen Sauerstoff, Stickstoff, und der PH-Wert muss stimmen. Um diese Parameter jederzeit überprüfen zu können, sollten sie idealerweise digital mit dem Analysegerät direkt im Prozess gemessen werden. So können die Wissenschaftler diesen in Echtzeit verfolgen.



DER WISSENSCHAFTLER

Thomas Schiewe studierte Biotechnologie an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen. Derzeit promoviert er an der Technischen Universität Berlin und ist gleichzeitig wissenschaftlicher Mitarbeiter bei innoFSPEC.

✉ tschiewe@uni-potsdam.de



Bioreaktor zur Kultivierung von Mikroorganismen im Labor von innoFSPEC

Eine ganz neue Messtechnik

Es gibt bereits eine große Bandbreite an kommerziellen Methoden. Doch das Team von innoFSPEC hat viel Arbeit und Zeit investiert, um für die Messungen eine eigene Technologie, die sogenannte Photonenlichtwellenspektroskopie (PDW) zu entwickeln. „Die Technik ist kommerziell durch eine Ausgründung der Universität Potsdam, PDW Analytics GmbH, verfügbar und weltweit einzigartig“, sagt Thomas Schiewe. Im Laufe des Kultivierungsprozesses entsteht dank der Fetttropfchen eine trübe Flüssigkeit und es geht „chaotisch“ zu. „Im Vergleich zu den meisten anderen besteht die Stärke unserer Technik darin, dass sie auch bei extrem trüben Prozessen funktioniert“, sagt der Wissenschaftler. Mit dieser von den Forschenden von innoFSPEC erarbeiteten Methode erhält man Informationen nicht nur in Echtzeit, sondern auch bei sehr großen Konzentrationen. „Wir wollten eigentlich herausfinden, wie sich das Fett im Reaktor auflöst. Im Laufe der Untersuchungen haben wir aber gesehen, dass es etwas viel Interessanteres zu messen gibt. Denn einer der großen Vorteile unserer Technik besteht darin, zwei Effekte voneinander trennen zu können: Lichtstreuung und Lichtabsorption“, sagt Thomas Schiewe. Dadurch konnten sie beobachten, dass die Absorption im Laufe des Prozesses ihr Maximum früher erreicht. Es zeigt sich, dass die Streu-



Optische Fasern, die als Lichtwellenleiter für die PDW-Spektroskopie eingesetzt werden

innoFSPEC ist ein Forschungs- und Innovationszentrum, das multidisziplinäre Forschung auf dem Gebiet der optischen Faserspektroskopie und -erfassung betreibt. Das Zentrum wurde gegründet als Joint Venture des Leibniz-Instituts für Astrophysik Potsdam (AIP) und der Arbeitsgruppe Physikalische Chemie der Universität Potsdam (UP).

<https://innofspec.de>

ung an das Wachstum der Biomasse gekoppelt ist, weil der Zellstamm wächst, bis kein Stickstoff mehr vorhanden ist. Wird kein neuer Stickstoff zugeführt, verlegen die Bakterien ihren Fokus vollständig auf die Anreicherung des Bioplastiks im Zellinneren. Mithilfe ihrer Technologie können die Wissenschaftler die Plastikbildung über das Streulichtsignal verfolgen und somit erstmals in Echtzeit den richtigen Zeitpunkt für die Ernte bestimmen. Da aufgrund dieser Messtechnik der gesamte Prozess im Blick der Forscher ist, fungieren sie auch als Prozesstechniker und achten auf den Wirtschaftlichkeitsfaktor bei ihrer Arbeit. Sie setzen beispielsweise Energie nur dann ein, wenn sie wirklich benötigt wird. Damit wird die Plastikproduktion nicht nur umweltverträglich, sondern auch ressourcenschonend.

DR. BARBARA ECKARDT



Thomas Schiewe (M.) mit Kollegen vom Team der Bioverfahrenstechnik der TU Berlin, das den Bioplastik-Prozess entwickelt und erforscht

ZWISCHEN GESETZ UND PRAXIS

Wie Gleichbehandlung in der Bundeswehr und anderen „Männerbünden“ funktioniert



Als 2006 in Deutschland das Allgemeine Gleichstellungsgesetz in Kraft trat, war den Beteiligten klar, dass Benachteiligungen aufgrund der ethnischen Herkunft, des Geschlechts, der Religion oder der sexuellen Identität nicht über Nacht verschwinden. Vielmehr braucht es konkrete Regeln und Verfahren, um Gleichbehandlung umzusetzen. Und es braucht Personen und Gruppen, die im Konfliktfall derart engagiert sind, notfalls gegen praktizierte Diskriminierung zu klagen. Die rechtliche und soziale Praxis, die dabei entsteht, lässt sich damit nicht mehr direkt aus dem Gesetzestext ableiten.

Wie das Gesetz konkret umgesetzt, aber auch die entsprechenden Regeln und Verfahren begründet werden, untersuchen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Professur für Organisations- und Verwaltungssoziologie an der Universität Potsdam. Das Projekt trägt den Titel „Organisation und Recht – politische Interessengruppen und rechtliche Interventionen“ und ist Teil der seit 2018 geförderten DFG-Forschungsgruppe „Recht-Geschlecht-Kollektivität“.

Für die Forschenden ist dabei die Bundeswehr als männlich dominierte Organisation von besonderem Interesse, da das Allgemeine Gleichbehandlungsgesetz in ein spezifisches Soldatinnen- und Soldatengleichbehandlungsgesetz übertragen wurde. Zugleich bemüht sich die Bundeswehr um Vielfalt in den eigenen Reihen, auch um in der Öffentlichkeit an Ansehen zu gewinnen. Antidiskriminierungsbeauftragte engagieren sich für Fairness, in den Streitkräften wurde erkannt, dass Familienfreundlichkeit und Gleichstellung wichtige Argumente für potenzielle Bewerberinnen und Bewerber sein könnten. Entsprechend präsentiert sich die Bundeswehr auf Karriere-Messen mit ihrer Diversity-Strategie als fortschrittliche Arbeitgeberin.

Gleichstellung in der Bundeswehr

Offen bleibt, inwieweit die Gleichbehandlung tatsächlich im Alltag in den Kasernen und während der Einsätze praktiziert wird. Denn noch ist es nicht so lange her, dass etwa Frauen oder trans*Personen gar keinen oder nur sehr eingeschränkten Zugang zum Wehrdienst hatten und dass schwule Soldaten als vermeintliches „Sicherheitsrisiko“ aus der Armee ausgeschlossen wurden. Mittlerweile wird ihre Gleichstellung und Gleichbehandlung, ebenso wie die von lesbischen, bisexuellen, trans* oder queeren Soldatinnen, aktiv vorangetrieben, auch damit die Bundeswehr als moderner Arbeitgeber attraktiv für junge Leute erscheint. „Begonnen hat der Wandel mit der Öffnung der Bundeswehr für Frauen im Jahr 2001“, erklärt Prof. Dr. Maja Apelt, die bereits in einem früheren Projekt zur „Organisation und Geschlecht am Beispiel des Militärs“ geforscht hat.



DIE WISSENSCHAFTLER

Prof. Dr. Maja Apelt studierte Soziologie in Berlin. Seit 2010 ist sie Professorin für Organisations- und Verwaltungssoziologie an der Universität Potsdam. Seit 2018 ist sie zudem in der DFG-Forschungsgruppe „Recht-Geschlecht-Kollektiv“ Leiterin des Teilprojekts „Organisation und Recht – politische Interessengruppen und rechtliche Interventionen“.

✉ maja.apelt@uni-potsdam.de



Dr. Henrik Dossall studierte Soziologie an der Universität Bielefeld. Seit 2018 ist er als wissenschaftlicher Mitarbeiter im DFG-Projekt „Organisation und Recht“ am Lehrstuhl für Organisations- und Verwaltungssoziologie an der Universität Potsdam.

✉ dossall@uni-potsdam.de



Ray Trautwein studierte Soziologie und Gender Studies an der Universität Konstanz und der HU Berlin. Seit 2018 ist er als wissenschaftlicher Mitarbeiter im DFG-Projekt und promoviert zu Outing- und Transitionsprozessen in Organisationen.

✉ trautwein@uni-potsdam.de

Die Professorin für Organisations- und Verwaltungssoziologie an der Universität Potsdam leitet das Teilprojekt zu „Organisation und Recht“. „Der Anstoß kam von der Rechtswissenschaftlerin der Humboldt-Universität zu Berlin und Richterin am Bundesverfassungsgericht Prof. Dr. Susanne Baer. Als Baer im Dezember 2012 mit der Caroline von Humboldt-Professur ausgezeichnet wurde, investierte sie das Preisgeld in die Entwicklung eines interdisziplinären Forschungsprojekts, das nach dem Zusammenhang von Recht, Geschlecht und Kollektivität fragt. Im Zentrum steht die Frage, wie Recht mobilisiert wird – wie Menschen das Recht für sich nutzen und so ins gesellschaftliche Bewusstsein rücken“, so Apelt. Juristen, Historiker, Ethnologen und Soziologen fragen dabei auch, wie sich dadurch Geschlechternormen und -verhältnisse verändern und welche Rolle dabei Gruppen, Vereine oder andere Organisationen spielen. Den Fokus auf Organisationen brachte die Soziologin Apelt

in den Forschungsantrag ein. Das Konzept der Forschungsgruppe überzeugte die DFG, sodass diese im Frühjahr 2018 ihre Arbeit aufnehmen konnte.

„In unserem Teilprojekt fragen wir danach, wie die Bundeswehr beispielsweise die Gleichstellung nutzt, um sich als moderner Arbeitgeber zu positionieren“, erläutert Dr. Henrik Dosdall, der in Bielefeld über Krisendynamiken der Finanzmärkte promoviert hat und jetzt an der Uni Potsdam arbeitet. „Wie werden Familienfreundlichkeit und Gender Diversity genutzt, um das Profil der Streitkräfte zu ändern? Wie wird die Frage danach, wen die Bundeswehr heute braucht – Kraftpakete oder etwa Informatiker –, beantwortet? Und welche Interessen beeinflussen die Antworten darauf? Oder anders formuliert: Was hat sich seit der Öffnung der Armee für Frauen im Jahr 2001 getan? Wie wirken diversifizierte Kollektive in monogeschlechtlich dominierten Berufsfeldern? Hier wollen wir eine grundlegende Entwicklung aufzeigen und fragen, wie die Bundeswehr mit Recht umgeht – auch angesichts einer heute grundlegend anderen Arbeitsmarktlage.“

Transition und Karriere in der Truppe

Ray Trautwein nimmt in der DFG-Forschungsgruppe trans*Soldatinnen und Soldaten in den Blick und fragt exemplarisch: „Was passiert, wenn ein ‚Mann‘ zur Bundeswehr geht, sich später aber als Frau fühlt und als solche outet? Wie wirkt sich die Transition auf die Karriere aus? Welche Regelwerke greifen in der Truppe und wie werden sie angenommen?“ Trautwein wird für sein Promotionsvorhaben vor allem Interviews führen, in denen persönliche, teils auch sensible Erfahrungen zur Sprache kommen. „Interessant könnte auch die vergleichende Perspektive sein“, ergänzt Trautwein. „Haben trans*Personen ähnliche Probleme in der Organisation Bundeswehr wie damals die ersten Frauen? Wo liegen Gemeinsamkeiten? Was ist anders?“ Trautwein plant, kumulativ zu promovieren. Das heißt: Er schreibt keine Monografie, sondern diverse Aufsätze. Dabei beabsichtigt er, neben trans*Soldaten auch trans*Polizisten hinsichtlich ihrer Outing- und Transitionserfahrungen zu interviewen, um eine weitere Vergleichsebene in der Forschung zu schaffen.

Team des Potsdamer Teilprojekts
um Prof. Maja Apelt





DAS PROJEKT

Das Projekt „**Organisation und Recht**“ ist eines von insgesamt sechs Teilprojekten der seit Januar 2018 durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten **Forschungsgruppe „Recht-Geschlecht-Kollektivität“**. Das Teilprojekt widmet sich aus einer organisationssoziologischen Perspektive dem Zusammenhang von Organisation und Recht am Beispiel der Gleichstellungs- und Antidiskriminierungsgesetzgebung in männlich dominierten Organisationen wie der Bundeswehr.

Laufzeit: 2018–2021

<https://www.uni-potsdam.de/de/ls-apelt/forschungsprojekte/organisation-und-recht.html>

„Befinden sich Soldaten oder Soldatinnen in einem Transitionsprozess, dann gibt es für sie in der Bundeswehr feste Regeln“, hebt Projektleiterin Maja Apelt hervor. „Medizinisch wird beispielsweise alles bezahlt. Ziel ist es, die Einsatzfähigkeit zu erhalten oder wiederherzustellen und damit potenziell einhergehende psychische Einschränkungen abzubauen. Wir aber fragen: Wie erleben die Soldatinnen und Soldaten den Transitionsprozess konkret? Wo kommt es zu Spannungen mit den männlich-heteronormativ geprägten Strukturen? Wer begleitet die Transition?“ Für Apelt eine „spannende Gemengelage“, aus der sie neue Erkenntnisse erwartet – auch um die Geschlechterforschung als zentrale Kategorie in der Organisationssoziologie zu etablieren.

