

uni wissen 01 2015

Das Forschungsmagazin der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg | www.wissen.uni-freiburg.de

Formbare Vorurteile

Warum nicht nur Alter, Geschlecht und Hautfarbe die menschliche Wahrnehmung prägen



Aktivität im Gehirn: Wie der menschliche Körper Bewegungen erlernt und steuert



Sprache im Wandel: Weshalb viele Jugendliche gerne unvollständige Sätze formulieren



Sicherheit im Labor: Wer über die Grenzen der Forschungsfreiheit entscheiden sollte

¹⁾ Voraussetzung: Bezügekonto; Genossenschaftsanteil von 15,- Euro/Mitglied



0, Euro¹⁾ Bezügekonto für den öffentlichen Sektor

Seit ihrer Gründung als Selbsthilfeeinrichtung für den öffentlichen Dienst im Jahre 1921 betreut die BBBank erfolgreich Beamte und Arbeitnehmer im öffentlichen Sektor und ist mit einem besonderen Produkt- und Dienstleistungsangebot bis heute bevorzugter Partner der Beschäftigten des öffentlichen Sektors.

0,- Euro Bezügekonto¹⁾

- Kostenfreie Kontoführung inkl. BankCard und viele weitere attraktive Extras!

+ Günstiger Abruf-Dispokredit¹⁾

- Abruf ganz nach Ihrem Bedarf

+ 0,- Euro Depot¹⁾

- Einfacher und kostenfreier Depotübertrag



BBBank-Filialen in Freiburg

- Kartoffelmarkt 2, 79098 Freiburg
Telefon 07 61/3 19 19-0
- Carl-Kistner-Straße 21, 79115 Freiburg
Telefon 07 61/45 33 41-0
- Günterstalstraße 17-19, 79102 Freiburg
Telefon 07 61/7 90 88-0
- Kappler Straße 4, 79117 Freiburg
Telefon 07 61/6 11 17-0



Die Bank für Beamte
und den öffentlichen Dienst

uni shop Freiburg i.Br.



Produkte finden Sie im Online-Shop:

www.shop.uni-freiburg.de

und in den Buchhandlungen Rombach und Walthari

Jahresbericht 2014: Hinter Zahlen stehen Menschen

Die positive Entwicklung der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg lässt sich nicht ausschließlich in Zahlen fassen. Denn hinter den Zahlen stehen Menschen und ihre Leistungen. Dennoch will die Universität den Versuch wagen, die Entwicklung in kompakter Form zu zeigen. Der herausnehmbare Jahresbericht enthält die Daten und Fakten des vergangenen Jahres (1.10.2013 – 30.9.2014).

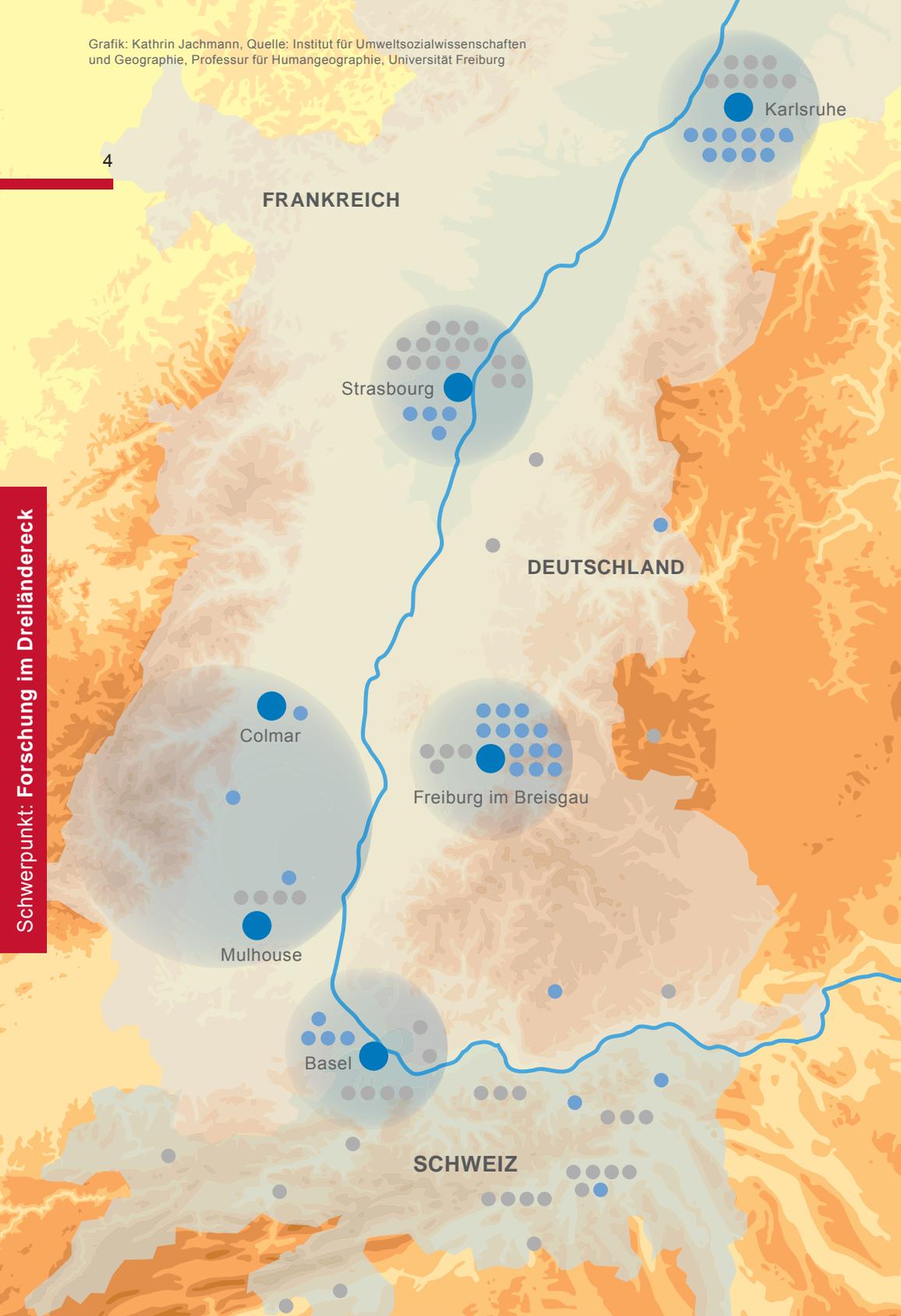


An dieser Stelle sollte der Jahresbericht 2014 der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg zu finden sein. Der Bericht ist auch auf den Internetseiten der Universität abrufbar:
www.uni-freiburg.de/go/jahresbericht_2014

Inhalt

Schwerpunkt: Forschung im Dreiländereck

European Campus <i>In einem Großprojekt der fünf Universitäten am Oberrhein soll die Wissenschaft zusammenwachsen</i>	4
Götter, Helden, Barbaren <i>Die europäische Literaturwissenschaft hat unterschiedliche Bilder des Nordens konstruiert</i>	8
Das Gehirn lernt Fahrrad fahren <i>Der Neurobiologe Carsten Mehring entschlüsselt, wie der menschliche Körper Bewegungen erlernt und steuert</i>	12
„Ey, kommst du mit Mensa?“ <i>Vanessa Siegel erforscht, welche Wörter in der Jugendsprache im Vergleich zum Standarddeutsch wegfallen</i>	16
Spurensuche in Grab 33 <i>Archäologen und Naturwissenschaftler kooperieren, um kulturelle Veränderungen im 5. Jahrhundert nachzuvollziehen</i>	20
Wettbewerb der Wahrnehmung <i>Der Psychologe Karl Christoph Klauer will die Gesetzmäßigkeiten hinter Vorurteilen aufdecken</i>	24
Ein Pilz, zweifacher Nutzen <i>Wie die Schmetterlingstramete beim Abbau von Schadstoffen und bei der Stromproduktion helfen soll</i>	28
Folgenreiche Forschung <i>Silja Vöneky untersucht am Beispiel der Biosicherheit, wie ethische Standards in das Recht einfließen</i>	32
Auch die Buche kann recyceln <i>Bei Phosphormangel im Boden lernen Waldökosysteme, den Nährstoff wiederzuverwerten</i>	36
Element mit Temperament <i>Fluor reagiert mit nahezu allen Substanzen und verleiht vielen von ihnen nützliche Eigenschaften</i>	40



KARLSRUHER INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE 

Gegründet 1825
24.500 Studierende
9.400 Mitarbeitende
www.kit.edu

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG 

Gegründet 1621
45.000 Studierende
5.000 Mitarbeitende
www.unistra.fr

ALBERT-LUDWIGS-UNIVERSITÄT FREIBURG 

Gegründet 1457
24.800 Studierende
17.500 Mitarbeitende
www.uni-freiburg.de

UNIVERSITÉ DE HAUTE-ALSACE 

Gegründet 1975
7.800 Studierende
1.100 Mitarbeitende
www.uha.fr

UNIVERSITÄT BASEL 

Gegründet 1460
13.200 Studierende
2.800 Mitarbeitende
www.unibas.ch

Der European Campus

- 5 Universitäten
- 115.000 Studierende
- 15.000 Lehrende und Forschende
- 11.000 Doktorandinnen und Doktoranden
- Gesamtbudget von 2,3 Milliarden Euro jährlich
- 5 Forschungsnetzwerke
- 21 laufende Forschungsprojekte
- 5 binationale Doktorandenkollegs
- 16 grenzüberschreitende Studienangebote



Darüber hinaus umfasst die „Trinationale Metropolregion Oberrhein“ weitere **50 Forschungseinrichtungen** sowie **63 Hochschulen und höhere Bildungseinrichtungen**.

-  Universitäten
-  Forschungseinrichtungen
-  Hochschulen, höhere Bildungseinrichtungen

Schwerpunkt: Forschung im Dreiländereck

Die Universität Freiburg und ihre Partner am Oberrhein schaffen den European Campus: einen gemeinsamen deutsch-französisch-schweizerischen Hochschulraum. Das uni'wissen-Dossier stellt das Projekt vor und präsentiert vier Beispiele für grenzüberschreitende Forschung im Dreiländereck.