Aus vergangenen Erfahrungen weiß Apelt, dass sich „militärische Organisationen nicht unbedingt freuen,



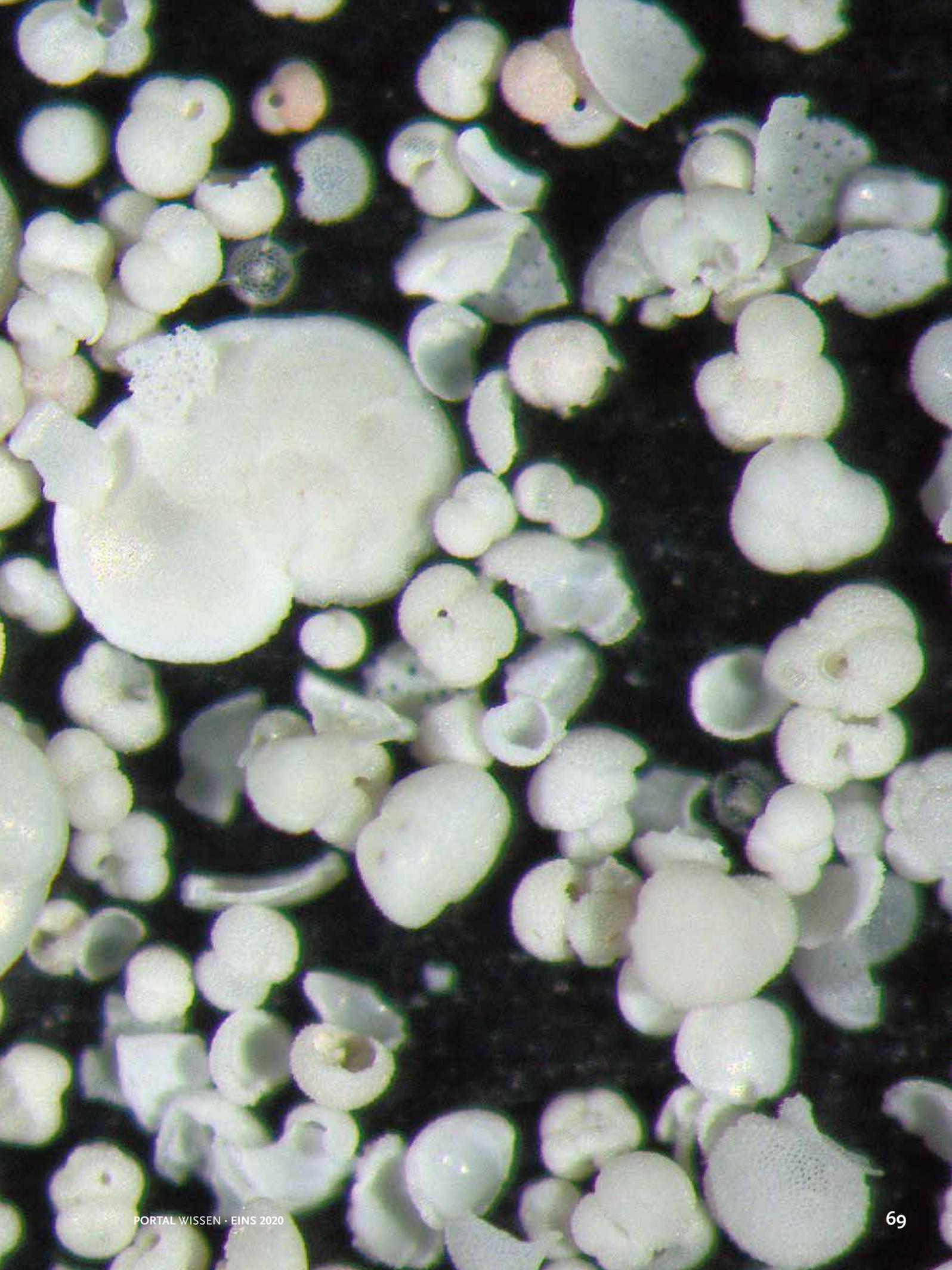
wenn sie von Fremden beforscht werden. So etwas schafft Unsicherheit.“ Gleichwohl hat die Wissenschaftlerin an der Universität Potsdam die Bundeswehr als offene Ausbildungseinrichtung wahrgenommen. Auch mit dem dort angegliederten Institut für Sozialwissenschaften stehen die Forschenden in engem Kontakt. Insofern rechnet sie „mit fruchtbaren Diskussionen, die sowohl die Armee, als auch die Forschenden einen großen Schritt weiterbringen“.

DR. SILKE ENGEL

Popcorn und Schneckenhäuser

Wie Stefanie Kaboth-Bahr mit Mikrofossilien und
Statistiken den „Puls“ des Klimas misst

Die einen sehen aus wie Popcorn, andere wie plattgedrückte Schneckenhäuser: Einzeller, die im Ozean schweben oder dessen Boden besiedeln. Die als Foraminiferen bezeichneten Mikroorganismen zählen rund 10.000 verschiedene Arten. Die Paläoklimatologin Stefanie Kaboth-Bahr interessiert sich besonders für die fossilen Formen, die die Jahrtausende in über 40.000 Arten überdauert haben. Sie helfen ihr, das Klima der Vergangenheit zu verstehen.

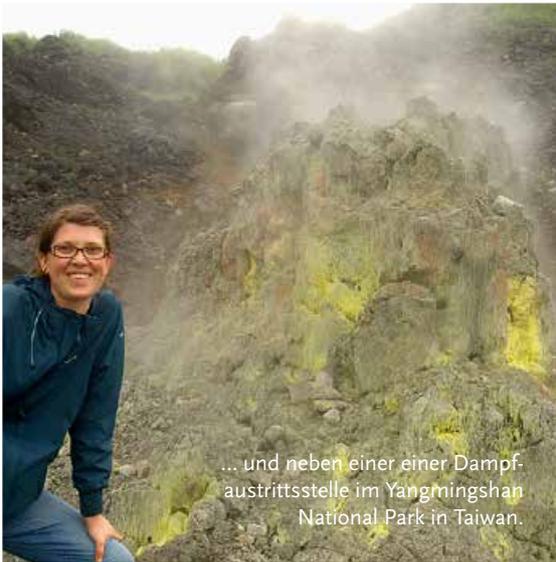


Als Stefanie Kaboth-Bahr an der Bergakademie Freiberg ganz bodenständig Geoökologie studierte, war ihr nicht klar, dass ihre berufliche Reise sie schon bald über alle Meere führen würde. Doch dann wechselte sie für ihre Diplomarbeit ans Alfred-Wegener-Institut nach Bremerhaven, ging mit auf Expedition in die Arktis und fuhr mit dem Forschungseisbrecher „Polarstern“ zum Nordpol. Von den Meeresbiologen und Paläontologen lernte sie, Mikrofossilien zu untersuchen und mit geochemischen Methoden so zu analysieren, dass man aus ihnen Rückschlüsse auf das Klima der Vergangenheit ziehen kann. Sie siebte aus Sedimenten heraus, was größer als 63 Mikrometer war und sortierte unter dem Mikroskop die vielgestaltigen Foraminiferen heraus. Anschließend mussten die Kleinstwesen zu noch kleineren Partikeln zerstoßen, im Ultraschall-

bad gewaschen und in Säure aufgelöst werden, um das entweichende Gas im Massenspektrometer analysieren zu können. Anhand der gemessenen Isotope lassen sich Aussagen darüber treffen, wie viel Eis es in einzelnen Perioden der Erdgeschichte gab, wie warm oder kalt das Wasser war, wo es herkam, welche Dichte es hatte. „Das war es!“, sagt Stefanie Kaboth-Bahr. Sie hatte ihr Thema gefunden. Ohnehin gab es kein Zurück mehr: „Ich hatte mein Herz auf See an die marine Forschung verloren“, sagt sie und hebt die Hände zu einer Geste der Wehrlosigkeit.

Vom Nordpol zum Mittelmeer

Noch während sie am Alfred-Wegener-Institut arbeitete, kam die Zusage für ihr Promotionsstudium im niederländischen Utrecht. Sie stand gerade im Polarauszug im Kaltraum und hantierte an ihren Eisproben, als das Telefon klingelte. Die Freude war groß, auch weil es fortan in wärmere Gefilde gehen sollte. Im Golf vor Cadix untersuchte die Doktorandin den Ausstrom des Mittelmeers in den Atlantischen Ozean. „Das Mittelmeer gilt als Salzquelle für den Nordatlantik und verändert über das hineinfließende Wasser dessen Dichte. Das wiederum wirkt sich auf das Klima in Nordeuropa aus“, erklärt Stefanie Kaboth-Bahr. In ihrer Dissertation konnte sie nachweisen, dass der afrikanische Monsun eine wichtige Stellschraube dafür ist, wieviel Salz ins Mittelmeer und dann in den Atlantik fließt.



... und neben einer einer Dampfaustrittsstelle im Yangmingshan National Park in Taiwan.

Stefanie Kaboth-Bahr auf einer Arktisexpedition, im Hintergrund der Forschungseisbrecher „Polarstern“, ...



Aus dem Chew Bahir-Becken in Südäthiopien stammen die Borhkerne, mit denen die Forscherin jetzt arbeitet.



Solche Zusammenhänge anhand von Mikrofossilien herstellen zu können, fasziniert sie bis heute. Diese marine Komponente bringt sie nun als Postdoktorandin in die Potsdamer Arbeitsgruppe von Martin Trauth ein, der ebenfalls in der marinen Paläoklimaforschung promovierte, jetzt aber vornehmlich auf dem afrikanischen Festland arbeitet. „Ich mache jetzt einen Schritt vom Ozean aufs Land“, beschreibt die Wissenschaftlerin die veränderte Perspektive. Sie untersucht über große geologische Zeitskalen, wie sich die klimatischen Verhältnisse an Land und auf dem Ozean gegenseitig beeinflussten. Anhand von Statistiken aus geo- und biowissenschaftlichen Datensätzen schaut sie weit in die Vergangenheit, sucht nach wiederkehrenden Ereignissen und größeren Zusammenhängen. „Ich nenne es etwas pathetisch den ‚Herzschlag des Klimas‘, aber tatsächlich lässt sich, wenn man weit genug zurücktritt und große Zeiträume in den Blick nimmt, ein Rhythmus erkennen“, erklärt Stefanie Kaboth-Bahr. Letztlich wollen die Potsdamer Forscher um Martin Trauth herausfinden, wie sich solche Änderungen des Klimas auf die Entwicklung der frühen Menschen, ihre Migrationsrouten und ihre kulturelle Entwicklung auswirkten. „Wie viele Klimavariationen braucht es für einen Evolutionsschub?“, fragt die Forscherin.

Jetzt richtet sich ihr Blick nach Afrika

Dass an der Universität Potsdam geologische Prozesse nicht isoliert, sondern in Wechselwirkung mit biologischen Entwicklungen analysiert werden, gefällt ihr gut. Nach Potsdam gelockt hat sie aber vor allem die Expertise von Martin Trauth, der als Spezialist für statistische Auswertungen des erhobenen Datenmaterials gilt. „Ich komme hier ins gemachte Nest. In Afrika ist schon alles gemessen worden. Die Daten liegen bereits



DIE WISSENSCHAFTLERIN

Dr. Stefanie Kaboth-Bahr studierte Geoökologie an der Technischen Universität Bergakademie Freiberg. Seit 2019 forscht sie am Institut für Geowissenschaften der Universität

Potsdam im Rahmen des Potsdamer Open-Topic-Programms für Postdoktoranden.

✉ stefanie.kaboth-bahr@uni-potsdam.de

vor“, sagt die junge Wissenschaftlerin, die die Chancen des Open-Topic-Programms für Postdoktoranden für sich erkannte. „So etwas gibt es in Deutschland eher selten, da ist die Uni Potsdam Vorreiter.“ Stefanie Kaboth-Bahr freut sich, in ihrer wissenschaftlichen Karriere nun einen großen Schritt voranzukommen. Statistiken über große Zeitskalen einzubeziehen, ist neu für sie. Das will sie hier lernen. Im Gegenzug bringt sie die marine Komponente ein, die in der Arbeitsgruppe von Martin Trauth bislang zu wenig Beachtung fand. „Wir legen alles auf den Tisch und schauen zusammen, was passt“, sagt sie ganz pragmatisch.

In diesem Feld zu arbeiten, kann sie sich langfristig gut vorstellen. Als Postdoktorandin wird sie zunächst drei Jahre in Potsdam forschen, sich habilitieren. Und lehren. Erst wenige Monate an der Universität, hält sie bereits Vorlesungen zur Paläoklimatologie. Sicher wird sie auch im Alfred-Wegener-Institut auf dem Telegrafenberg vorbeischaun. Sie weiß, dass die Uni gut vernetzt ist und mit den dortigen Instituten eng kooperiert. Das wird sie nutzen. Nach Expeditionen ins Eis aber steht ihr derzeit nicht der Sinn. Ihr Blick richtet sich nach Afrika.

ANTJE HORN-CONRAD

RHYTHMUS IM KOPF

Wie sich das Gehirn mit Sprache
und Musik synchronisiert





DAS PROJEKT

Rhythmsync: Rhythm synchronization between music and spoken language

Laufzeit: 4/2017–3/2019

Förderung: Europäische Union (Horizon 2020)

Er durchdringt unser Bewusstsein, lässt uns mit dem Fuß wippen, bestimmt den Takt unserer Worte. Musik und Sprache kommen nicht ohne ihn aus: den Rhythmus. Aber wie genau nehmen Menschen Rhythmus wahr? Was passiert im Gehirn, wenn wir Musik hören? Werden melodische Rhythmen anders verarbeitet als sprachliche? Dr. Alan Langus, Marie-Curie-Fellow am Linguistik Department der Universität Potsdam, sucht Antworten auf diese Fragen.

„Don't stop me now!“, singt Freddy Mercury. Unwillkürlich folgen wir dem Beat: Bam, bam-bam, bam. Da ist er, der Rhythmus, wir können ihn spüren, an der Tischkante mitklopfen. In Musikstücken ist er den meisten Menschen leicht zugänglich. Vielleicht weniger bewusst, aber genauso präsent, ist er beim Sprechen. Der Kognitionswissenschaftler Alan Langus ist überzeugt, dass Sprache und Musik in puncto Rhythmus viel gemeinsam haben. Ihn interessiert, inwieweit sich die Verarbeitung von Sprach- und Musikrhythmen im Gehirn ähneln. Erfolgen sie in denselben Bereichen des Gehirns? Was hat es mit der Fähigkeit auf sich, sich synchron zum Rhythmus zu bewegen? Ist die kognitive Verarbeitung von rhythmischen Mustern bei Babys anders als bei Erwachsenen? Diesen und anderen Fragen geht Langus im von der Europäischen Union geförderten Projekt „Rhythm-sync: Rhythm synchronization between music and spoken language“ auf den Grund.

Der Rhythmus im Auge

Über 100 junge Erwachsene und 100 sechs bis sieben Monate alte Babys haben dafür an einem von Langus entwickelten Eyetracking-Experiment am von Prof. Dr. Barbara Höhle geleiteten BabyLab teilgenommen. Der Kognitionswissenschaftler machte sich dabei ein spannendes Phänomen zunutze: „Ich konnte feststellen, dass sich die Pupillen synchron zum abgespielten Rhythmus vergrößern und verkleinern. Damit können wir messen, wie Menschen Rhythmus wahrnehmen.“ Eine bahnbrechende Entdeckung, die der Forschung neue Wege eröffnet. Im Experiment spielte der Wissenschaftler den Teilnehmenden allerdings keine ganzen Sätze oder komponierte Musik vor. Sie hörten stattdessen sogenannte künstliche Stimuli – einzelne mit dem Computer erzeugte Silben oder Noten unterschiedlicher Länge. Während des Experiments richteten die Testpersonen ihren Blick auf einen Bildschirm, damit der Eyetracker ihre Pupillen fokussieren konnte. Mit 120 aufgenommenen Bildern pro Sekunde fing dieser jede Veränderung ein. Weil Babys nicht sehr lange still halten können, beschränkte sich das Experiment für sie meist auf fünf bis zehn Minuten. Erwachsene wurden dagegen 40 Minuten lang getestet. Wie sich später zeigte, waren die Daten



Dr. Alan Langus

aber so aussagekräftig, dass auch 20 Minuten gereicht hätten. Denn die Pupillen weiteten und verengten sich stets genau im Rhythmus der abgespielten Laute. Das Gehirn synchronisiert sich also mit Sprache und Musik gleichermaßen, schlussfolgert Langus. Rhythmen in Sprache und Musik werden außerdem anscheinend vom Gehirn auf dieselbe Weise verarbeitet. Langus ist sich sicher: „Für das Gehirn ist es irrelevant woher der Rhythmus kommt. Das Gehirn nimmt ihn immer auf die gleiche Weise wahr, unabhängig von den übermittelten Informationen oder der Quelle.“ Wo genau der Rhythmus im Sprach- oder Melodieverlauf auftritt, ist momentan aber noch nicht ganz klar. Der Wissenschaftler vermutet jedoch, dass er durch Vokale getragen wird, d.h. kurz vor einem Vokal einsetzt. Beim Singen funktioniere eine Note ähnlich wie ein Vokal als rhythmischer Anker. Darauf deute das Verhalten der Pupillen hin.

Licht ins Dunkel bringen

Doch warum verändern sich Pupillen synchron zum Rhythmus? Im Experiment entdeckte Langus, dass sie sich vergrößern, wenn sich der Takt unerwartet ändert. Seit etwa 60 Jahren sei bekannt, dass sich Pupillen bei Angst oder starken Gefühlen weiten. Die Vergrößerung bewirke, dass mehr Licht ins Auge eindringen kann, um einen besseren Überblick über die Situation zu ermöglichen, erklärt der Forscher. „Derselbe physiologische Ablauf lässt sich bei rhythmischen Veränderungen beobachten. Ein anderer Takt wird wahrgenommen und das Gehirn versucht über das Auge Klarheit darüber zu gewinnen.“ Es handle sich dabei um einen grundlegenden Vorgang, der bereits im früh-



kindlichen Alter vorhanden sei, denn das Experiment zeigte keine wesentlichen Unterschiede zwischen Babys und Erwachsenen. Auch das Geschlecht scheint keinen erkennbaren Einfluss auf die Verarbeitung zu haben. Eine wichtige Rolle spiele hingegen die Muttersprache. „Eine Besonderheit der deutschen Sprache ist, dass Betonung zur Unterscheidung von Wörtern genutzt wird. Es wird daher vermutet, dass Deutsche unterschiedliche Rhythmen leichter erkennen als z.B. Franzosen oder Ungarn, in deren Sprachen Betonung nicht dieselbe Rolle spielt“, sagt der Forscher.

Alan Langus ist überzeugt, dass der Rhythmus großen Einfluss auf das menschliche Verhalten hat. So imitieren Gesprächspartner unbewusst den Takt der Worte ihres Gegenübers und versuchen beim abwechselnden Sprechen dessen Rhythmus beizubehalten. Das signalisiere Harmonie mit dem Ge-



DER WISSENSCHAFTLER

Der gebürtige Este **Dr. Alan Langus** studierte Kognitionswissenschaften und Psychologie in Bremen und Amsterdam und promovierte an der Scuola Internazionale Superiore di

Studi Avanzati in Triest, Italien. Seit Juli 2016 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Department Linguistik an der Universität Potsdam.

✉ alanlangus@gmail.com

sprächspartner. In seinem Projekt „Rhythmsync“ hat Alan Langus bereits viele wichtige Erkenntnisse für die Rhythmusforschung gewonnen. Doch seine Arbeit geht weiter, denn einige spannende Fragen wollen noch beantwortet werden. Ist die Synchronisierung von Rhythmus und Gehirn bei musikalischen Menschen exakter als bei weniger musikalischen? Funktioniert sie mit natürlichen Stimuli auf dieselbe Weise wie mit künstlichen? Welchen Einfluss haben Rhythmusmuster, Tempo, Musikgenre, verschiedene Sprechweisen?

CAROLIN KRAFZIK





ZUM SCHUTZ ALLER MENSCHEN

Die Juristen Andreas Zimmermann und Norman Weiß über das
MenschenRechtsZentrum der Universität Potsdam

Über 70 Jahre sind seit der Erklärung des humanitären Völkerrechts und der Menschenrechte vergangen. Seither stehen beide nebeneinander – und gleichzeitig vor gemeinsamen Aufgaben. Im MenschenRechtsZentrum (MRZ) der Universität Potsdam wird zu beiden Rechtsgebieten seit über 25 Jahren geforscht. Prof. Dr. Andreas Zimmermann, Direktor des MRZ, und Prof. Dr. Norman Weiß, langjähriger Mitarbeiter der Einrichtung, sprachen mit Dr. Jana Scholz über die Ziele des MRZ und die globalen Herausforderungen für das humanitäre Völkerrecht und die Menschenrechte.

Welche Schnittpunkte bestehen derzeit zwischen dem Humanitären Völkerrecht und den Menschenrechten?

Andreas Zimmermann: Historisch sind beide Bereiche tatsächlich unabhängig voneinander entstanden. Das Humanitäre Völkerrecht, das früher so genannte Kriegsrecht, legt fest, welche Schutzmechanismen im bewaffneten Konflikt greifen. Zum Beispiel, dass eine Kriegspartei Gefangene ordentlich behandelt, dass sie Verwundete pflegt und Zivilisten nicht misshandelt. Also der ganze Bereich des Kriegsrechts, der aber auch einen humanitären Impetus hat. Die Menschenrechte haben demgegenüber mit bewaffneten Konflikten grundsätzlich nichts zu tun. Da geht es, vereinfacht gesagt, primär um den Schutz der eigenen Staatsangehörigen. Zum Beispiel, dass in Deutschland niemand gefoltert werden darf, dass der Staat die freie Meinungsäußerung zulassen oder sich um das Recht auf Bildung kümmern muss. Interessant ist dabei, dass die Vereinten Nationen (VN) die Allgemeine Erklärung der Menschenrechte im Jahr 1948 verabschiedeten. Kurz darauf, 1949, folgten die vier Genfer Konventionen als eine große Kodifikation des Kriegsrechts. Und trotzdem standen beide, Menschenrechte und humanitäres Völkerrecht, lange unverbunden nebeneinander. Doch in den vergangenen Jahren erlebt man zunehmend, dass sie sich überlappen. Nehmen Sie

ein konkretes Beispiel: Bei Demonstrationen an der Grenze zwischen Gaza und Israel geht es zunächst um die Frage von Versammlungsfreiheit. Doch was, wenn aus der Demonstration heraus geschossen oder die Grenze beschädigt wird? Darf man dann nach den Regeln des Kriegsrechts dagegen vorgehen? Gelten die Menschenrechte überhaupt im bewaffneten Konflikt? Und wie befruchten sich beide Rechtsmaterien? Das sind Fragen, die uns im MRZ beschäftigen.

Im September 2019 fand an der Universität Potsdam die Jahrestagung der Association of Human Rights Institutes (AHRI) statt, einem Zusammenschluss von universitären Forschungseinrichtungen, die sich auf das Thema Menschenrechte spezialisiert haben. Welche Themen treiben die Menschenrechtsforscher gegenwärtig um?

Norman Weiß: Bei der Konferenz beschäftigten uns zum Beispiel die neuen Formen der Kriegsführung, die mit der Digitalisierung entstanden sind und die Menschenrechte vor neue Herausforderungen stellen.

Zimmermann: Genau. Da geht es etwa um Drohnen, aber auch vollkommen automatisierte Waffen, also künstliche Intelligenz. Es ist ja ein menschenrechtli-



ches Problem, wenn Roboter entscheiden, auf wen sie schießen dürfen – nur weil sie eine Uniform erkennen oder sagen: Ach, die Krawatte hat die Landesfarben des Gegners, dann muss es ein gegnerischer Kombattant sein. Das Interessante ist, dass Menschen aus Verteidigungsministerien ebenso wie aus Menschenrechtsorganisationen zur Tagung kamen – mit durchaus unterschiedlichen Perspektiven. Aber ich glaube, es wurde doch auch erstaunlich gut zugehört. Natürlich ist Deutschland nicht so exponiert in bewaffneten Konflikten wie etwa Israel oder die USA, die stärker in konkrete Kampfsituationen involviert sind. Trotzdem finden sich auch in Deutschland Beispiele für völker- und menschenrechtliche Herausforderungen: Als die Bundeswehr in einem Stabilisierungseinsatz im Kosovo war, gab es 2004 Ausschreitungen gegen serbische Einrichtungen, etwa Kirchen. Die Bundeswehr setzte Tränengas gegen die Demonstranten ein, denn es existierte zu diesem Zeitpunkt keine lokale Polizei. Da ist die Frage: Ist die Armee im Ausland an deutsche Grundrechte gebunden? Darf sie chemische Waffen einsetzen?

Sehen Sie im Bereich der Künstlichen Intelligenz rechtliche Lücken? Ist da im Moment mehr möglich, als das im Hinblick auf den Menschenrechtsschutz gut wäre?

Zimmermann: Bei den Vereinten Nationen in Genf beschäftigt sich eine Arbeitsgruppe der Abrüstungskonferenz mit autonomen Waffen. Sie will Grundprinzipien, das heißt gemeinsame Erklärungen, entwickeln, an die sich die Staaten halten müssen. Doch die völkerrechtlichen Prozesse sind eher langsam. Wenn es gut geht, gibt es in zehn Jahren einen Vertrag, den dann auch die großen Player, also etwa die Russische Föderation, die USA und Israel, ratifizieren werden. In Anbetracht der gegenwärtigen völkerrechtlichen und politischen Gesamtlage könnte es aber auch schlecht laufen – und dann wird darüber die nächsten 20 Jahre ohne signifikante Fortschritte verhandelt.