Gravitationszentrum für Spitzenforschung

Im Großprojekt European Campus der fünf Universitäten am Oberrhein soll die Wissenschaft zusammenwachsen

von Mathilde Bessert-Nettelbeck

Wer nach neuen Erkenntnissen sucht und neue Technologien entwickeln möchte, muss über den eigenen Tellerrand schauen. Forscherinnen und Forscher in Deutschland, die zum Beispiel Klimaveränderungen erkunden, können sich hinsichtlich ihres Wissens, ihrer Methoden und Erkenntnisse nicht auf das eigene Land beschränken. Sie brauchen den Zugang zu internationaler Literatur und Infrastruktur sowie den Kontakt zu Kolleginnen und Kollegen aus aller Welt, damit sie Schlussfolgerungen von globaler Reichweite ziehen können.

Doch auch für Bildung und Forschung gibt es Barrieren und bürokratische Hürden – obwohl die Vision eines geeinten Europas mit der Europäischen Union, dem Euro und dem Schengen-Vertrag zum Teil verwirklicht worden ist. Ein starkes regionales Netzwerk kann helfen, wissenschaftliche Ressourcen für die Forscher zu bündeln sowie Sprach- und Landesgrenzen zu überwinden. Um dies zu erreichen, arbeiten die Universitäten der Region Oberrhein unter Federführung von Frei-

burg und Strasbourg an einem gemeinsamen European Campus im Dreiländereck.

Der Oberrhein befindet sich nicht nur geographisch im Zentrum Europas: Zu den Stärken der Region zählen ihre Wirtschaftskraft, ihr wissenschaftliches Potenzial und die Innovationen, die aus den vielen Forschungseinrichtungen und Universitäten hervorgehen. Damit ist sie auch im Hinblick auf Wirtschaft und Wissenschaft von zentraler Bedeutung. „Unsere Vision ist eine ‚zone franche‘ der Wissenschaft, ein Zukunftsraum, in dem sich die Hochschulen und Forschungsinstitutionen wechselseitig ergänzen und Synergien in Forschung und Lehre herstellen“, erklärt Prof. Dr. Hans-Jochen Schiewer, Rektor der Universität Freiburg.

Bewährte Kooperationen

Die Idee des European Campus baut auf bewährte Kooperationen zwischen Frankreich, Deutschland und der Schweiz in Forschung und



Hans-Jochen Schiewer, Rektor der Universität Freiburg, will den European Campus vorantreiben.

Foto: Baschi Bender

Lehre auf: 1989 schlossen sich sieben deutsche, französische und schweizerische Universitäten zur „Europäischen Konföderation der oberrheinischen Universitäten“ (Eucor) zusammen. Mitglieder des Verbunds sind heute auf deutscher Seite die Albert-Ludwigs-Universität in Freiburg und das Karlsruher Institut für Technologie, in der Schweiz

stattfindenden Summer Schools. Studierende können aus 19 grenzüberschreitenden Studienangeboten des Eucor-Verbunds wählen. Außerdem können sie an allen Standorten Vorlesungen und Seminare aus dem regulären Lehrplan belegen und dadurch Angebotslücken ihrer Heimatuniversität ausgleichen. Sie haben Zugang zu allen Bibliotheken und können die Ressourcen aller Hochschulen nutzen. Die Eucor-Studiengänge schließen sie mit einem Doppel- oder sogar Dreifachdiplom ab.

„Unsere Vision ist eine ‚zone franche‘ der Wissenschaft“

die Universität Basel und auf der französischen Rheinseite die aus drei Hochschulen hervorgegangene Université de Strasbourg sowie die Université de Haute-Alsace Mulhouse/Colmar.

Bei der Finanzierung von Forschungsprojekten haben Wissenschaftlerinnen und Wissen-

Ein weiteres Forum für die Zusammenarbeit ist die Organisation „Trinationale Metropolregion Oberrhein“ (TMO), die Politik, Wirtschaft und Wissenschaft verbindet. Hans-Jochen Schiewer ist seit 2013 Eucor-Präsident und somit Sprecher der „Säule Wissenschaft“ der TMO, die noch weitere Forschungseinrichtungen und Hochschulen umfasst. Er will vor allem die For-



schaftler aus dem Eucor-Verbund einen großen Vorteil: Die grenzüberschreitende Kooperation qualifiziert sie für einige renommierte Förderprogramme. Damit die Forschung und nicht Finanzierungsfragen den Alltag der Wissenschaftler bestimmen, haben die Koordinationsstellen an den jeweiligen Universitäten die Verwaltung verschlankt. Der wissenschaftliche Nachwuchs hat die Chance, Promotionen binational abzuschließen, und bekommt Zuschüsse für die jährlich

schungsinstitutionen der Region noch stärker miteinander vernetzen: „Aus dem geographischen Knotenpunkt Oberrhein soll ein Gravitationszentrum für Spitzenforschung mit internationaler Anziehungskraft erwachsen.“ Ein Standort für europäische Forscher soll entstehen, der seinesgleichen sucht. Das Leuchtturmprojekt: Die Einrichtung einer Großforschungsinfrastruktur der Eucor-Universitäten und weiterer Partnerinstitutionen mit dem Schwerpunkt Bioinnovatio-

„Wir schaffen ein Ganzes, das mehr ist als die Summe seiner Teile“

nen soll neue Anreize zur Zusammenarbeit bieten. Außerdem ist ein virtuelles Kompetenzzentrum zum Thema Nachhaltigkeit geplant.

Zustimmung in der Politik

Der erste Schritt in Richtung Zukunft besteht darin, eine Rechtsform für den European Campus zu finden. Dies beschlossen die Eucor-Mitglieder in der Präsidiumssitzung im Dezember 2013. Damit sie gemeinsam Gelder beantragen können, ob von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, dem Schweizerischen Nationalfonds, der Agence Nationale de la Recherche oder der Europäischen Kommission, muss der European Campus eine juristische Person werden. „Die bürokratische Brücke über den Rhein schlagen können wir aber nicht alleine: Dazu benötigen wir den Rückhalt von Politik und Gesellschaft in allen drei Nationen“, erklärt Schiewer.

jekt mit 130.000 Euro. Die Region Elsass gibt 60.000 Euro dazu und verspricht, weitere 60.000 Euro über die Initiative d'excellence (IDEX), die französische Exzellenzinitiative, einfließen zu lassen. Die im September 2014 beschlossene Teilassoziierung der Schweiz, die nun wieder am Förderprogramm Horizon 2020 der Europäischen Kommission teilnehmen kann, wird außerdem die Beteiligung der Basler Partner am European Campus vereinfachen.

Die passende Rechtsform ist gefunden: Derzeit sind die Eucor-Universitäten dabei, einen Europäischen Verbund für territoriale Zusammenarbeit (EVTZ) zu gründen. „Einen derartigen juristischen Zusammenschluss von fünf Universitäten über die Landesgrenzen hinaus gab es noch nie“, betont Schiewer. „Die Eucor-Universitäten werden einen European Campus bilden – mit eigener Identität



Im Juli 2014 signalisierten Baden-Württembergs Ministerpräsident Winfried Kretschmann und der elsässische Regionalratspräsident Philippe Richert in einer gemeinsamen Erklärung ihre Unterstützung für die „Schaffung eines ‚Europäischen Campus‘ mit dem Ziel, am Oberrhein einen Wissenschafts- und Forschungsraum ohne ‚Mauern und Grenzen‘ mit internationaler Ausstrahlung, Anziehungskraft und Sichtbarkeit entstehen zu lassen“. Baden-Württemberg finanziert das Pro-

und eigenen Fördermöglichkeiten. Sie behalten dabei aber stets ihre Einzigartigkeit. Wir schaffen ein Ganzes, das mehr ist als die Summe seiner Teile.“

www.eucor-uni.org

Pioniere am Oberrhein: Die Universitäten Freiburg, Basel, Mulhouse/Colmar, Strasbourg und Karlsruhe (von links) schaffen den European Campus.

Fotos: Peter Mesenholl, Universität Basel, Gisèle Jactat/GC Emotions, Université de Strasbourg, KIT



SON VIEUX

LE JOUR VIENDRA, HÉLAS! LES VIEILLES DIVINITÉS GERMANIQUES SE LÈVERONT DE LEURS TOMBEAUX FABULEUX ET ESSUYERONT DE LEURS YEUX LA POUSSÈRE DE LA SÈCLE SÉCULAIRE. THOR SE DRESSERA GIGANTESQUE ET DÉTRUIRA LES CATHÉDRALES GOTHIQUES.

BON DIEU

1915 HENRI HEINE 1834

Car ce ne peut être que CELUI-LA que le KAISER ne cesse d'invoquer, si l'on en juge par les actes de pire vandalisme dont la Belgique et la France envahie portent le flétrissant témoignage.... HENRI HEINE, le poète allemand qui passa la dernière moitié de sa vie en France, avait, dès 1834, prévu, comme on voit, ce retour à la sauvagerie ancestrale.... En 1914-1915 le Kaiser commande et l'Allemagne applaudit!

Barbarischer Norden, zivilisierter Süden: Thor versucht, mit seinem Hammer eine gotische Kathedrale zu zerstören. Das antideutsche Propagandabild aus Frankreich entstand während des Ersten Weltkriegs (links). Ein ganz anderes Bild des Gottes zeichnete Carl Doepler in seinen Kostümentwürfen für die ersten Bayreuther Festspiele 1876 (unten).

Quellen: gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France, Klassik Stiftung Weimar



Götter, Helden, Barbaren

Die europäische Literaturwissenschaft hat unterschiedliche Bilder des Nordens konstruiert – abhängig vom Ort der Wissensproduktion

von Anita Rüffer

Die weiße Tafel zeigt die Umriss von Europa und darin viele rote Punkte – besonders dort, wo Deutschland, die französische Grenzregion und die skandinavischen Länder liegen. Prof. Dr. Joachim Grage hat auf dieser Tafel in seinem Büro im Freiburg Institute for Advanced Studies (FRIAS) alle europäischen Universitäten eingezeichnet, in denen sich seit der Mitte des 19. Jahrhunderts ein wachsendes Interesse an nordischen Sprachen und Literaturen herausbildete. Es ist der geographische Aspekt, der ihn interessiert. Denn die Bilder des Nordens, die die Wissenschaft produziert, sind nicht einheitlich. „Die Wissensproduktion ist an konkrete Orte gebunden“, sagt der Professor für Nordgermanische Philologie an der Universität Freiburg. „In bestimmten Kontexten werden die jeweils passenden Norden-Bilder aktualisiert.“ Wissenschaftliche Netzwerke, Traditionen, Zeitgeist, Nationalität und politische Interessen spielen dabei eine Rolle.

„Die Wissensproduktion ist an konkrete Orte gebunden“

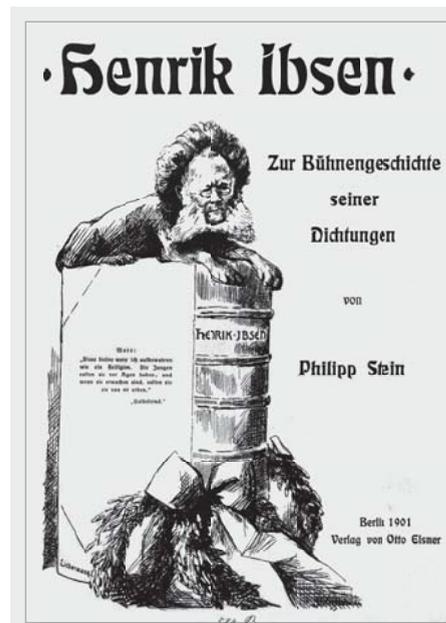
Ein Ziel der Albert-Ludwigs-Universität ist es, am Oberrhein einen European Campus entstehen zu lassen, um die geographische Lage für die gemeinsame Wissensproduktion zu nutzen. Für Grage ist dieser Campus längst Wirklichkeit: Mit Dr. Thomas Mohnike, Leiter des Instituts für Skandinavienstudien an der Université de Strasbourg, bildet er ein Tandem, das sich dem gemeinsamen Forschungsprojekt „Building the North with Words. Geographies of Scientific Knowledge in European Philologies 1850–1950“ verschrieben hat. Den Raum dafür bieten ihnen das FRIAS und dessen nach Freiburger Vorbild entstandenes Pendant, das University of Strasbourg Institute of Advanced Studies (USIAS). Grage und Mohnike sind Fellows beider Exzellenz-institute. Schon davor haben sie lange zusammengearbeitet – und sich gegenseitig die Bälle der Erkenntnis zugeworfen.

Motive der Propaganda

Es gab Zeiten, da wäre so etwas in ihren Fachgebieten undenkbar gewesen. Gerade Strasbourg mit seiner wechselnden nationalen und ideologischen Zugehörigkeit verdeutlicht bestens, worauf es den beiden ankommt: „Je nachdem, ob die Universität zu Frankreich oder Deutschland gehörte, wechselte die Besetzung der Lehrstühle und damit das Bild des Nordens, das sie vermittelte“,

sagt Mohnike und präsentiert einen Bilderbogen von 1915 aus dem lothringischen Épinal: Dieser zeigt den martialisch auftretenden germanischen Gott Thor, mit Schwert und Lanze behängt und einen gigantischen Hammer schwingend, mit dem er die gotische Kathedrale zu seinen Füßen zertümmert. Als „die barbarischste unter den alten Gottheiten Germaniens“ wird er vorgestellt. Die Propaganda ist unverkennbar: In den Auseinandersetzungen zwischen Frankreich und Deutschland im Ersten Weltkrieg steht der zivilisierte Süden – die gotische Kathedrale, also Frankreich – dem hammerschwingenden, zerstörerischen Thor gegenüber, einem Repräsentanten des Nordens, der im wilden Germanien angesiedelt wird.

Die mittelalterlichen isländischen Handschriften der beiden „Eddas“, die von Göttern und Helden erzählen und zu den am besten erhaltenen Quellen der so genannten germanischen Mythologie gehören, dienten als Grundlage, um zu erklären, was eigentlich das Germanische – im Unterschied zum Gallischen oder Keltischen – ausmache. Der Bilderbogen von Épinal griff auf diese Quellen und Vorstellungen zurück. Sie wurden benutzt, um unter anderem in der elsässischen Bevölkerung eine nationale Identität zu formen und die Zugehörigkeit zu Frankreich fest im Bewusstsein zu verankern. „Das generell gülti-



*Henrik Ibsen, die nordische Sphinx:
Der norwegische Dramatiker galt in den Literaturwissenschaften als mythische Figur.*

Quelle: Bayerische Staatsbibliothek München, Signatur: L.leg.g. 100 u



Vater Siegmund, Mutter Sieglinde, Sohn Siegfried (von links): Carl Doepler hat sich bei seinen Kostümentwürfen für die ersten Bayreuther Festspiele 1876 mit der ersten vollständigen Aufführung des „Ring des Nibelungen“ von archäologischen Erkenntnissen inspirieren lassen.

Quelle: Klassik Stiftung Weimar

ge Wissen aus der germanischen Altertumskunde wird an die lokalen Bedürfnisse angepasst“, erklärt Mohnike. Er wundert sich über die höchst unterschiedlichen Konstruktionen, die in Paris/Frankreich, Berlin, Strasbourg oder Kopenhagen/Dänemark produziert wurden und die doch auf ein und dieselbe Quelle zurückgehen. Unter den Nazis dürfte eine Abbildung wie die aus Épinal undenkbar gewesen sein. Ihr Interesse am nordischen Menschen und allem Germanischen zielte auf die Verbreitung eines kultur- und staatsbildenden Germanentums: Alle, die dem propagierten Idealbild nicht entsprachen, wurden ausgegrenzt und verfolgt. „Die wenigsten Menschen haben die isländischen Originale gelesen“, vermutet Mohnike. Dass sich deren Elemente dennoch so weit verbreiteten, ist nach seinen Erkenntnissen nicht zuletzt auf die beliebten Opern von Richard Wagner zurückzuführen. Der Meister soll sich zuvor intensiv mit den nordischen Mythen beschäftigt haben. Auch die Archäologie habe ihren Teil dazu beigetragen: Carl Doepler habe sich bei seinen Kostümentwürfen für die ersten Bayreuther Festspiele 1876 von archäologischen Erkenntnissen inspirieren lassen.

Karlsson vom Dach,
Pippi Langstrumpf,
Michel aus Lönneberga,
die Kinder aus Bullerbü
(von links):

Eine Briefmarkenserie zum 80. Geburtstag von Astrid Lindgren zeigt wichtige Figuren der schwedischen Kinderbuchautorin, deren Geschichten das heutige Bild vieler Menschen von Skandinavien beeinflussen.

Fotos: rook76/Fotolia



Wurzel immer weitere Differenzierungen und damit Abgrenzungen zwischen germanischen, slawischen und gallo-romanischen Sprachräumen herausbildeten. Mohnike diagnostiziert zwei gegenläufige Bewegungen: „Die großen Geschichten von Gemeinschaft und Zusammengehörigkeit stabilisieren die Erzählung von Identität. Indem sie auf lokale Bedürfnisse abgestimmt werden, werden sie gleichzeitig aus ihrem ursprünglichen geschichtlichen Zusammenhang gelöst.“

Zur gleichen Zeit gesellte sich ihnen in den europäischen Literaturwissenschaften ein anderes Bild vom Norden hinzu. Einerseits wurden, wie Grage ausführt, „die germanischen Wurzeln fortgeschrieben. Andererseits entdeckte dieselbe akademische Disziplin die moderne skandinavische Literatur.“ Autoren wie der Däne Jens Peter Jacobsen, der Schwede August Strindberg oder der Norweger Henrik Ibsen thematisierten in ihren Texten, was die Gesellschaft ihrer Zeit bewegte: die Stellung der Frau, wirtschaftliche und soziale Probleme, religiöse Fragen. Nicht nur in Skandinavien erlebten diese Schriftsteller um 1870 ihren Durchbruch.

Vor allem der große Dramatiker Henrik Ibsen eroberte die deutschen Bühnen. Die Ibsenforschung zeichnete ihn als eine Art nordische

Sphinx: als großes Rätsel, als mythische Figur, als Produkt einer von einer grandiosen Natur und Landschaft geprägten Nation. Gleichzeitig leiteten die Philologen aus seinem Werk ein Bild von Norwegen als Land der Moderne und des Fortschritts ab – als Gegensatz zu den altmodischen Ländern des Südens. Die deutsche Philologie, so Grage, reklamierte die skandinavische Literatur für sich und berief sich wegen derselben Wurzeln auf eine Stammverwandtschaft. „Weil die Sprachen verwandt sind, müssen auch die Völker verwandt sein.“ Dass die Skandinavistik bis in die 1970er Jahre hinein an den deutschen Universitäten fest in der Germanistik verankert und erst von da an in eigenen Instituten mit eigenen Lehrstühlen vertreten war, ist ein deutlicher Hinweis auf diesen vereinnahmenden Umgang mit skandinavischer Literatur. Frankreich oder Belgien dagegen pflegten, so Grage, einen neutraleren und vergleichenden Blick.