Das MenschenRechtsZentrum besteht seit rund 25 Jahren. Was waren die Ziele bei seiner Gründung und was hat es seither geleistet?

Weiß: Anfang der 1990er Jahre war das Thema der Menschenrechte in den Universitäten und insbesondere in den Juristischen Fakultäten noch nicht so präsent. 1992 fand jedoch eine internationale Konferenz an der Universität Potsdam zum Internationalen Menschenrechtsschutz statt, an der auch Richter des Europäischen Gerichtshofs für Menschenrechte



DIE WISSENSCHAFTLER

Prof. Dr. Andreas Zimmermann studierte Rechtswissenschaften in Tübingen, Aix-en-Provence und an der Harvard Law School. Seit 2008 ist er Professor für Öffentliches Recht, insbesondere Europa- und Völkerrecht sowie Europäisches Wirtschaftsrecht und Wirtschaftsvölkerrecht und seit 2010 Direktor des MRZ.

✉ schiller@uni-potsdam.de



Apl. Prof. Dr. Norman Weiß studierte Jura an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz und ist seit 2013 außerplanmäßiger Professor an der Juristischen Fakultät. Seit 1994 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter am MRZ.

✉ weiss@uni-potsdam.de

teilnahmen. Sie hatten gewissermaßen den Auftrag, die Einrichtung von Menschenrechtsinstitutionen in den europäischen Staaten zu fördern. In Deutschland schien Potsdam dafür geeignet – auch unter dem Gesichtspunkt, dass hier am Griebnitzsee die Kadenschmiede der DDR, die Deutsche Akademie für Staats- und Rechtswissenschaft, gewesen war und dass hier, wo heute unser Campus ist, die Mauer gestanden hatte. Deshalb richtete 1994 Eckart Klein, der damalige Professor für Staats- und Völkerrecht, das MRZ als interdisziplinäres Zentrum ein. 2001 wurde es mit dem Zentrum für Gerechtigkeitsforschung als zentrale wissenschaftliche Einrichtung zusammengeführt. Seit dieser Zeit haben wir eine organisatorische Doppelspitze: den Direktor aus der Juristischen Fakultät, der Inhaber des Lehrstuhls für Völkerrecht ist, und den aus der Philosophischen Fakultät, der Professor für Ethik und Ästhetik ist. Heute gibt es weltweit viele Einrichtungen wie das MRZ, die zu den Menschenrechten forschen. Rund 70 haben sich in der AHRI zusammengeschlossen.

Zimmermann: Ich glaube, wir haben uns in der Wissenschaftslandschaft ganz gut etabliert. Mit der großen Tagung im vergangenen Jahr haben wir unsere nationale, aber auch die internationale Sichtbarkeit erhöht. Es gibt enge Kontakte zum Deutschen Institut für Menschenrechte, also der nationalen Institution, die nach den „Pariser Prinzipien“ der VN arbeitet. Wir machen in der Lehre eine ganze Menge, in der Philosophischen wie in der Juristischen Fakultät.

Weiß: Das Gleiche gilt für die Forschung, die ja das zentrale Anliegen des MRZ ist. Hier sind eine Reihe von Dissertationen entstanden, die größtenteils in den „Schriften des Menschenrechtszentrums der Universität Potsdam“ veröffentlicht wurden. Gerade haben wir Band 46 herausgegeben. Das zweimal jährlich erscheinende MenschenRechtsMagazin hat eine große Reichweite, es wird in einigen Ministerien und im Bundestag gelesen.

Zimmermann: Wir haben immer auch einen oder zwei Gastwissenschaftler zu Besuch, so etwa aus Polen, Georgien, Israel oder der Schweiz, die mit eigenen Forschungsprojekten an die Uni kommen. Außerdem haben wir 2018 im Bundestag eine gutachterliche Stellungnahme zum Familiennachzug abgegeben. Damals wurde ja die Begrenzung des Familiennachzugs insbesondere für Syrer diskutiert. Mit Themen wie diesen versuchen wir zudem immer auch in die Stadt Potsdam auszustrahlen. Etwa mit Veranstaltungen in der Wissenschaftsetage, wo wir populärwissenschaftliche Themen in breiteren Kreisen ansprechen. 2015 gab es beispielsweise eine Veranstaltung zur Genfer Flüchtlingskonvention. Das war zu diesem Zeitpunkt natürlich ein heißes Thema – und auch sehr gut besucht.

Kann die Forschung konkret auf den Schutz der Menschenrechte einwirken?

Zimmermann: Das geschieht mehr auf einer Metaebene. In der Dissertation einer Doktorandin ging es beispielsweise um die Frage, ob es ein völkerrechtlich



Prof. Norman Weiß

verbrieftes Recht auf die Kriegsdienstverweigerung gibt. Das heißt nicht innerstaatlich, nach deutschem Verfassungsrecht, sondern ob der Internationale Pakt über bürgerliche und politische Rechte die Verweigerung des Kriegsdienstes legitimiert. Und die Arbeit kommt zu dem Ergebnis: Ja, solch einen Anspruch gibt es. Dadurch wird sich ...

Weiß: ... alles ändern ...

Zimmermann: In gewisser Weise schon. Denn auch, wenn sich dadurch das Verhalten konkreter Staaten nicht unmittelbar verändern wird, trägt so eine Arbeit zur Bewusstseinsweiterung bei. So funktioniert eben Forschung.

Welche Themen beschäftigen das MRZ derzeit und welche Projekte stehen in den kommenden Jahren auf der Agenda?

Weiß: Wir haben seit vielen Jahren einen Schwerpunkt, nämlich die inhaltliche Begleitung der Arbeit des Menschenrechtsausschusses der VN. Herr Zimmermann ist dort gegenwärtig Mitglied als unabhängiger Experte.

Zimmermann: Wir befinden uns in einer weltpolitisch schwierigen Lage, in der wir völkerrechtlich einen Rollback erleben, also einen Versuch, etablierte menschenrechtliche Standards infrage zu stellen. Darunter leiden auch unabhängige Überwachungsorgane wie der Menschenrechtsausschuss. Derzeit betreue ich eine Doktorarbeit zu diesen sogenannten „Treaty Bodies“ und der Frage, wie diese auch in schwieri-



Prof. Andreas Zimmermann

gen politischen Zeiten gestärkt werden können. Und wie bereits angesprochen kommen mit neuen globalen Entwicklungen auch neue Fragen auf uns zu: Was bedeutet die Digitalisierung menschenrechtlich? Schließlich gibt es ein Recht auf Versammlungsfreiheit – und nach Völkerrecht gilt das auch im virtuellen Raum. Doch wie ist das „Right to Privacy“ im Cyberspace zu verstehen? Wo liegen die Grenzen der Überwachung? Denn heute ist es ja so: Sie leben in einem Land und ein ausländischer Staat oder dessen Geheimdienst kann Sie ausspionieren, ohne jemals deutschen Boden zu betreten. Ist er dann trotzdem an Menschenrechte gebunden?

Was außerdem in den VN heiß diskutiert wird, ist die Frage der Menschenrechtsbindung von Unternehmen. Kann man global agierende Unternehmen wie Esso, Shell oder auch deutsche Textilunternehmen verpflichten, menschenrechtliche Standards einzuhalten? Derzeit arbeiten die VN hierzu an einem völkerrechtlichen Vertrag und es bleibt abzuwarten, ob er zustande kommen wird.

Unternehmen sind nicht verpflichtet, die Menschenrechte einzuhalten?

Zimmermann: Normalerweise bestehen zwischen den Staaten Menschenrechtsschutzverträge, die etwa Deutschland verpflichten, die Menschenrechte zu schützen.

Weiß: Und auf der anderen Seite steht zum Beispiel Bangladesch.

Zimmermann: Aus den Menschenrechtsschutzverträgen ergibt sich die Verpflichtung von Bangladesch darauf zu achten, dass in den dortigen Unternehmen menschenrechtliche Mindeststandards eingehalten werden. Aber die Frage ist, ob auch eine Verpflichtung Deutschlands besteht, auf deutsche Unternehmen einzuwirken, sodass sie, auch wenn sie in Bangladesch tätig werden, bestimmte menschenrechtliche Standards einhalten. Das ist keineswegs allgemein so von allen Staaten akzeptiert. Denn an sich ist ja der Staat der Adressat menschenrechtlicher Verpflichtungen. Damit stellt sich dann die Frage, ob die Staaten verpflichtet sind auf Unternehmen einzuwirken, zumal Lieferketten heute komplex sind und es sich vielleicht um Unternehmen handelt, die zu 60 Prozent in deutschem, zu 40 Prozent in ausländischem Aktienbesitz sind.

Weiß: Daraus entstehen die bekannten Konfliktlagen, die nicht nur theoretisch, sondern auch praktisch schwierig zu lösen sind. Und wenn das Unternehmen ein internationaler Großkonzern ist, dann kann ein Entwicklungsland nicht auf die Durchsetzung irgendwelcher Vorschriften pochen.

MENSCHENRECHTSZENTRUM (MRZ)

Das MenschenRechtsZentrum (MRZ) besteht seit 1994 und ist heute eine zentrale wissenschaftliche Einrichtung der Universität Potsdam. Es dient der Förderung von interdisziplinärer Forschung, Lehre und Weiterbildung sowie der Politikberatung in Fragen der Menschenrechte.

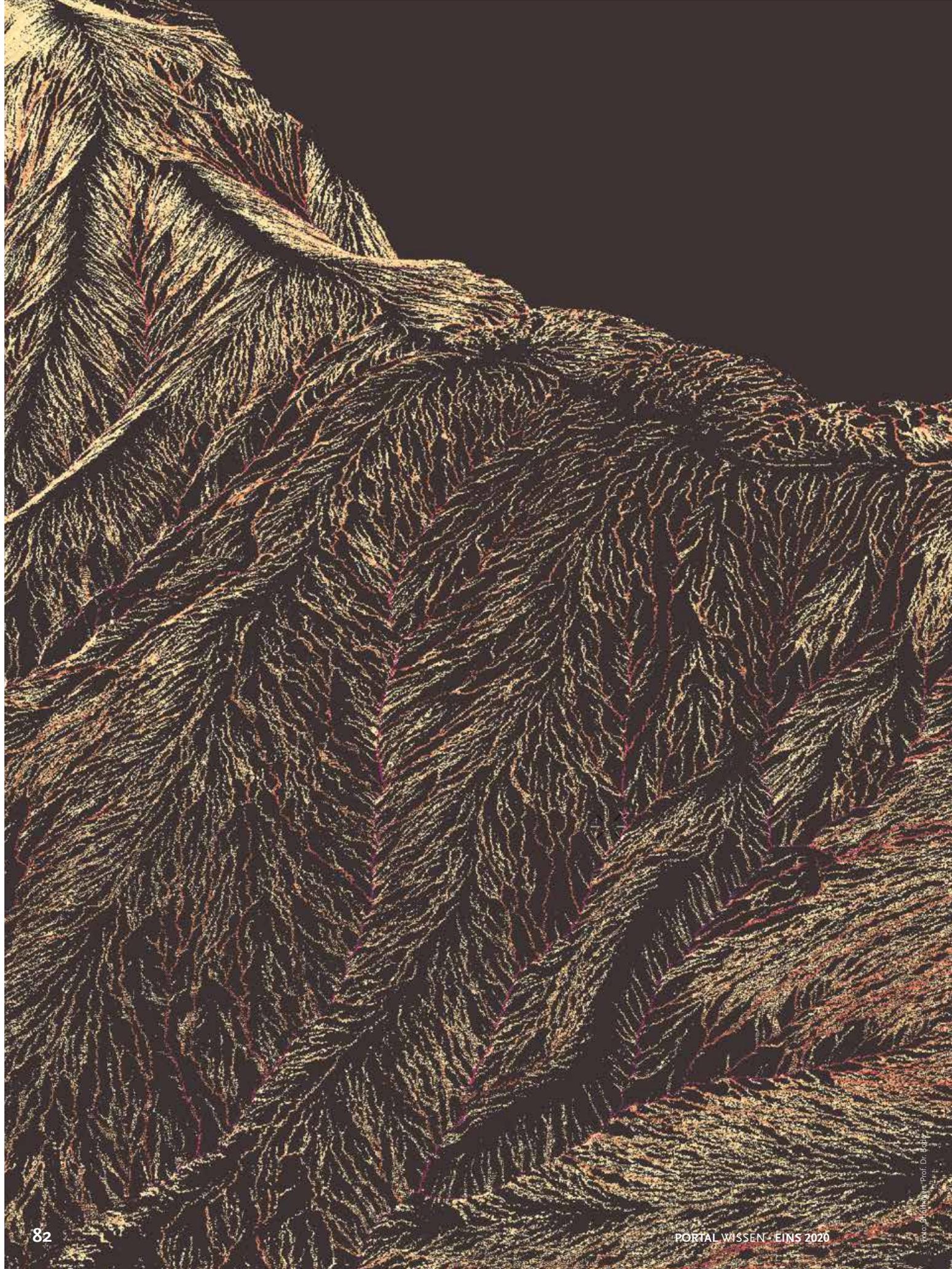
<https://www.uni-potsdam.de/mrz/>

Zimmermann: Weil solche Länder gar nicht über die entsprechende Verhandlungsmacht verfügen.

Weiß: Doch was wäre, wenn das Unternehmen selbst an die Einhaltung gebunden wäre oder Deutschland es dazu zwingen würde, die Menschenrechte zu achten? Womöglich würde sich die Situation in Bangladesch letztendlich verändern.

Zimmermann: Das alles sind Entwicklungen, die mit der Globalisierung erst besonders virulent werden. Wenn wir unsere T-Shirts aus Bangladesch kaufen, weil sie nur zwei Euro im Supermarkt kosten. Ohne zu beachten, dass da jemand für einen Dollar am Tag gearbeitet hat – ohne Klimaanlage und Brandschutzvorschriften.







Der Blick von oben

Punktwolkenmodell von Santa Cruz Island vor der Küste Kaliforniens – mit einer Visualisierung der Abflussnetzwerke

Der Geoforscher Bodo Bookhagen setzt Drohnen in der Geologischen Fernerkundung ein

Eines der beliebtesten Geschenke zu Weihnachten: unbemannte Luftfahrzeuge, umgangssprachlich als Drohnen bezeichnet. Ihre Nutzung im Hobby-Bereich ist inzwischen weitverbreitet. Doch Drohnen sind mehr als nur Spielzeuge: In der Wissenschaft zum Beispiel gewinnen sie immer mehr an Bedeutung. So können sie eingesetzt werden, um den Baumbestand in Wäldern zu kontrollieren oder die Aufenthaltsorte von Tieren festzustellen. Der Geowissenschaftler Bodo Bookhagen, Professor für Geologische Fernerkundung an der Universität Potsdam, nutzt seit einigen Jahren Drohnen bei seinen wissenschaftlichen Arbeiten – und immer wieder eröffnen sich ihm neue Anwendungsgebiete.

Den Wissenschaftlern geht es darum, aus der Vogelperspektive eine buchstäblich neue Sicht auf die Welt zu erlangen. Drohnen ermöglichen es, aus 20, 50 oder 100 Metern Höhe die Erde aus der Luft zu beobachten. Sie schließen damit die Lücke, die zwischen Messungen direkt auf der Erdoberfläche und der Beobachtung der Erde mit Flugzeugen aus mehreren Tausend Metern Höhe bestand. Ziel der Geowissenschaftler ist es, hochauflösende digitale Geländemodelle und Luftfotos zu erstellen, die es gestatten, Böden und Pflanzen zu analysieren. „Mit Aufnahmen von Drohnen können wir die Vegetationsdecke ganz genau vermessen, Bäume zählen oder ihre CO₂-Aufnahme indirekt bestimmen.“ Beispielsweise trägt

das Wissen über den Zustand der Biomasse dazu bei, Waldbrände besser bekämpfen oder gar voraussagen zu können. Gerade für das walddreiche Land Brandenburg ist dies von großer Bedeutung, wie sich in den vergangenen sehr trockenen und heißen Sommern deutlich zeigte.



Einsatz einer Drohne in den argentinischen Anden



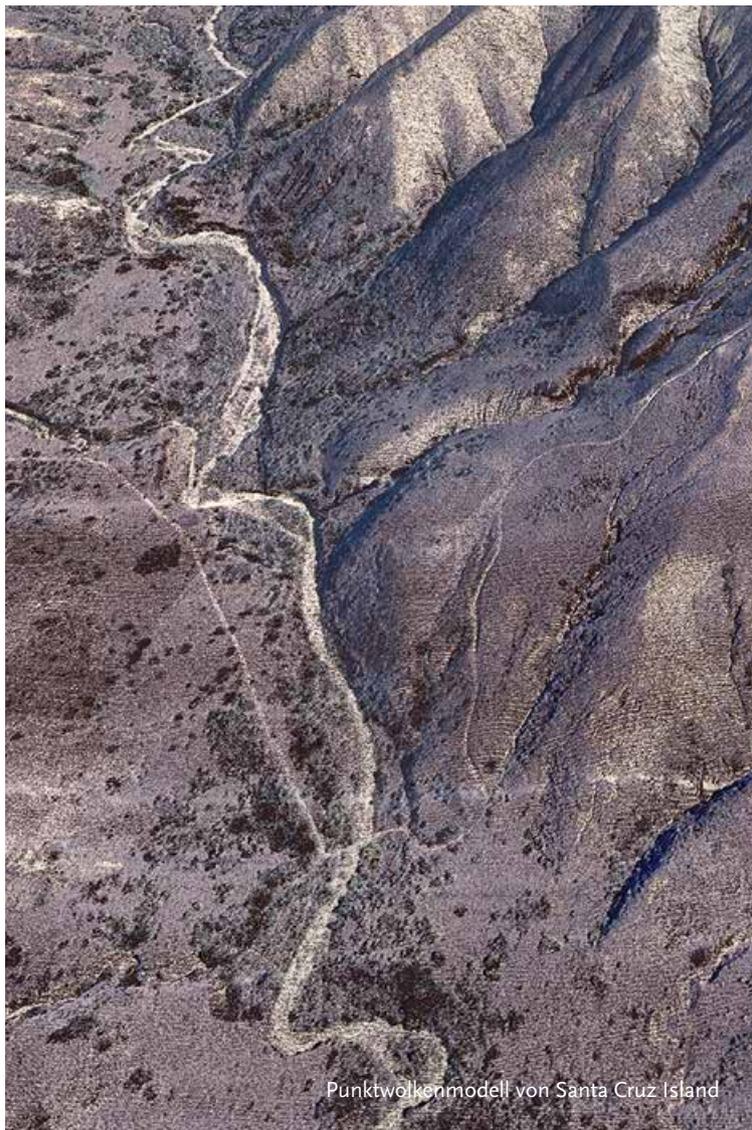
Auf Santa Cruz Island

Geländemodelle in 3D

Auch geologische Strukturen und Prozesse lassen sich mithilfe von Drohnen untersuchen. Wo fließt Wasser? Wo kann sich bei extremen Niederschlägen Wasser aufstauen? Fragen, die bei der Erforschung von Naturrisiken durch den Einsatz von Drohnen beantwortet werden können. Die Forscher nutzen dabei eine Methode, die räumliche Koordinaten und dreidimensionale Modelle der Oberfläche aus mehreren überlappenden Fotos erstellt. „Dadurch erschließen sich verschiedene dreidimensionale Blickwinkel auf die Oberfläche und es lassen sich exakte Geländemodelle erstellen“, sagt Bodo Bookhagen. Solche Geländemodelle wiederum helfen, zum Beispiel die Fließrichtung und mögliche Engstellen schon vor einem Extremereignis zu bestimmen.

Moderne Fernerkundung, wie sie Geoforscher mit Drohnen betreiben, verwendet unter anderem sogenannte Punktwolken. Eine Punktwolke ist eine Men-

Foto: Bookhagen, Prof. Dr. Bodo



Punktwolkenmodell von Santa Cruz Island

DIE PROJEKTE

BMBF-Projekt Namibia (PI Dr. Niels Blum)
Alexander von Humboldt-Institutspartnerschaft mit
Indian Institute of Technology Kanpur IIT Kanpur
(Indien)

ge von Messpunkten mit unorganisierter räumlicher Struktur – ihr Abstand untereinander variiert zum von wenigen Millimetern bis in den Dezimeter-Bereich. Diese Punkte lassen sich aus den Fotos errechnen. Die Arbeitsgruppe von Bodo Bookhagen analysiert solche Punktwolken und arbeitet an Verfahren, mit denen sie automatisch ausgewertet werden können. So enthalten die Daten zum Beispiel Informationen über die Biomasse, die Geländestrukturen und den Wassergehalt oder für Modelle zu Vorhersage von Bergstürzen.

Die Potsdamer Wissenschaftler setzen die Drohnen bei ihren Forschungsaufenthalten rund um den Globus ein. In Argentinien beispielsweise arbeiten die Geoforscher eng mit Kollegen aus Buenos Aires, Salta, Jujuy und Tucumán zusammen, um die Oberflächendynamik der Anden im Detail zu verstehen. „Wir haben dort Veränderungen in der Natur untersucht, die auf bevorstehende Bergstürze schließen lassen. Zudem haben wir hochauflösende Geländemodelle von sogenannten Erdbebenrupturzonen erstellt“, so Bookhagen. Dank der Drohnen sind die Forscher in der Lage, diese Vorgänge nun präzise zu dokumentieren und zu analysieren.

Bodo Bookhagen nutzt die Drohnen in der Regel als Trägersysteme für optische und geowissenschaftliche Messtechnik. Er rüstet sie zum Beispiel mit verschiedenen Sensoren aus, die hochauflösende Fotos produzieren. Mit thermischen Kameras können so die Temperaturen an der Erdoberfläche gemessen werden, was wiederum Rückschlüsse auf den Feuchtegrad des Bodens zulässt. In Zusammenarbeit mit Prof. Rajiv Sinha vom Indian Institute of Technology Kanpur führen die Wissenschaftler solche Messungen im indischen Gangesbecken und im Himalaya durch. Die Ergebnisse dieser Zusammenarbeit, die im Rahmen einer Alexander von Humboldt-Institutspartnerschaft gefördert wird, werden etwa zur Vorhersage von Waldbränden oder zum Monitoring der Bewässerung in der Landwirtschaft genutzt. Wie effektiv Felder bewässert werden, hat angesichts des Klimawandels und der zunehmenden Wasserknappheit eine hohe Relevanz für die Menschen vor Ort. Noch bis vor wenigen Jahren wurden entsprechende Daten mit Messstationen nur punktuell, also auf einer sehr begrenzten Fläche, erhoben. Heute können die Wissenschaftler mit Drohnen große Landstriche schnell, flächendeckend und mit hoher Genauigkeit vermessen. „Drohnen-gestützte Messungen sind vergleichsweise einfach und

gleichzeitig großflächiger als Punktmessungen. Darin steckt ein Riesenpotenzial, das noch lange nicht ausgeschöpft ist“, sagt Bodo Bookhagen.

Einsätze von Potsdam bis Namibia

In Zusammenarbeit mit dem Ökologen Dr. Niels Blaum von der Universität Potsdam entstehen Drohnenaufnahmen auch in Namibia. Mit ihrer Hilfe soll die Biomasse der Savannen erfasst werden. Im Fokus steht dabei die Analyse saisonaler Unterschiede, die mit regelmäßig wiederholten Aufnahmen der Pflanzenstrukturen beobachtet werden. Außerdem helfen die hochaufgelösten Daten dabei, Tierpfade aufzuspüren. Dies kann zum Beispiel dazu beitragen, dass Schutzgebiete besser an die Lebensräume von Wildtieren angepasst werden können. Und auch die Forschung zu Naturrisiken steht in Namibia auf der Agenda: Bookhagen und seine Kollegen setzen hier Drohnen ein, um das Hochwasserrisiko insbesondere in den Trockentälern zu bestimmen. Gerade hier ist die Gefahr von Sturzfluten nach extremen Regenfällen besonders hoch. Die Geoforscher bestimmen in der Trockenzeit aus den Drohnen-Luftbildern die Korngrößenverteilung und Anzahl von Flusskieseln in einem definierten Gebiet. Nach einer Flut hingegen vermessen sie die Aufschotterung in Flussbereichen, also die Menge der Gesteine, die durch die Fluten bewegt wurden. Beide Daten, die Größe der Kiesel wie auch die Menge des transportierten Materials, sind entscheidende Parameter, um das Risiko für Menschen und Infrastrukturen entlang der Trockentäler zu bestimmen.

Doch die Drohnen der Potsdamer Forscher fliegen nicht immer nur in der Ferne. In regionalen Kooperationen zum Beispiel mit der Stiftung Preußische Schlösser und Gärten Berlin-Brandenburg sowie der Stadt Potsdam helfen sie bei Baumzählungen oder der Bestimmung von Baumarten.

Recht neu ist der Einsatz von Drohnen in der sogenannten Archäometrie. Hierzu rüsten Bookhagen und sein Instituts-Kollege Prof. Dr. Jens Tronicke die Drohnen mit geophysikalischen Sensoren aus. Die



Punktwolkenmodelle
des Unicampus in
Golm

Fotos: Bookhagen, Prof. Dr. Bodo (2)



DER WISSENSCHAFTLER

Prof. Dr. Bodo Bookhagen studierte Geologie, Geophysik und Informatik in Potsdam. Seit 2014 ist er Professor für Geologische Fernerkundung an der Universität Potsdam.