Die Vorliebe der Deutschen für skandinavische Krimis, die unkonventionelle Frauenfigur Lisbeth Salander in Stieg Larssons „Millennium“-Trilogie, das Vorbild Skandinavien, wenn es um Pisa-Tests und den Wohlfahrtsstaat geht, das schwedische Möbelhaus mit dem Elch als Inbegriff unkomplizierter Wohnkultur, norwegische Fjordlandschaften als

„Man sieht das, was man schon weiß, und fühlt sich in seinen Vorurteilen bestätigt“

Urbilder einer unberührten Natur, die Kindheitsidylle in Astrid Lindgrens „Bullerbü“-Geschichten: All das mag mitschwingen, wenn Menschen heute hierzulande an die Länder des Nordens denken. Die Bilder stehen, wie Grage und Mohnike zeigen, in einer langen Tradition. Die ganze Wahrheit liefern sie nicht, sagt Mohnike: „Man sieht das, was man schon weiß, und fühlt sich in seinen Vorurteilen bestätigt.“

www.pr.uni-freiburg.de/go/building-the-north-with-words



Prof. Dr. Joachim Grage hat Deutsch, Chemie und Skandinavische Philologie in Göttingen und Kopenhagen/Dänemark studiert. Nach der Promotion 1999 in den Fächern Skandinavische und Deutsche Philologie war er wissenschaftlicher Mitarbeiter, Juniorprofessor und schließlich von 2004 bis 2006 Direktor des Skandinavischen Seminars in Göttingen. Seit April 2008 ist er Professor für Nordgermanische Philologie (Neuere Literatur- und Kulturwissenschaft) und Direktor des Skandinavischen Seminars der Universität Freiburg. Seine Forschungsschwerpunkte sind skandinavische Literaturen vom 17. Jahrhundert bis zur Gegenwart, Intermedialität von Literatur und Musik, literarische Praktiken und Performativität von Literatur, Søren Kierkegaard, Naturdichtung und literarische Naturdiskurse sowie skandinavisch-deutsche Kulturbeziehungen.

Foto: privat



Dr. Thomas Mohnike hat 1993/94 Kunstgeschichte, Theater- und Religionswissenschaften in den USA und von 1994 bis 2001 skandinavische und germanische Sprach-, Literatur- und Kulturwissenschaften in Kiel, Uppsala/Schweden und Berlin studiert. 2006 wurde er an der Universität Freiburg promoviert. Von 2003 bis 2010 koordinierte er das Netzwerk für Skandinavistik der Europäischen Konföderation der Oberrheinischen Universitäten (Eucor). Seit 2009 ist er Direktor der Abteilung Skandinavienstudien an der Universität de Strasbourg. Seine Forschungsschwerpunkte sind imaginierte Geographien – Konstruktionen von Identität und Andersartigkeit in Nordeuropa, die transnationale Geschichte der Skandinavienstudien und die Rezeption der nordischen Mythologie seit dem Mittelalter.

Foto: Hanspeter Trefzer

Zum Weiterlesen

Livingstone, D. N. (2003): Putting science in its place. Geographies of scientific knowledge. Chicago.

Mohnike, T. (2010): Eine im Raum verankerte Wissenschaft? In: Nordeuropa-Forum 20/1-2, S. 63–85.

Mohnike, T. (2013): Frédéric-Guillaume / Friedrich-Wilhelm Bergmann und die Geburt der Skandinavistik in Frankreich aus dem Geiste der vergleichenden Philologie. In: Hoff, K. / Schöning, U. / Øhrgaard, P. (Hrsg): Kulturelle Dreiecksbeziehungen. Aspekte der Kulturvermittlung zwischen Frankreich, Deutschland und Dänemark in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Würzburg, S. 277–297.

*Vom Organischen zur Maschine:
Carsten Mehring und sein Forschungs-
team erarbeiten Grundlagenwissen
und lassen es in die Entwicklung von
Gehirn-Maschine-Schnittstellen einfließen.
Fotos: Shutterstock, Montage: Anna Jasper*

Das Gehirn lernt Fahrrad fahren

Der Neurobiologe Carsten Mehring entschlüsselt, wie der menschliche Körper Bewegungen erlernt und steuert

von Katrin Albaum

„Sobald es um flexible Bewegungen geht, schlägt bereits ein Kind den besten Roboter“

Ein junger Mann sitzt in einem schwarzen Ledersessel. Seine Hand liegt auf einer kleinen Tastatur. Auf dem Kopf trägt er eine Haube, an der Elektroden befestigt sind. Er nimmt als Proband an einem neurowissenschaftlichen Experiment teil. Seine Aufgabe ist einfach: In unregelmäßigen Abständen soll er seinen Finger bewegen und eine der Tasten drücken. Niemand sagt ihm, wann er dies tun soll. Er entscheidet sich frei, wann er seine Hand bewegt – denkt er. Tatsächlich messen die Elektroden an seinem Kopf nicht nur die Aktivität in seinem Gehirn: Durch sie fließt ein schwacher Strom, den der Proband nicht bewusst wahrnimmt. „Damit können wir bestimmte Areale im Gehirn aktivieren“, erklärt der Freiburger Neurobiologe Prof. Dr. Carsten Mehring. „Unterschiedliche Stimulationsmuster erhöhen oder verringern die Wahrscheinlichkeit, dass der Proband seine Finger bewegt. Wir können seine Entscheidung also beeinflussen.“ Mit diesem Experiment ergründen die Hirnforscherinnen und Hirnforscher in Mehrings Team, wie die Aktivität von bestimmten Netzwerken aus Nervenzellen mit Bewegung sowie Verhalten zusammenhängt.

Komplizierter Griff zur Kaffeetasse

Das Team untersucht, was im menschlichen Gehirn passiert, wenn eine Person zum Beispiel die Hände bewegt oder Fahrrad fährt: Die Forscher wollen verstehen, wie das Gehirn Bewegungen steuert und neue Abläufe erlernt. Dazu entwerfen sie Verhaltensexperimente oder nutzen Methoden wie die Elektroenzephalografie, bei der Elektroden die Aktivität an der Gehirnoberfläche messen. Zudem arbeiten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an Gehirn-Maschine-Schnittstellen, in die sie das gewonnene Grundlagenwissen einfließen lassen. Die Schnittstellen sollen es zum Beispiel gelähmten Menschen ermöglichen, über ein Implantat in ihrem Gehirn einen prothetischen Arm zu steuern.

Eine alltägliche Bewegung wie der Griff zur Kaffeetasse scheint einfach zu sein: Man entscheidet sich bewusst, sie auszuführen, und der

Rest geschieht automatisch. Unbewusst jedoch laufen viele Prozesse gleichzeitig ab. „Bewegungssteuerung ist für die Hirnforschung ein schwieriges Problem“, sagt Mehring. „Im menschlichen Körper gibt es mehr als 600 Muskeln. Wir wissen nicht genau, wie unser Gehirn diese steuert und kontrolliert.“ Aus diesem Grund ist es bislang nicht möglich, Roboter so zu programmieren, dass sie sich genauso geschickt bewegen wie Menschen. „Man kann einen Roboter so trainieren, dass er zum Beispiel eine bestimmte Schachfigur greifen kann. Jedoch kann die Maschine nur zum Teil generalisieren und gewonnenes Wissen auf eine andere Aufgabe übertragen“, erklärt Mehring. Ein Schachcomputer könne zwar die besten Spielerinnen und Spieler schlagen, aber: „Sobald es um flexible Bewegungen geht, schlägt bereits ein Kind den besten Roboter.“

Strukturelles Lernen

Die Großhirnrinde des Menschen, das heißt die äußere Schicht des Großhirns, lässt sich in Areale unterteilen, die unterschiedliche Funktionen erfüllen. An der Steuerung einer Bewegung sind viele neuronale Netzwerke beteiligt. Das motorische Areal ist für willentliche Bewegungen zuständig: Es leitet Signale ans Rückenmark weiter. Von dort aus erreichen sie die Muskeln. Wenn sich die Umgebung ändert, muss das motorische System die Bewegungskommandos anpassen. Daher verarbeitet das visuelle Areal Seheindrücke und das auditive Areal akustische Informationen. Das somatosensorische Areal liefert Informationen über den momentanen Muskelzustand: Dadurch kann das Gehirn eine Bewegung korrigieren, damit sie so präzise wie möglich ausfällt. „Diese Areale sowie neuronale Netzwerke innerhalb davon arbeiten zusammen, um einen Bewegungsablauf zu verbessern.“

Mehring hat zusammen mit weiteren Wissenschaftlern ein Konzept entwickelt, das erklärt, wie Menschen einen neuen Bewegungsablauf erlernen und warum sie generalisieren können. „Wer einmal Fahrradfahren gelernt hat, kann für gewöhnlich jedes Modell fahren, egal, ob es ein



*Sehen, was im Kopf vor sich geht:
Bei der Elektroenzephalografie messen
Elektroden die neuronale Aktivität an
der Gehirnoberfläche. Foto: Thomas Kunz*

Rennrad, ein Mountainbike oder ein Hollandfahrrad ist – obwohl dafür jeweils andere Muskelaktivierungen notwendig sind.“ Mehrings Team hat das Problem der Generalisierung mathematisch betrachtet. Demnach entspricht eine bestimmte Muskelaktivierung, wie sie zum Beispiel beim Fahren eines Mountainbikes nötig ist, einem Punkt in einem Parameterraum. Die Muskelaktivierung zum Fahren eines Rennrads, das eine

Wie aber lernt der Radler, auf dem neuen Zweirad zu fahren? Wie findet er den richtigen Parameterpunkt? Es kann nicht sein, dass er alle möglichen Muskelaktivierungen ausprobieren muss, bis er die richtige gefunden hat: „Dann wäre es nicht möglich, innerhalb einer plausiblen Zeit eine neue Bewegungsaufgabe zu erlernen. Das zeigt die mathematische Analyse.“ Mehrings Konzept des strukturellen Lernens löst das Problem: Demnach lernt das Gehirn nicht nur, welche Muskelaktivierung zum Fahren des Mountainbikes nötig ist – es erlernt auch die Gemeinsamkeiten von Bewegungsabläufen, die zum Fahren jedes beliebigen Fahrradtyps von Bedeutung sind. In der mathematischen Darstellung liegen alle Bewegungsabläufe, die man für das Fahren von Fahrrädern benötigt, auf einer so genannten Mannigfaltigkeit. Diese kann man sich analog zu einer Fläche oder einer Kurve im dreidimensionalen Raum vorstellen – in Wirklichkeit spielen sich diese Vorgänge in einem hochdimensionalen Raum ab. Um vom Mountainbike auf das Rennrad zu