✉ bodo.bookhagen@uni-potsdam.de

Kombination aus optischen Luftbildern und geophysikalischen Messungen erleichtert etwa die Identifizierung von alten Stadtmauern oder Siedlungen. Bodo Bookhagen und Jens Tronicke arbeiten dabei an innovativen Methoden, um den Einsatz von Drohnen und geophysikalischen Instrumenten zu kombinieren und weiter zu verbessern. Sie hoffen, dass diese Methoden auch bei der Detektierung von Altlasten verwendet werden können – eine Aufgabe, die gerade im Land Brandenburg immer noch ansteht. So war es bei den zahlreichen großen Waldbränden im Sommer 2019 häufig nicht möglich, brennende Flächen zu betreten, weil dort alte Munition aus dem Zweiten Weltkrieg und den DDR-Jahren vermutet wurde. Drohnenge-

stützte Kartierungen mit geophysikalischen Methoden könnten dabei helfen, die meist mit Metallhülsen produzierte Munition zu orten.

Um all diese Aufgaben erfüllen zu können, reicht es kaum, die für den Hobby-Bereich ausgelegten Drohnen einfach online zu kaufen. Zwar sind die kommerziell erhältlichen Drohnen als Trägersysteme gut einsetzbar, das Anbringen spezieller geophysikalischer Sensoren verlangt von den Forschern aber auch reichlich Erfindergeist. Darüber hinaus haben die Geowissenschaftler an Methoden gearbeitet, die Position der Drohnen in der Luft auf wenige Millimeter genau zu bestimmen. Kommerzielle Anbieter haben zudem die Stabilität der Drohnen in der Luft deutlich verbessert. „Früher mussten wir bei Windstößen jedes Mal neu ausrichten. Das ist heute dank automatischer Flugsteuerung nicht mehr erforderlich. Die Drohne folgt dem Weg, den wir ‚eingeben‘ und korrigiert selbst.“ Bodo Bookhagen sieht aber noch Optimierungspotenzial – daher denken er und seine Kollegen aus dem Forschungsschwerpunkt Erd- und Umweltsystemforschung der Universität Potsdam darüber nach, ein Testgelände für den wissenschaftlichen Einsatz von Drohnen aufzubauen.

DR. BARBARA ECKARDT/DR. SIMON SCHNEIDER



LAUT FÜR LAUT ZUM WORT

LOLA macht Sprachenlernen sichtbar

Menschliche Sprache ist eine ziemlich komplexe Angelegenheit. Doch das Gleiche gilt für die Art, wie sie entsteht. Lunge, Stimmbänder, Zunge, Zähne – viele „Akteure“ in unserem Körper müssen genau zusammenarbeiten, damit am Ende ein simples Wort unseren Mund verlässt. Die Linguistin Dr. Aude Noiray interessiert sich für diesen Prozess, vor allem aber dafür, wie Kinder die nötigen motorischen, lexikalischen und phonologischen Fertigkeiten erlernen, um irgendwann eine Sprache zu beherrschen. Zu diesem Zweck hat sie das „Laboratory for Oral Language Acquisition“ gegründet, kurz LOLA. Hier rückt sie mit modernsten wissenschaftlichen Methoden jenen Geheimnissen zu Leibe, deren Lösung uns eigentlich auf der Zunge liegt und dann aber doch so schwer zu entziffern ist.

Am Anfang war das Wort? Nicht unbedingt. Wenn Babys sprechen lernen, fangen sie mit einfachen Vokallauten an. Ein simples Krietschen, das für Außenstehende sogar wie Schreien klingt, ist mitunter der erste Schritt zum Sprechen: „Nach und nach lernen sie dann, ihre Lungen mit den Sprechartikulatoren, wie dem Kiefer, den Lippen oder der Zunge, zu koordinieren“, erklärt Aude Noiray. „Sie erkunden die Möglichkeiten ihrer neuen Werkzeuge. Und wirken so, als hätten sie dabei richtig Spaß!“ Erst wenn sie sich mit diesen Abläufen vertraut gemacht haben, fangen Babys an, Laute miteinander zu kombinieren. Dadada, bababa – für Eltern bringt ihr brabbelndes Kind ein großes Glück und oft auch erstmals die Erkenntnis, dass dort jemand sprechen übt. „Es hat sich gezeigt, dass dieser Übergang bei vielen Kindern, unabhängig von den Sprachen, mit denen sie aufwachsen, unge-

DAS LABOR

Die Forscherinnen des **Laboratory for Oral Language Acquisition (LOLA)** widmen sich der Sprachentwicklung – vom Babyalter bis zur Pubertät. Zu den Forschungsthemen zählen die Entwicklung der Sprachmotorik, die Wahrnehmungs-, Phonologie- und Lexikentwicklung, die Beziehung zwischen Sprachplanung und Sprachproduktion sowie die Leseerfassung. In ihren Experimenten arbeiten sie mit Audio- und Videoaufzeichnungen, Eyetracking, Ultraschall sowie verschiedenen Sprach- / Lesebewertungen.

<https://www.uni-potsdam.de/lola/index.html>



fähr zwischen dem sechsten und zehnten Lebensmonat beginnt“, so die Linguistin.

Babys in den Mund geschaut

Jener Prozess, wenn sich das physische System auf Sprache „einstimmt“, fasziniert Aude Noiray als Forscherin schon länger. Doch damit stand sie vor gleich zwei Problemen: Bis vor wenigen Jahren ließ sich das, was im Kindermund passiert, schlecht untersuchen. „Das Meiste, was wir bislang über kindliche Artikulation wissen, verdanken wir der Auswertung von Tonaufnahmen“, erklärt sie. Um den Mundraum nicht-invasiv zu beobachten, kombinierte sie etablierte Audio- und Videoanalysen mit Ultraschalltechniken, die in der linguistischen Forschung zu Babys und Kindern bislang kaum eingesetzt wurden. Da es bisher keine Instrumente zur experimentellen Untersuchung des Sprachapparats mithilfe von Ultraschall gab, mussten Aude Noiray und ihr Team selbst eines entwickeln: das Sonographic and Optical Linguo-Labial Articulatory Recording system, kurz SOLLAR. Für LOLA montierte sie einen Ultraschallkopf, den sogenannten Transducer, der die Ultraschallwellen aussendet, auf ein gefedertes Gestell. Testpersonen legen ihren Kopf so auf dem Sensorkopf ab, dass dieser sich beim Sprechen mit dem Unterkiefer auf und ab bewegt. Dadurch befindet er sich immer dicht unterhalb der Zunge und zeichnet ein optimales Bild von deren Bewegung auf. Die Ultraschalldaten werden auf einen Monitor übertragen, wie man es von medizinischen Untersuchungen kennt, und natürlich für eine Auswertung aufgezeichnet.

In verschiedenen Projekten zur Sprachentwicklung von Kleinkindern hat sich das Gerät bereits

bewährt. „Wir waren unsicher, ob wir Dreijährige untersuchen können“, sagt die Forscherin. „Eine der größten Herausforderungen war, ihre Aufmerksamkeit zu erhalten. Wir haben extra eine Sternreise als Hintergrundgeschichte entwickelt. Gemeinsam haben wir dafür Ideen gesammelt und den Ablauf optimiert – und es klappt!“

Nun gehen Aude Noiray und ihr Team noch einen Schritt weiter – und zwar zurück. „Als ich meinen ersten Forschungsantrag für ein Projekt mit Dreijährigen schrieb, sagten mir Kollegen: ‚Das wird nie was.‘ Inzwischen ist das völlig normal. Dank der technischen Möglichkeiten können wir immer früher in der Sprachentwicklung einsetzen. Und die beginnt



Dr. Aude Noiray erklärt ein mobiles Ultraschallgerät, mit dem Babys untersucht werden.

nun mal in den ersten Lebensmonaten.“ In ihrem aktuellen, von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projekt widmen sich die LOLA-Forscher jener Phase, in der aus neugierigem Gurgeln, Gluckern und Juchzen das erste Dadada und aus einfachen Lauten erste Ansätze sprachlicher Artikulation werden. „Diesmal interessiert uns vor allem, auf welche Weise die Sprachentwicklung von Babys davon beeinflusst wird, ab wann und wie sie das Sprechen anderer beobachten und verarbeiten.“ Ausgangspunkt der Untersuchung ist eine Beobachtung: Während der ersten sechs Lebensmonate schauen die Kinder vor allem auf die Augen der sie umgebenden Menschen. Doch irgendwann, meist im Alter zwischen acht und zehn Monaten, wandert ihr Blick immer häufiger auf den Mund, vor allem wenn dieser sich beim Sprechen bewegt. „Tatsächlich schauen manche Babys sogar schon auf den Mund, noch ehe der erste Ton herauskommt – so als würden sie darauf warten und denken: ‚Das ist ein wichtiger Ort, der mir helfen kann, selbst sprechen zu lernen‘“, so Noiray.

Sprache vom Mund ablesen

Ziel des Projektes ist es herauszufinden, ob es einen Zusammenhang gibt zwischen dem Blickwechsel der Kinder von den Augen auf den Mund und ihrer Sprachentwicklung. „Es ist durchaus denkbar, dass Babys, die sehr früh anfangen, den Mund zu beobachten, auch eher anfangen zu babbeln“, sagt Aude Noiray. Die große Herausforderung für die entsprechenden Experimente ist nun, dass es eben nicht nur um das geht, was im Mund passiert, sondern auch um die Augen. Deshalb hat das Team neben Audio-, Video- und Ultraschallanalysen auch noch das Eyetracking zur Erfassung der Augenbewegungen in das Experiment integriert. Und wieder erweisen sich die kleinen Versuchspersonen als große Herausforderung, wie Noiray sagt. „Manche Kinder sind sehr schnell abgelenkt, andere vom Eyetracker derart fasziniert, dass sie nur noch dorthin schauen und nicht mehr auf das Gesicht. Dann sind die Aufnahmen natürlich unbrauchbar.



DIE WISSENSCHAFTLERIN

Dr. Aude Noiray studierte English, Language, Letter and Foreign Civilization sowie Language Sciences an der Universität Stendhal, Grenoble (Frankreich). Seit 2012 forscht sie an der Universität Potsdam – und leitet das LOLA, das sie im Januar 2015 gegründet hat.

✉ anoiray@uni-potsdam.de

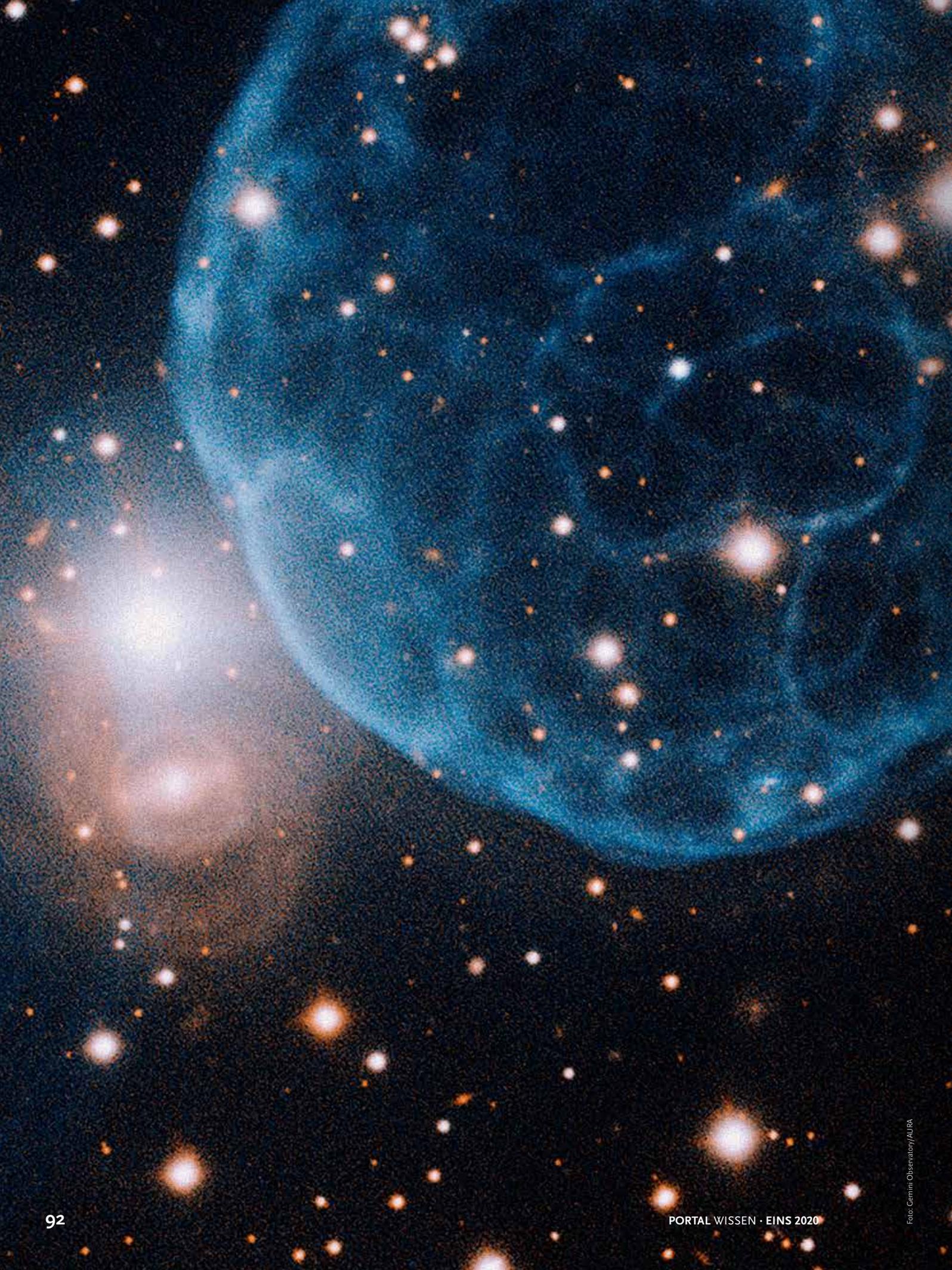


Experiment mit Ultraschallsonde

Außerdem können wir die meisten nicht länger als fünf Minuten bei der Stange halten. Das ist wirklich kurz – und hat uns gezwungen, das ganze Verfahren anzupassen.“ Alle Babys werden zusammen mit ihren Eltern in einer rund 30-minütigen Ankommensphase „warmgespielt“, ehe sie Videos gezeigt bekommen, in denen Personen irgendwann anfangen zu sprechen. Wenn die kleinen Experimentteilnehmer es zulassen, werden ihre Reaktionen umfassend dokumentiert – per Video, mit dem Ultraschallgerät und dem Eyetracker. Sobald genug Daten gesammelt sind, werden die Forscher diese auswerten. „Wir sind gespannt, welche Zusammenhänge sich ergeben“, so Noiray. „Zeigt der ‚Switch‘ von den Augen auf den Mund den Beginn einer neuen Phase der Sprachproduktion an? Oder ist es eher umgekehrt, dass die Kinder erst selbst brabbeln und dann den Mund ihres Gegenüber entdecken und dem Blick in die Augen vorziehen?“