„Wer einmal Fahrradfahren gelernt hat, kann für gewöhnlich jedes Modell fahren“

andere Größe und Geometrie hat, entspricht einem anderen Punkt, da das Gehirn die Muskeln der Radlerin oder des Radlers anders steuern muss. „Wenn ich das eine Fahrrad fahren kann und auf dem anderen fahren möchte, bedeutet das: Ich kenne den einen Punkt und möchte den anderen finden.“

wechseln, muss ein Radler – mathematisch betrachtet – lediglich innerhalb der Fläche beziehungsweise entlang der Kurve suchen und nicht alle Möglichkeiten ausprobieren. „Wir und andere Forschungsgruppen haben in unterschiedlichen Versuchen Hinweise gefunden, die das Konzept unterstützen.“

Austausch im Netzwerk

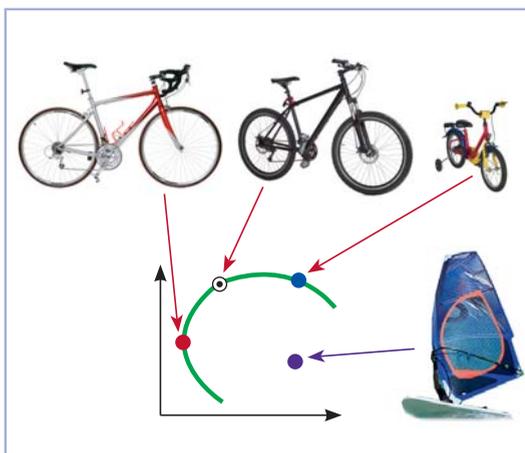
Wichtig für den Austausch mit anderen Wissenschaftlern ist für Mehring „Neurex“, das trinationale Netzwerk der Neurowissenschaften am Oberrhein. Etwa 100 Labore der Universitäten in Freiburg, Basel und Strasbourg gehören dem Netzwerk an. „Neurex bringt Hirnforscher mit unterschiedlichen Hintergründen und Forschungsgebieten zusammen. Dadurch bekommen wir neue Ideen und knüpfen Kontakte, aus denen wissenschaftliche Kooperationen entstehen können.“ In den Neurowissenschaften würden sich die Universitäten in Freiburg, Basel und Strasbourg zudem mit dem Fachwissen ihrer Arbeitsgruppen gut ergänzen. Mehring ist Mitglied im externen Beirat des Erasmus-Mundus-Doktorandenprogramms „Neurotime“, an dem sich neben den drei genannten Universitäten auch die Hochschulen von Amsterdam/Niederlande, Bangalore/Indien und Jerusalem/Israel beteiligen.

In einer neuen Studie haben Mehring und sein Team gezeigt, wie Menschen Bewegungen verbessern und vorausplanen. Die Probandinnen und Probanden hielten mit ihren Händen einen Roboterarm, den sie bewegten, um einen Mauszeiger zu steuern. Die Aufgabe bestand darin, mit dem Mauszeiger einem Pfad auf einem Bildschirm zu folgen. Die Forscher untersuchten, wie lange die Teilnehmenden brauchen, um den Pfad nachzufahren. Je länger die Probanden vorher trainiert hatten, desto schneller bewältigten sie die Aufgabe. In einem zweiten Test war der Pfad größtenteils ausgeblendet: Es war immer nur ein wenige Zentimeter langer Streckenabschnitt vor dem Zeiger zu sehen. „Die Probanden, die die Aufgabe vorher bereits trainiert hatten, nutzten die ihnen dargebotenen Informationen effizienter. Wer die Bewegung erlernt hat, kann Informationen über den zukünftigen Streckenverlauf mit einbeziehen und dadurch seine Bewegung frühzeitig anpassen.“

Derzeit arbeitet Mehring an einer neuen Technik, mit der sich die Aktivität bestimmter neuronaler

Netzwerke gezielt verändern lässt. „Wir entwickeln ein Closed-Loop-Stimulationssystem, das die Gehirnaktivität laufend misst und die elektrische Stimulation in Echtzeit daran anpasst.“ Damit wollen die Forscher kausale Zusammenhänge zwischen neuronaler Aktivität und Verhalten finden. Bis sich Roboter menschengleich aufs Fahrrad schwingen, werden jedoch voraussichtlich noch ein paar Jahrzehnte vergehen.

www.neuro.uni-freiburg.de



Generalisierung, mathematisch betrachtet: Das Gehirn lernt nicht nur, welche Muskelaktivierung zum Fahren eines bestimmten Fahrradtyps nötig ist (Punkte auf der Kurve) – es erlernt auch die Gemeinsamkeiten der Bewegungsabläufe, die zum Fahren jedes beliebigen Fahrradtyps unerlässlich sind (Kurve). Wer einmal Fahrrad fahren gelernt hat, kommt deshalb in der Regel mit jedem Modell zurecht – während andere Bewegungsabläufe, etwa solche, die beim Surfen (Punkt neben der Kurve) wichtig sind, einen neuen Lernprozess erfordern.

Fotos: PRILL Mediendesign, apops, steamroller, joël BEHR (alle Fotolia), Montage: Kathrin Jachmann



Prof. Dr. Carsten Mehring leitet seit 2013 die Arbeitsgruppe Neurobiologie und Neurotechnologie am Bernstein Center Freiburg und am Institut für Biologie III der Albert-Ludwigs-Universität. 2003 wurde er in Freiburg promoviert. Danach arbeitete er in Freiburg sowie am University College und am Imperial College in London/England. Von 2002 bis 2007 war er Mitglied der Junior-Akademie der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. Er ist am Exzellenzcluster BrainLinks – BrainTools der Universität Freiburg beteiligt.

Foto: Thomas Kunz

Zum Weiterlesen

McIntosh, J. / Mehring, C. (2013): The influence of transcranial alternating current on the timing of decision making. http://neuro.embs.org/files/2013/0642_FI.pdf

Kobak, D. / Mehring, C. (2012): Adaptation paths to novel motor tasks are shaped by prior structure learning. In: *Journal of Neuroscience* 32/29, S. 9898–9908. doi: 10.1523/JNEUROSCI.0958-12.2012

Braun, D. A. / Aertsen, A. / Wolpert, D. M. / Mehring, C. (2009): Motor task variation induces structural learning. In: *Current Biology* 19/4, S. 352–357.



„Ich weiß nicht,
wo so eine Schule in
der Nähe gibt.“

„Wir waren halt so
Campingplatz und so.“

„Und jedes Mal
Probleme klären, wenn
es in der Klasse gibt.“

„Ey, kommst du mit Mensa?“

Vanessa Siegel erforscht, welche Wörter in der Jugendsprache im Vergleich zum Standarddeutsch wegfallen

„Und dann halt
sind wir Schule
gegangen.“



Illustration: Svenja Kirsch

Kiezdeutsch, Türkenslang, Ghettosprache – Vanessa Siegels Untersuchungsgegenstand hat viele Namen. Doch womit sich die wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Professur für Germanistische Linguistik der Universität Freiburg beschäftigt, wird erst dann richtig klar, wenn sie sagt: „Ich bin Jugendhaus“ oder „Ich geh Schule.“ Diese reduzierte Sprache, die in den Ohren deutscher Muttersprachlerinnen und Muttersprachler klingt, als hätte jemand ein paar Grammatikstunden im Deutschkurs geschwänzt, schaut sich die Doktorandin genauer an.

Siegel will mit ihrer Arbeit ein Profil dieses Sprachstils erstellen. „Es gibt bisher einfach fast nichts dazu. Jeder kennt diese Form des Sprechens, aber umfassende empirische Studien sucht man vergeblich“, sagt die Sprachforscherin. Das ist insofern erstaunlich, als es sich um keine neue Erscheinung handelt. „Das Phänomen hat, historisch gesehen, durchaus mit Migration zu tun, es hat seinen Ursprung vermutlich irgendwo bei türkischen Jugendlichen in der Großstadt.“ Es gibt Belege dafür, dass Jugendliche in Frankfurt schon vor 20 Jahren so gesprochen haben. „So“ meint: syntaktisch reduziert. Im Vergleich zum Standarddeutsch fallen also Wörter weg, die vor allem grammatische Funktion haben. Artikel zum Beispiel: „Komm, du bist doch aus kurdische Krieg gekommen.“ Oder Präpositionen: „Wir waren halt so Campingplatz und so.“ Oder auch Pronomen: „Wenn der ein paar Sachen nicht aussprechen kann, sagt der dann einfach auf Türkisch.“

Ausdruck der Identität

Obwohl diese syntaktischen Strukturen schon lange den Stil bestimmter Jugendlicher prägen, sind sie erst in den vergangenen zehn Jahren im öffentlichen Bewusstsein aufgetaucht – durch Comedystars wie Bülent Ceylan. Dies hat dazu geführt, dass immer mehr Menschen im Scherz so sprechen. „Auch hier sagen die Kollegen mal: ‚Ey, kommst du mit Mensa?‘“, erzählt Siegel. Den meisten sei aber nicht klar, dass diese Sprache nicht von Menschen gesprochen werde, die „irgendwie noch nicht so richtig Deutsch können“, sondern von Menschen, die Deutsch als Muttersprache erlernt haben. Vornehmlich Jugendliche, vornehmlich in Stadtteilen mit hohen Migrationsanteilen. „Was viele nicht wissen: Die Jugendlichen können durchaus Präpositionen und Artikel richtig setzen, sie tun es nur nicht immer“, sagt Siegel. Das habe nichts mit verminderter Sprach-

kompetenz zu tun, sondern sei Ausdruck ihrer Identität, wie Kleidung auch. „Es ist ein Stil, mit dem man sich positionieren kann.“

„Morphosyntaktische Reduktion in multiethnolektaler Jugendsprache“ lautet der Titel ihrer Doktorarbeit, die Vanessa Siegel an der Hermann Paul School of Linguistics (HPSL) schreibt. Fächerübergreifende Forschung und ein weites internationales Netzwerk gehören zu den Markenzeichen dieser gemeinsamen Graduiertenschule der Uni-

„Diese Form des Sprechens macht die Sprache der Jugendlichen kreativ und reich“

versitäten Freiburg und Basel, die sich der Ausbildung von Doktorandinnen und Doktoranden der Linguistik und verwandter Disziplinen widmet – mit dem Ziel, die derzeit 95 betreuten Promovierenden bestmöglich auf den Arbeitsmarkt vorzubereiten. Durch Brückenschläge zwischen Themen, Methoden und Forschungstraditionen entsteht ein inspirierendes Miteinander von Promovierenden, Postdocs, Professorinnen und Professoren.