Bislang konnten bereits rund 100 Junior-Probanden aufgenommen werden, manche sogar mehrmals – über Monate hinweg. „Ein echter Glücksfall“, so die Linguistin. „Weil wir so ihre Sprachentwicklung detailliert verfolgen und zu den Erkenntnissen unserer Studie in Beziehung setzen können.“ Das sei nicht zuletzt wichtig für mögliche Anwendungen der Forschungsergebnisse, etwa in der Behandlung von Sprachentwicklungsstörungen. „Je mehr wir darüber wissen, wie Kinder Sprachen lernen, desto besser können wir Verzögerungen oder gar Störungen dieser Entwicklung behandeln – vielleicht irgendwann sogar noch bevor sie sich negativ auswirken.“

MATTHIAS ZIMMERMANN





Gemini Observatory Aufnahme des Planetarischen Nebels Kronberger 61. Er ähnelt einem Fußball und ist die sich ausdehnende, leuchtende Hülle ionisierten Gases, die spät im Leben des Sterns ausgestoßen wurde. Der Zentralstern, ein heißer Weißer Zwerg, ist als leicht bläulicher Stern im Zentrum des Nebels erkennbar.

DIE ZUKUNFT VON SONNEN

Die Astrophysikerin Nicole Reindl forscht im neuen Postdoc-Programm der Universität Potsdam

16 Stellen hat die Universität Potsdam im Rahmen ihres neuen Postdoc-Programms ausgeschrieben – mit freier Themenwahl. Drei Jahre lang können sich die Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler nun in Potsdam ihrem ganz eigenen Forschungsprojekt widmen. Dr. Nicole Reindl ist eine der neuen Postdoktorandinnen. Die Astrophysikerin forscht seit April 2019 am Institut für Physik und Astronomie. Ihr Thema: Weiße Zwerge, jene Form von Sonnen, die diese zum Ende ihres Lebens hin annehmen.

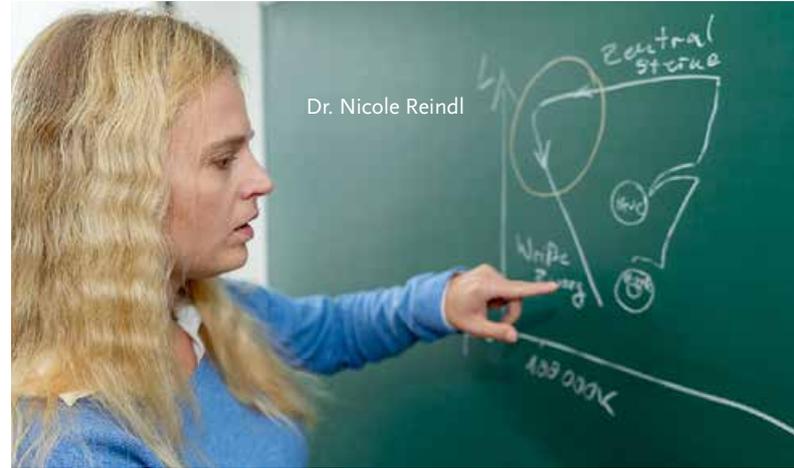
Auf dem Flur vor Nicole Reindls Zimmer hängt ein Poster, das den Lebensweg der Sterne zeigt. Sterne mit einer großen Masse, lässt sich dort sehen, brennen nur wenige Millionen Jahre, bis sie in einer Supernova explodieren. Sterne mit einer geringeren Masse – so wie auch unsere Sonne – können Milliarden von Jahren ruhig brennen. Erst wenn der Wasserstoff im Sonneninneren aufgebraucht ist, blähen sie sich zu einem roten Riesen auf, bis zu 200 Mal so groß wie die Sonne, der schließlich einen großen Teil seiner Masse als planetarischen Nebel verliert. Der Rest des Sterns schrumpft zu einem Weißen Zwerg, einem kleinen, sehr heißen und sehr dichten Stern.

Fast alles weiße Zwerge

Diese Weißen Zwerge und ihre unmittelbaren Vorläufer sind es, die Nicole Reindl erforscht. Seit April ist sie Postdoktorandin in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Stephan Geier am Institut für Physik und Astronomie, im Rahmen des neuen Potsdamer Postdoc-Pro-

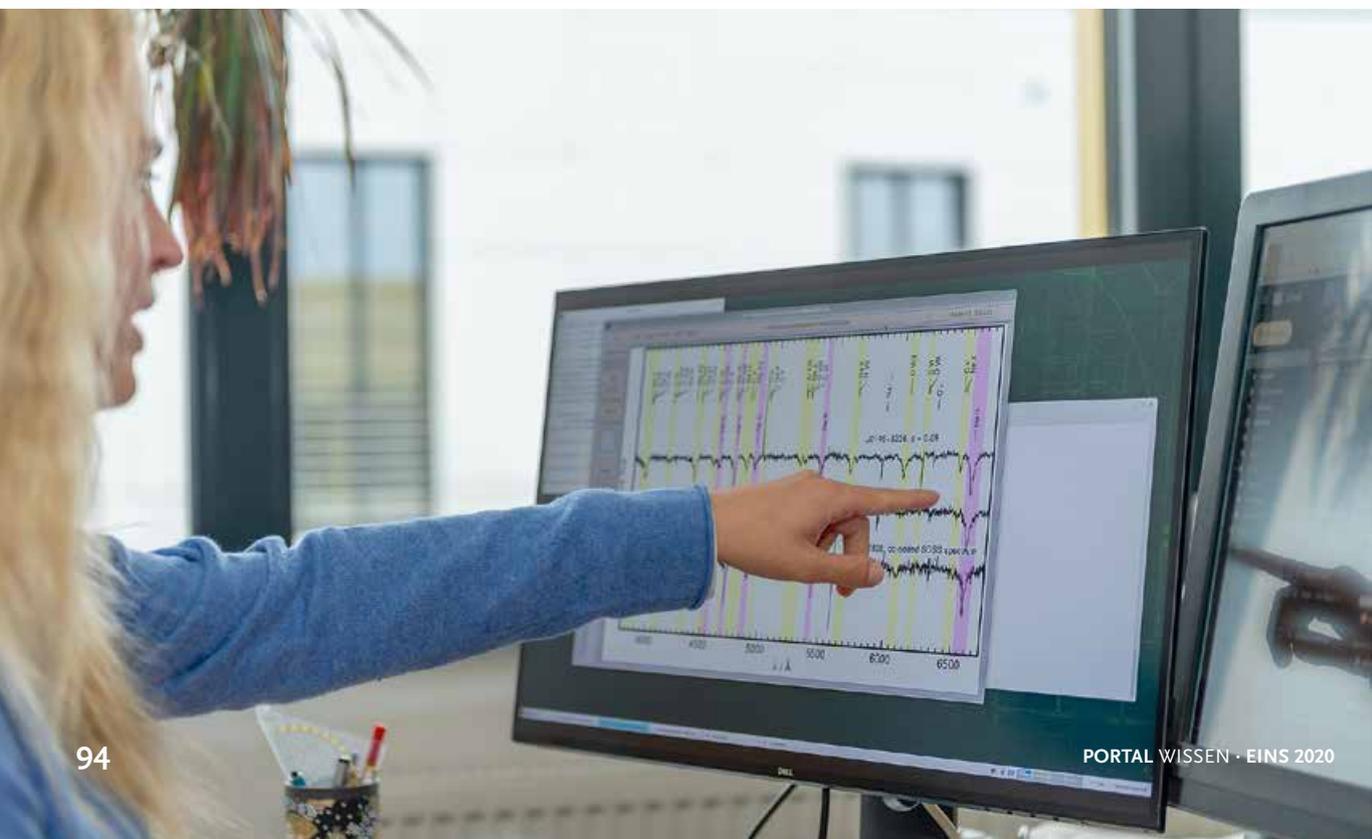
gramms, das exzellente Nachwuchsforschende an die Universität bringen soll. Reindl war zuvor drei Jahre lang in Großbritannien, an der Universität Leicester, im Herbst 2018 kam sie als Gastwissenschaftlerin in die Gruppe von Prof. Stephan Geier, mit dem sie, wie sie berichtet, schon seit Jahren kooperiert. In dieser Zeit kam die Zusage für die Postdoc-Stelle – die „sehr gute und fruchtbare“ Zusammenarbeit in der Arbeitsgruppe kann sie also auch in den nächsten drei Jahren fortsetzen.

Reindl hat zunächst in Siegen Physik studiert und für den Master an die Universität Tübingen gewechselt, wo sie auf die Astrophysik gestoßen ist. „In der Master-Arbeit“, sagt sie, „habe ich gemerkt, dass ich mich da so richtig zu Hause fühle.“ In Tübingen hat sie anschließend auch promoviert und für ihre Dissertation über die Spektralanalyse von Weißen Zwerge den Dissertationspreis der Astronomischen Gesellschaft erhalten. Anschließend ist sie an die Univer-



Dr. Nicole Reindl

Fotos: Hopfgarten, Tobias (2)



sität Leicester in Großbritannien gewechselt, wo sie Drittmittel der renommierten Royal Commission for the Exhibition of 1851 einwarb.

Schon während der Promotion hat Reindl sich auf die Analyse von Weißen Zwergen spezialisiert. Weiße Zwerge – das Endstadium von Sonnen mit einer Masse, die höchstens achtmal so groß ist wie die unserer Sonne – machen rund 95 Prozent aller Sterne aus. Nicht nur das macht sie für Untersuchungen interessant. Weiße Zwerge mit ihren Temperaturen von bis zu 200.000 Grad können als „Laboratorium“ dienen, erklärt Reindl. „Solche hohen Temperaturen und große Dichten wären auf der Erde nie herstellbar.“ Die Untersuchung von Weißen Zwergen kann zeigen, welche Zustände Atome unter solchen Bedingungen annehmen. Zugleich sind Weiße Zwerge sehr alt, teils bis zu zwölf Milliarden Jahre. Das macht sie interessant für eine Art „galaktische Archäologie“, die sich mit der Geschichte unserer Galaxie beschäftigt. „Und schließlich interessiert es ja auch, zu wissen, was mit unserer Sonne irgendwann einmal passiert.“

Wie die Zukunft der Sonne aussehen könnte, das hat Reindl in unlängst untersucht. Die Entwicklung von Sonnen verläuft nicht immer gleich. Etwa zehn Prozent der heißesten Weißen Zwerge weisen Anzeichen von fast vollständig ionisierten gasförmigen Metallen auf – Elemente in einem Zustand, der nur bei extrem hohen Temperaturen vorkommt, noch weitaus höher als jene, die für Weiße Zwerge normal sind. Wie es dazu kommen kann, dafür konnte Reindl mit ihrem internationalen Team eine Erklärung liefern: Solche Sterne sind sehr wahrscheinlich von einem Magnetfeld umgeben, das das gasförmige Material, das von ihrer Oberfläche abströmt, einfängt. Schock-



DIE WISSENSCHAFTLERIN

Dr. Nicole Reindl studierte Physik in Siegen und Tübingen, wo sie anschließend in Astrophysik promovierte. Seit April 2019 ist sie als Postdoktorandin Teil der Arbeitsgruppe „Stellare Astrophysik“ am Institut für Physik und Astronomie unter der Leitung von Prof. Dr. Stephan Geier.