Siegel arbeitet für ihre Untersuchung mit empirischen Sprachdaten von Jugendlichen aus Stutt-

gart. Die meisten der 14- bis 18-Jährigen haben einen Migrationshintergrund und sprechen neben Deutsch auch die Sprache ihrer Eltern. Aus den Interviews, die Siegel mit den jungen Leuten geführt hat, will sie verschiedene Dinge herausfiltern. Zunächst wertet sie statistisch aus, wie oft Artikel, Pronomen oder Präpositionen weggelassen werden. Anschließend untersucht sie, in welchen grammatischen und semantischen Kontexten dies passiert. Sie möchte zeigen, dass diese Auslassungen nicht einfach willkürlich, sondern durchaus systematisch erfolgen. Und sie erforscht, ob dabei vielleicht auch die zweite Muttersprache eine Rolle spielt, und wenn ja, welche.

Die Sprecherinnen und Sprecher, die Siegel für ihre Arbeit anonym auf Band aufgenommen hat, seien ihr inzwischen ans Herz gewachsen, sagt sie. Vor allem habe sich ihre eigene Wahrnehmung der Jugendsprache geändert. „Am Anfang war ich auch nicht ganz frei von den Assoziationen, die viele haben, die diese Sprache hören: Man denkt an Ghetto, an männlich-aggressives Gehabe, an Gewaltbereitschaft“, erzählt Siegel. Mittlerweile bringe sie den Stil längst nicht mehr damit in Verbindung, im Gegenteil: „Diese Form des Sprechens macht die Sprache der Jugendlichen kreativ und reich, es ist eine zusätzliche Ausdrucksform, die auch Mädchen gerne nutzen.“

Vielschichtig und ständig im Wandel

Sprache fasziniert Vanessa Siegel schon ihr Leben lang. Lesen gehört von jeher zu ihren größten Hobbys. Während ihres Studiums der Germanistik und Linguistik habe sie aber gemerkt, dass die gesprochene Sprache für sie fast noch spannender sei. „Sprechen kann jeder, deswegen interessiert sich niemand dafür, wie es genau funktioniert, das passiert halt so nebenbei“, sagt Siegel. „Dabei ist unsere Sprache ein ungeheuer kreatives und dynamisches System, sie ist ständig im Wandel und dabei doch gleichzeitig so vielschichtig und komplex.“

Weil sie sich tagaus, tagein so intensiv mit Sprache auseinandersetzt, ist Siegel eine besonders aufmerksame ZuhörerIn. Im Gespräch fallen ihr Details auf, die sonst niemand wahrnimmt: Verwendet eine Sprecherin viele alte Worte? Merkt ein Sprecher beim Reden, dass er den Satz nicht wie geplant zu Ende führen kann, und biegt ihn um, auch um den Preis, dass dann die Grammatik nicht mehr ganz stimmt? Deutet ein feiner, kaum hörbarer Zun-



Comedystars wie Bülent Ceylan haben die Besonderheiten der reduzierten Sprache ins öffentliche Bewusstsein gebracht. Foto: Ralph Larmann



Großstadt als Ursprungsort: In Frankfurt haben Jugendliche den Sprachstil, den Vanessa Siegel untersucht, schon vor 20 Jahren gepflegt. Foto: Frank Wagner/Fotolia

genschlag auf einen bestimmten Akzent hin? „Ich registriere einiges, aber ich analysiere nicht“, sagt Siegel. „Aber spannend ist es schon, dass man allein durch die verwendete Sprache einiges über sein Gegenüber erfahren kann, ohne dass derjenige es ausspricht. Wo er herkommt, zum Beispiel, welchen Bildungsgrad er hat, ob er es gewohnt ist, viel zu reden – und mit welcher Art von Menschen er es dann meist zu tun hat.“

Nur Unwichtiges fällt weg

Vanessa Siegels zweite Leidenschaft ist eine, mit der man so gar nicht rechnet: Zahlen und Computer. Die Germanistin ist auch Informatikerin und hat eine entsprechende Ausbildung absolviert, bevor sie mit dem Studium anfang. „Keine schlechte Kombination“, sagt Siegel, die an der Professur auch für EDV-Aufgaben zuständig ist. Denn Sprachforscherinnen und -forscher arbeiten mit Sprachdatenbanken und -software, die technisch durchaus noch perfektionierbar sind. „Gerade die maschinelle Sprachverarbeitung ist ein interessantes Feld“, sagt Siegel. „Die Geräte sind ja schnell überfordert, wenn jemand zum Beispiel Dialekt oder einfach undeutlich spricht, da können die Forscher sie vorher noch so gut mit Sprachmaterial gefüttert und programmiert haben.“ Sie könne sich gut vorstellen, an neuen Lösungen für diese Probleme zu arbeiten.

Doch zunächst gilt ihre Aufmerksamkeit ihrer eigenen Sprachdatensammlung und deren Analyse. Auffallend sei, sagt Siegel, dass es keine Erwachsenen gebe, die sich so unterhielten –

außer mal im Spaß. Es handele sich um ein vorübergehendes Phänomen, eine Gewohnheit, die junge Leute mit zunehmendem Alter ablegten. Was wiederum von einem souveränen Umgang mit Sprache zeuge – ebenso wie ein weiteres Ergebnis, aus dem Siegel ihre Grundhypothese abgeleitet hat: Ihr ist aufgefallen, dass immer solche Worte und sprachlichen Elemente weggelassen werden, die man nicht zwangsweise brauche, um den Inhalt des Satzes zu verstehen. „Daraus könnte man schließen, dass der Sprecher unbewusst genau weiß, dass diese Worte keine wichtige Funktion haben.“

<http://paul.igl.uni-freiburg.de/siegel>



Vanessa Siegel

ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Deutschen Seminar der Universität Freiburg und Promotionsstudentin an der Hermann Paul School of Linguistics Basel/Freiburg. Vor ihrem Linguistik- und Germanistikstudium in Freiburg und Stuttgart hat sie sich in der Universitätsbibliothek Freiburg zur Fachinformatikerin ausbilden lassen. Seit gut vier Jahren beschäftigt sie sich mit dem „Türkenslang“, genauer: mit der syntaktisch reduzierten Jugendsprache.

Foto: Thomas Kunz

Zum Weiterlesen

Kotthoff, H./Mertzluff, C. (Hrsg.) (2014): Jugendsprachen. Stilisierungen, Identitäten, mediale Ressourcen. Frankfurt (= Sprache, Kommunikation, Kultur 13).

Siegel, V. (2014): Präpositionalphrasen ohne Präpositionen? Zur syntaktischen Reduktion im „Türkendeutschen“. In: Kotthoff, H./Mertzluff, C. (Hrsg.): Jugendsprachen. Stilisierungen, Identitäten, mediale Ressourcen. Frankfurt (= Sprache, Kommunikation, Kultur 13), S. 67–93.

Auer, P. (2013): Ethnische Marker im Deutschen zwischen Varietät und Stil. In: Deppermann, A. (Hrsg.): Das Deutsch der Migranten. Berlin/Boston (= Jahrbuch des Instituts für Deutsche Sprache 2012), S. 9–40.

Spurensuche in Grab 33

Archäologen und Naturwissenschaftler arbeiten eng zusammen, um wichtige kulturelle Veränderungen im 5. Jahrhundert nachzuvollziehen

von Annette Kollefrath-Persch



Grabbeigaben liefern wichtige Informationen über den sozialen Status der Bestatteten und helfen, den Zeitpunkt der Beisetzung zu bestimmen.

Fotos: Jean-Jacques Bigot/INRAP



Am Ende des 5. Jahrhunderts nach Christus wurde dort, wo heute der elsässische Ort Niedernai liegt, eine Frau mit vielen Schmuckstücken neben anderen Verstorbenen auf einem Gräberfeld bestattet. Wie ernährte sie sich? Verbrachte sie ihr gesamtes Leben in dieser Region? Wurden Familienmitglieder bei ihr begraben? Diesen Fragen geht die Archäologin Dr. Susanne Brather-Walter an der Universität Freiburg nach. Zusammen mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus Deutschland und Frankreich untersucht sie, ob die archäologischen Quellen aus der Zeit nach dem Ende des Weströmischen Reichs, also ab Mitte des 5. Jahrhunderts bis ins frühe 6. Jahrhundert, grundsätzlich überdacht und gegebenenfalls neu interpretiert werden müssen.

der zweiten Hälfte des 5. Jahrhunderts. Nicht nur im Elsass, sondern auch im weiteren Umfeld.“

Die Funde wurden ausgegraben, restauriert und im Archäologischen Museum in Strasbourg gelagert. Das Grab der unbekanntenen Frau mit samt den Schmuckstücken war dort ausgestellt. Vor drei Jahren fragte das Museum Brather-Walter, ob sie das Gräberfeld untersuchen wolle. Das war der Beginn eines deutsch-französischen Kooperationsprojekts, das die Deutsche Forschungsgemeinschaft und die französische Agence Nationale de la Recherche gemeinsam finanzieren. Brather-Walter leitet das Projekt zusammen mit dem Althistoriker Prof. Dr. Eckhard Wirbelauer von der Université de Strasbourg. Er

„Niedernai ist für uns ein Glückstreffer“

Im Gegensatz zu älteren Studien, die diese Fragen nur anhand ausgewählter archäologischer Funde zu beantworten suchten, analysiert das Forschungsteam um Brather-Walter die gesamte Breite aller Funde von Niedernai und setzt ein weites Spektrum naturwissenschaftlicher Methoden ein: Untersuchung alter DNA, Radiokarbondatierung, Isotopenuntersuchung und Halbedelsteinanalyse bieten die Möglichkeit, traditionelle Interpretationsmuster zu überprüfen. „Die Naturwissenschaften allein können die Fragen nicht beantworten“, sagt Prof. Dr. Sebastian Brather, am Projekt beteiligter Archäologe. „Aber sie liefern uns Daten und Ansätze für neue Interpretationshorizonte.“

Vollständig und unzerstört

Das Grab der im 5. Jahrhundert verstorbenen Frau, von den Forschenden als Grab 33 bezeichnet, wurde 1995 entdeckt: Als eine neue Autobahntrasse gebaut werden sollte, wurden die umliegenden Felder mit einer Fläche von knapp 1.000 Quadratmetern systematisch mit Baggern durchsucht, wie es in Frankreich vor großen Bauprojekten üblich ist. Dabei stieß man auf einen Friedhof mit 32 Gräbern und 33 Bestatteten, die sich tief in der Erde befanden und deshalb unzerstört waren. Für Brather-Walter ist dieser Fund ein Glücksfall: „Der Friedhof in Niedernai ist die einzige vollständig und modern ausgegrabene sowie weitgehend ungestörte Nekropole aus

wird die Ergebnisse der naturwissenschaftlichen Analysen und die archäologischen Interpretationen, sobald sie vollständig vorliegen, in den Kontext zeitgenössischer Textquellen stellen.

In der zweiten Hälfte des 5. Jahrhunderts fand ein bedeutender Wandel statt: der Übergang von der Antike zum Mittelalter. Die Transformation des Weströmischen Reichs führte zu verschiedenen frühmittelalterlichen Nachfolgereichen. Dafür waren keine Völkerwanderungen verantwortlich, wenngleich diese Zeit durch große Mobilität gekennzeichnet ist. Deshalb ist es so interessant, wer in Niedernai – damals eine Region unter römischer Herrschaft – begraben liegt: Handelt es sich um einen Friedhof für zugewanderte Germanen, für die lokale römische Bevölkerung oder für Angehörige des römischen Militärs, gleich welcher Herkunft? Für das Forschungsteam steht die Frage im Zentrum, ob die im archäologischen Material zu erkennenden grundlegenden kulturellen Veränderungen ursächlich auf die Zuwanderung aus östlichen Gebieten zurückzuführen sind oder ebenso durch eine kulturelle Neuorientierung der zuvor römischen Bevölkerung zu erklären wären.

Erbinformation, Knochen und Zähne

Um Antworten zu finden, sagt Brather-Walter, sei die Arbeit ihrer Kolleginnen und Kollegen aus den Biowissenschaften unverzichtbar: Zunächst

ist zu klären, ob es biologische Verwandtschaften zwischen den Bestatteten gibt. Da man circa 70 Jahre lang Tote auf dem Gräberfeld bestattete, könnten Eltern-Kind-Beziehungen aufgedeckt werden. Die bisherigen Analysen alter DNA, so genannter aDNA, haben keine Hinweise auf enge Verwandtschaftsverhältnisse ergeben, wie es bei einer Großfamilie der Fall gewesen wäre. Die endgültigen Ergebnisse sollen bis Ende 2015 vorliegen. Dann geht für die Archäologen die Interpretationsarbeit los.

ihre Annahme korrekt ist, dass die Grabbeigaben aus der Zeit um 500 stammen.

Antworten auf die zentrale Frage, woher die Bestatteten kamen, liefern Isotopenuntersuchungen wie die Sauerstoff-, Stickstoff- und Kohlenstoffanalyse: Sie erlauben Rückschlüsse auf die Ernährung und damit indirekt auf die soziale Stellung. Ändert sich im Laufe des Lebens die Ernährung, ist das bei der Analyse von Isotopen erkennbar. Dafür werden aus den Knochen und

„Der Rhein war um das Jahr 500 keine Grenze“

Um herauszufinden, wann die Gräber angelegt wurden, untersuchen die Forscherinnen und Forscher zunächst die Grabausstattungen. Damit ist eine stilistische Datierung möglich. Um auch Gräber ohne Beigaben einbeziehen zu können, wird mittels Radiokarbondatierung an den Knochen der Bestatteten der Zeitpunkt der Beisetzung bestimmt. Für Brather-Walter besitzt dieses Verfahren zudem eine wichtige Kontrollfunktion: Die Datierung zeigt nicht nur, wann welche Gräber angelegt wurden, sondern auch, ob

den Zähnen der Bestatteten Proben entnommen. Vergleichbar einem Baum, der Jahresringe bildet, wächst ein Zahn in Schichten. Die – erst begonnenen – Untersuchungen von Proben aus zehn Schichten je Zahn ergeben ein persönliches Ernährungsprofil. Sind Veränderungen erkennbar, liegt das entweder an einem Wechsel in der Ernährung oder daran, dass jemand aus Regionen mit anderen Bodenverhältnissen nach Niedernai gekommen war. „Ein römischer Militärangehöriger, der am Mittelmeer aufgewachsen



Skelett eines circa siebenjährigen Jungen mit Beil: Dieses Grab ist eines von 32, die auf dem Friedhof von Niedernai gefunden wurden.

Foto: Marianne Zehnacker

ist, ist daran zu erkennen, dass die Zahnringe der Kindheit Isotopenverhältnisse aufweisen, die auf marine Nahrungsmittel wie Fisch hindeuten“, erklärt Brather-Walter. Die Interpretation der Analyseergebnisse werde jedoch nicht einfach: Habe es zum Beispiel Getreidelieferungen aus anderen Regionen nach Niedernai gegeben, entsprächen die untersuchten Isotope denen einer nicht lokalen Person.

Klappstuhl zeigt sozialen Status

Wo die Frau aus Grab 33 geboren wurde und in welchen Regionen sie lebte, bevor sie in Niedernai starb, lässt sich kaum klären. Dank der zahlreichen Grabbeigaben ist aber klar, dass sie einen höheren Status besaß: Mit roten Halbedelsteinen besetzte Haarnadeln, Ring und Kette, zwei Fibelpaare als Gewandverschlüsse, ein Bergkristallamulett sowie ein Armreif mit Bernsteinanhänger und ein Messer mit verzierter Lederscheide sind darunter. Zudem befand sich ein Klappstuhl im Grab – eine Besonderheit, erklärt Brather-Walter: „In Rom besaßen die Konsuln einen Klappstuhl als Amtsinsignie. Diese Grabausstattung unterstreicht daher den Status der Frau, da den Zeitgenossen die soziale Bedeutung des Sitzens geläufig war.“ Die Halbedelsteine der Schmuckstücke dürften aus Indien stammen, im Museum Louvre in Paris/Frankreich werden sie demnächst analysiert. Die Textilanalyse wird 2015 ein weiterer Projektschwerpunkt sein. „Das Grab 33 symbolisiert den Umbruch und steht für den Anfang des 6. Jahrhunderts“, so die Archäologin. „Außerdem können wir zeitliche Moden nicht nur bezüglich der Ernährung, sondern dank der Textilanalyse auch bei der Kleidung sichtbar machen.“

Aus den bisherigen Ergebnissen ließen sich bereits zwei wichtige Erkenntnisse gewinnen, betont Brather-Walter: „Der Rhein war um das Jahr 500 keine Grenze.“ Hoch- und Oberrhein hätten vielmehr mit dem Elsass eine kulturell zusammenhängende Region gebildet. Und die Zusammenarbeit von Archäologie, Geschichte und Naturwissenschaften klappe hervorragend. „Die Arbeit ist so viel interessanter für alle Beteiligten“, bestätigt Brather: „Niedernai ist für uns ein Glückstreffer.“

www.pr.uni-freiburg.de/go/niedernai



Dr. Susanne Brather-Walter hat Vor- und Frühgeschichte, Alte Geschichte und Provinzialrömische Archäologie in München und Kiel studiert. 2005 wurde sie an der Ludwig-Maximilians-Universität München über das frühmittelalterliche Gräberfeld von Mengen im Kreis Breisgau-Hochschwarzwald promoviert. Es folgten ein wissenschaftliches Volontariat am Landesamt für Denkmalpflege in Esslingen und die Leitung eines Pilotprojekts der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Dokumentation und Auswertung frühmittelalterlicher Grabfunde in Lauchheim mithilfe von 3-D-Computertomografie. Seit 2009 forscht sie am Institut für Archäologische Wissenschaften der Universität Freiburg.

Fotos: Thomas Kunz



Prof. Dr. Sebastian Brather hat Ur- und Frühgeschichte, Geschichte und Anthropologie an der Humboldt-Universität zu Berlin studiert. Nach seiner Promotion 1995 und einem Reisestipendium des Deutschen Archäologischen Instituts forschte er als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Freiburg, an der er 2002 mit einer Arbeit über ethnische Interpretationen in der frühgeschichtlichen Archäologie habilitiert wurde, und an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität in Frankfurt am Main. Als Heisenberg-Stipendiat der Deutschen Forschungsgemeinschaft kehrte er anschließend nach Freiburg zurück. Seit 2006 ist er Professor für Frühgeschichtliche Archäologie und Archäologie des Mittelalters an der Albert-Ludwigs-Universität.