✉ nicole.reindl@uni-potsdam.de

wellen innerhalb dieser sogenannten Magnetosphäre heizen das Material stark auf und streifen dabei fast alle Elektronen von den Metall-Atomen ab.

Den Lieblingsstern im Blick

Reindls „Lieblingsstern“ ist der Zentralstern des Stingray („Rochen“)-Nebel, etwa 5.000 Lichtjahre von der Erde entfernt. Ihn hat sie schon seit ihrer Doktorarbeit im Blick: Teleskope wie das Hubble Space Teleskop oder große Himmelsdurchleuchtungen mit erdgebunden Teleskopen, die Millionen von Sternen aufnehmen, generieren große Mengen an Daten. Diese werden dann auf jene Forschenden weltweit verteilt, die zu den verschiedenen Sternen arbeiten. So erhalten Reindl und ihre Kolleginnen und Kollegen etwa Daten aus jenen Spektren, die sich auf Weiße Zwerge beziehen. Aus diesen Daten lässt sich ablesen, wie heiß die Sterne jeweils sind, wie stark die Gravitation ist und welche Elemente dort vorkommen.

Ihr Stern, sagt Reindl, sei besonders interessant. Normalerweise entwickelten sich Sterne sehr langsam: „Wenn man 20 Jahre später hinschaut, sieht das immer noch gleich aus.“ Bei dem Zentralstern des Stingray-Nebels sei dies anders: „Bei diesem kann man erstaunlicherweise zuschauen, wie er sich verändert.“ Zudem sei es ein Stern, der bereits seit langer Zeit beobachtet würde – so lassen sich sehr gut Aussagen über seine Entwicklung treffen.

Reindl und ihren Kollegen gelang es nachzuweisen, dass die Ursache für die ungewöhnlich schnelle Entwicklung in einem erneuten Zünden der Helium-Schale liegt, die den Kern des Sterns umgibt. Dadurch kehrt der Stern nochmal in ein früheres Stadium zurück. In den nächsten drei Jahren möchte Nicole Reindl ihre Studien zu Weißen Zwergen, die hochionisierte Metalle aufzeigen, vertiefen und daran arbeiten, deren Analyse in den großen Himmelsdurchleuchtungen zu verbessern.

Der Stingray-Nebel



Fotos: Hopfgarten, Tobias (o); NASA (u)

JULIANE SCHUMACHER



NOA

Drinks

JUNIPER
N° 01

alkoholfrei

Noa Juniper N° 1 ist eine alkoholfreie Alternative.
Destilliert aus 3 natürlichen Botanicals verfeinert ein
besonders schonendes Verfahren dem
hochwertigen Wacholder seinen Spirit. Für alkoholfreien
Genuss ohne Kompromisse im Geschmack.

// PRICKELT UND SCHMECKT //

START-UP „NOA DRINKS“ ENTWICKELT EINEN GIN OHNE ALKOHOL

Wer alkoholfreien Sekt oder Wein probiert, kennt den oft faden Geschmack: entweder wässrig oder nur süß. In jedem Fall haben diese Alternativen selten etwas mit Genuss zu tun. Die Gründer des Start-ups „Noa Drinks“, Stella Strüfung und Christian Zimmermann, wollen sich damit nicht länger zufriedengeben. Sie haben Gin ohne Alkohol entwickelt, der nicht auf das typische Aroma verzichten muss. So wollen sie den Saftschorlen und alkoholfreien Sahn-Cocktails die Stirn bieten. Das vom Gründungsservice Potsdam Transfer begleitete und vom EXIST-Förderprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWE) unterstützte Start-up steht kurz vor dem Markteintritt. Silke Engel hat das Team getroffen und ihre alkoholfreie Alternative zu Gin gekostet.

Das Ambiente irritiert, als die 33-jährige Stella Strüfung nachmittags in einem schlichten Konferenzraum auf dem Campus Griebnitzsee der Universität Potsdam eine Flasche Gin öffnet. Ein Aroma aus Wachholder-Kräuter-Gemisch breitet sich aus. Mit Tonic aufgegossen prickelt die helle, leicht trübe Flüssigkeit in einem Wasserglas. Der erste Schluck überrascht, die charakteristische Gin-Note schlägt voll durch. Dabei ist der Drink komplett ohne Alkohol hergestellt.

Die Idee entstand in einer Bar

„Der Gründungswunsch war immer da“, berichtet Strüfung, die ihren Master „Innovation Management und Entrepreneurship“ in Berlin und den Niederlanden gemacht hat. Anschließend begleitete sie zwei Jahre lang Teams in der Gründungsphase an der Beuth Hochschule für Technik Berlin. „Jetzt habe ich die Seiten gewechselt und selbst ein Start-up auf den Weg gebracht.“ Die richtige Idee kam der Betriebswirtin eines Abends in einer Bar, als sie keine Lust auf Alkohol hatte. Alkoholfreies Bier, Saftgemische oder Wasser schmeckten ihr nicht. „Zu alltäglich oder süß“, meint sie. „Auch der Kellner ignorierte uns, weil wir keinen Drink nach dem anderen bestellten.“ Dabei hätte sie gerne etwas Leckeres getrunken und fragte sich, warum es eigentlich keinen Gin-Tonic ohne Alkohol gibt. Es folgten Recherche und Austausch, bis Strüfung im Juli 2018 aktiv wurde: Zunächst nahm sie an einem Frühphasen-Accelerator teil und suchte einen Mitgründer. Parallel fing sie an, in ihrer Küche zu destillieren. Und sie lernte Christian Zimmermann kennen.

„Zu dem Zeitpunkt wohnte ich noch in der Schweiz“, erinnert sich Zimmermann, der an der Züricher Hochschule für angewandte Wissenschaften Lebensmitteltechnologie studiert hat. Insgesamt fünf Jahre beschäftigte er sich mit Produktentwick-

lung. Seine zentrale Frage, der er im Labor nachging, lautete: „Wie bekommt man den richtigen Geschmack in ein Getränk?“ Als Zimmermann mit einem Entrepreneurship-Programm für ein halbes Jahr nach Berlin gehen konnte, folgte er seinem Wunsch nach Veränderung und traf sich mit Stella Strüfung: „Ich war angeteas von ihrer Idee, einen Gin ohne Alkohol herzustellen, aber auch skeptisch, den Geschmack überzeugend entwickeln zu können. Doch die Neugier war groß“, berichtet Zimmermann, der als Mitgründer bei „Noa Drinks“ einstieg und seitdem „für alles verantwortlich ist, was das Getränk in die Flasche bringt“. Stella Strüfung ergänzt: „Alles fügte sich. Christian brachte als erfahrener Lebensmitteltechnologe die erforderlichen Skills mit, um meine Hobby-Distillerie auf ein anderes Niveau zu heben.“ Für ihren alkoholfreien Gin haben die Gründer das Verfahren der Herstellung neu denken müssen. „Denn die Marktbeobachtung hat gezeigt: Die gängigen Verfahren, die dem Gin am Ende den Alkohol wieder entziehen, bringen keinen Geschmack“, erklärt Strüfung. „Wir entwickelten verschiedene Proben, gingen raus zu den Leuten und führten Geschmackstests durch. Dann wurden die Proben verfeinert und wieder holten wir Feedback ein.“ Fünf bis sechs solcher Zyklen gab es, ehe die beiden Gründer mit dem Ergebnis zufrieden waren. „Parallel zu den Verkostungen liefen Lagertests und die biologisch-chemischen Analysen, um ein sicheres und stabiles Produkt zu bekommen“, betont Christian Zimmermann. Immerhin muss ihre alkoholfreie Alternative zu Gin „ohne den 40-prozentigen Alkohol auskommen, der normalerweise alles abtötet und konserviert“. „Es handelt sich um ein Genussprodukt“, wirft Strüfung ein. „Das probiert man ein Mal. Wenn es nicht schmeckt, funktioniert es kein zweites Mal. Daher sollte es unglaublich gut riechen, wie bei einem guten Essen. Es sollte gut aussehen und auch pur den vollen Geschmack transportieren.“

DAS START-UP

„Noa Drinks“ ist ein Start-up, das seit September 2019 mit dem EXIST-Gründerstipendium des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie gefördert und vom Gründungsservice von Potsdamer Transfer, der zentralen Institution für den Wissens- und Technologietransfer der Universität Potsdam, betreut wird. Das Start-up hat ein neues Verfahren entwickelt, mit dem sich eine alkoholfreie Alternative zu Gin herstellen lässt.

 www.noadrinks.de



Inspiration durch die Uni Potsdam

Durch ein EXIST-Gründerstipendium des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWE) konnten sich Strüfing und Zimmermann Zeit lassen. „Unser Grundeinkommen ist ein Jahr lang gedeckt, sodass wir keinen Druck haben, einen Schnellschuss am Markt zu riskieren“, berichtet Zimmermann, der Zugang zu Laboren und Technik hat. „Das hat uns viel ermöglicht: Ich bin mit allen Rohstoffen und 200 leeren Flaschen in die Schweiz gefahren, habe die entsprechende Menge produziert und die abgefüllten Flaschen wieder mitgebracht.“

Auch das inspirierende Umfeld an der Uni Potsdam schätzen die beiden. „Viele freuen sich und fragen, wann der Gin gekauft werden kann. Dazu kommt der hilfreiche wissenschaftliche Input“, so Strüfing. „Ob von Lebensmitteltechnologern, Pflanzenkennern oder von unserer Betreuerin Prof. Dr. Uta Herbst, die weiß, wie man verhandelt.“

Die beiden Gründer stehen hundertprozentig hinter ihrem alkoholfreien Gin. „Das Getränk ist marktreif“, betont Stella Strüfing. „Wir lassen den Gin jetzt durch ein Labor auf Herz und Nieren prüfen. Ohne Alkohol gibt es keine Form der natürlichen Konservierung. Wir setzen also Konservierungsmittel zu. Hier muss getestet werden, was passiert.“ Zimmermann ergänzt: „Extrakte und Destillate kommen aus Frankreich, rund um Nizza, wo Wissen und Verfahren aus der Parfümproduktion mit einfließen. In Deutschland wird das Getränk dann durch einen Co-Produzenten fertiggestellt und abgefüllt.“ Strüfing ist sich sicher: „Kostproben und Erklärungen sind der Türöffner, weil der Geschmack überzeugt.“ Eine erste Bestellung aus

DIE GRÜNDER

Stella Strüfing studierte Innovation Management & Entrepreneurship in Berlin und Holland und übernimmt bei Noa Drinks die betriebswirtschaftlichen Aufgaben.

Christian Zimmermann ist studierter Lebensmitteltechnologie aus der Schweiz und bringt die Expertise für die Produktentwicklung mit.

der Gastronomie gibt es auch schon. Über Crowdfunding soll der Vertrieb finanziert werden.

Start-up mit Mission

Langfristig haben die beiden Gründer ein größeres Anliegen: „Alkohol ist die einzige Droge, bei der man sich rechtfertigen muss, dass man sie nicht nimmt“, zitiert Stella Strüfing die Autorin und Schauspielerin Charlotte Roche, die ihre jahrelange Alkoholabhängigkeit öffentlich machte. „Wir wollen eine Wahl bieten, abends in der Bar auch ohne Alkohol Genuss zu erleben. Unser Ziel ist es, alkoholfreie Drinks als Normalität in deutschen Haushalten und Bars zu etablieren. Dafür soll unser Gin flächendeckend in der deutschen Gastronomie und im Lebensmitteleinzelhandel erhältlich sein.“

Weitere Produkte haben die beiden auch schon in der Pipeline: Wachholder-Alternativen beim Gin, alkoholfreien Rum oder Whisky. Sie lassen keinen Zweifel daran, eine starke Marke aufbauen zu wollen, die schmeckt. „Insofern halten wir es wie Coca Cola“, sagt Christian Zimmermann und lächelt, „auch wenn wir nur ein kleines Start-up sind: Wir halten unsere Rezeptur für den alkoholfreien Gin geheim.“

DR. SILKE ENGEL

Die Tageszeitung der Landeshauptstadt als E-Paper!

Einfach schneller informiert

Das PNN E-Paper informiert jederzeit über alles Wichtige aus Potsdam, Berlin, Deutschland und der Welt. Bequem auf dem Weg zur UNI vorinformieren, online oder offline, dank moderner Archivfunktion. Mit der SocialMedia-Funktion können wichtige News sofort weitergegeben werden. Moderner Zeitungslesen geht nicht.

Ihre Vorteile

- ✓ Für 5 Geräte parallel nutzbar
- ✓ Zugriff jederzeit online und offline
- ✓ Schon am Vortag ab 21.00 Uhr die kommende Ausgabe erhalten

30 Tage gratis



Jetzt bestellen

pnn.de/probe

Telefon: (0331) 23 76 -100

Weitere Angebote im Paket mit Tablet oder Smartphone: pnn.de/epaper



TAGESSPIEGEL

POTSDAMER
NEUESTE NACHRICHTEN



Wo Wissen wächst

www.uni-potsdam.de