Prof. Dr. Eckhard Wirbelauer wurde nach einem Studium der Alten Geschichte, der Lateinischen und der Mittel-lateinischen Philologie 1992 an der Universität Freiburg promoviert. 1998 folgte seine Habilitation über „Kephallenia und Ithaka. Historisch-geographische und quellenkritische Untersuchungen zu zwei Inseln im Ionischen Meer“. Danach war er in Freiburg Hochschuldozent. 2004 wurde er an die Université de Strasbourg berufen, zunächst als Professor für Griechische Geschichte, seit 2006 als Professor für Römische Geschichte. Er forscht unter anderem in einem Verbund der französischen Universitäten und Nationalen Forschungsinstitute, dem UMR 7044 „Archéologie et histoire ancienne: Méditerranée – Europe (ArcHiMedE)“.

Foto: privat

Zum Weiterlesen

Walter, S. (2008): Das frühmittelalterliche Gräberfeld von Mengen (Kr. Breisgau-Hochschwarzwald). Stuttgart (= Materialhefte zur Archäologie in Baden-Württemberg 82).

Brather, S. (Hrsg.) (2008): Zwischen Spätantike und Frühmittelalter. Archäologie des 4. bis 7. Jahrhunderts im Westen. Berlin/New York (= Reallexikon der Germanischen Altertumskunde, Ergänzungsband 57).

Brather, S./Brather-Walter, S. (2012): Repräsentation oder Religion? Grabbeigaben und Bestattungsrituale im frühen Mittelalter. In: Krohn, N./Ristow, S. (Hrsg.): Wechsel der Religionen – Religion des Wechsels. Tagungsbeiträge der Arbeitsgemeinschaft Spätantike und Frühmittelalter 5. Hamburg (= Studien zu Spätantike und Frühmittelalter 4), S. 121–143.



Wettbewerb der Wahrnehmung





Der Psychologe Karl Christoph Klauer will herausfinden, welche Gesetzmäßigkeiten hinter Vorurteilen stecken

von Rimma Gerenstein



Schaffe, schaffe, Häusle baue: Die Schwaben haben den Dreh raus. Obdachlose wiederum sind faule Penner. Apropos: Die Italiener, von Natur aus Frohgemüter, genießen la dolce vita auf Bunga-Bunga-Partys. Der Afrikaner an sich hat auch den Rhythmus im Blut, nimmt's mit der Treue aber nicht so genau. Und Frauen, diese emotionalen, zartbesaiteten Geschöpfe, versagen als Führungskräfte. Willkommen im tiefen Sumpf der vorschnellen Urteile und unreflektierten Überzeugungen. Zugegeben, ein trostloser Ort. Nicht umsonst sprach Marc Aurel den weisen Rat aus: „Mache dich von deinen Vorurteilen los, und du bist gerettet.“

Was der römische Kaiser in seinem Aphorismus allerdings unter den Tisch fallen ließ: Keiner kann Vorurteile vermeiden. „Sie sind ein großer Teil unserer Sozialisation“, sagt Karl Christoph Klauer, Professor für Sozialpsychologie an der Universität Freiburg. „Von unseren Eltern, Lehrern oder Freunden bekommen wir von klein auf Vorurteile mit, egal ob wir diese gutheißen oder nicht.“ Ob jemand also glaubt, Ausländer seien kriminell, Männer die besseren Autofahrer oder Veganer überprivilegierte Gesundheitsfanatiker: Solche Annahmen sind fest im menschlichen Langzeitgedächtnis verankert. „Das bedeutet allerdings nicht, dass wir ihr Spielball sind und nichts an unserem Wissen und Verhalten ändern könnten.“

Denkschablonen schützen vor Informationsflut

Mit seinem Team erforscht der Psychologe seit vielen Jahren Vorurteile, etwa zu Alter, Geschlecht oder ethnischer Zugehörigkeit – den drei wichtigsten und häufigsten sozialen Kategorisierungen der menschlichen Wahrnehmung. Was Klauer interessiert, sind allerdings nicht die Inhalte bestimmter Vorurteile, sondern die Gesetzmäßigkeiten, die hinter ihnen stecken. Jeder Mensch gibt zu jeder Zeit eine Flut von Informationen über sich preis – wie alt er ist, welchen sozialen Status er wahrscheinlich hat, aus welchem Land er stammt, ob er womöglich ein interessanter Gesprächspartner wäre. „Was entscheidet nun darüber, was Ihnen ins Bewusstsein tritt, wenn Sie einen Menschen sehen? Welche Faktoren bestimmen darüber, welche Kategorisierung wirksam wird?“

Obwohl Vorurteilen – oder eher den Menschen, die nach ihnen handeln – das Image vier-schrötiger Stammtischler anhaftet, wissen Forscherinnen und Forscher, wie wertvoll vorgefertigte Denkmuster für die alltägliche Informati-



Weiß gegen Rot: Bei einem Experiment sahen die Probanden eine Diskussion zwischen zwei Sportteams mit weißen und schwarzen Basketballspielern. Die Studienteilnehmer nahmen nicht die Hautfarbe, sondern die Zugehörigkeit zu einer Mannschaft wahr. Foto: Patrick Seeger



Unter Zeitdruck neigen Menschen oft zu Vorurteilen. Nähert sich eine bedrohlich aussehende Gestalt, würden die meisten schnell die Straßenseite wechseln – ohne darüber nachzudenken, ob die Person tatsächlich gefährlich sein könnte. Foto: Baschi Bender

onsverarbeitung sind. Sogar in scheinbar harmlosen Situationen sind sie unverzichtbar: „Stellen Sie sich vor, Sie warten am Flughafen oder gehen einkaufen“, sagt Klauer. „Würden Sie für jeden Einzelnen, der Ihnen begegnet, alle möglichen sozialen Kategorisierungen durchspielen, wären Sie sofort überfordert.“ Damit das Gehirn nicht wie ein überlasteter Rechner zusammenbricht, greifen Menschen auf Denkschablonen zurück, auf allgemeine Annahmen, die sich als praktikabel erwiesen haben. Dieses ökonomische Vorgehen ermöglicht ihnen, rasch zu entscheiden, Gefahren zu erkennen und sich durch den Informationswust zu kämpfen. „Gerade in Situationen, in denen wir unter Druck stehen, greifen wir oft auf stereotypes Wissen zurück, ohne es zu prüfen.“ Nähert sich nachts eine bedrohlich aussehende Gestalt in schmutziger Kleidung, würden wohl die meisten die Straßenseite wechseln. „In solchen Situationen hat man keine Zeit, um zu überprüfen, ob individuelle Hinweise darauf hindeuten, dass es sich um eine nette Person handeln könnte.“

Wer sagt was?

Individualität ist also das, was Menschen ignorieren, wenn vorgefertigte Meinungen zum Einsatz kommen: Mann mit schmutziger Kleidung ist gleich obdachlos ist gleich gefährlich? Oder würde das Geschlecht vielleicht gar keine Rolle spielen, wenn die Situation eine andere wäre? Um herauszufinden, was die Wahrnehmung beeinflusst, nutzt Klauer so genannte unaufdringliche Verfahren. Seine Probandinnen

und Probanden erfahren zunächst nicht, dass sie sich zu einer Studie über Vorurteile angemeldet haben. Am Bildschirm sehen sie eine Diskussion, zum Beispiel zwischen Männern und Frauen. Jede Sprecherin und jeder Sprecher tritt mit einem Statement auf: „Die Öffnungszeiten der Universitätsbibliothek kommen mir sehr entgegen.“ „Der Verwaltungsaufwand im Studium ist enorm.“ „Ich bin mit dem Vorlesungsangebot unzufrieden.“ Sollen hier etwa Vorurteile über den universitären Betrieb erforscht werden?

Tatsächlich hat das Gesprächsthema nichts mit dem Experiment zu tun. Klauer nutzt das „Wer-sagt-was“-Paradigma, um zu überprüfen, worauf die Probanden ihre Aufmerksamkeit lenken. Nach der Diskussion präsentiert das Team den Teilnehmerinnen und Teilnehmern einige der Statements, die sie den jeweiligen Personen zuordnen sollen. Nicht jeder kann mit einem lückenlosen Gedächtnis glänzen – darauf spekuliert Klauer. Wenn die Probanden eine Aussage falsch zuordnen, wählen sie meistens trotzdem eine Person aus der richtigen Kategorie, in diesem Fall „Mann“ oder „Frau“. Das bedeutet: Bei der Verarbeitung einer Aussage berücksichtigen Menschen offensichtlich das Geschlecht eines Sprechers, auch wenn es bei der Diskussion nicht um Geschlechtsunterschiede, sondern um die Öffnungszeiten der Bibliothek geht.

Das „Wer-sagt-was“-Paradigma verdeutlicht auch, wie das Gedächtnis funktioniert, erklärt der Forscher. Manchmal jubelt sein Team den Probanden Aussagen unter, die nicht im Experiment vor-

kamen. Eine Erinnerung an diese Statements kann es also nicht geben, trotzdem sollen die Studienteilnehmer sie den Sprechern zuordnen. „Dabei tritt eine andere Funktion von Vorurteilen in Kraft, nämlich das rekonstruktive Füllen von Gedächtnislücken. Wenn Menschen sich nicht an etwas erinnern können, greifen sie auf stereotype Erwartungen zurück. Sie verlassen sich auf allgemeines Wissen über ihre Kultur und Gesellschaft.“ Bei einer Diskussion zum Thema Geschlechterrollen ordneten die Teilnehmer feministischere Aussagen („Ich finde es gut, wenn Frauen nach einer

bracht waren. Alle Häftlinge kannten die Bedingungen in beiden Anstalten und sollten sich darüber austauschen. „Von Allianzen konnte aber keine Rede sein. Wir sagten den Probanden, alle Gefangenen seien untereinander verfeindet.“

Auch bei dieser Studie war das Ergebnis eindeutig: Nicht die Hautfarbe wurde berücksichtigt, sondern die Gefängniszugehörigkeit. Mit demselben Verfahren testete das Team die Kategorie Geschlecht. „Deswegen vermuten wir, dass diese Struktur ein allgemeingültiges Gesetz sein könnte“,

„Wenn Menschen sich nicht an etwas erinnern können, greifen sie auf stereotype Erwartungen zurück“

Kinderpause schnell wieder in den Beruf einsteigen“) eher den Frauen und konservativere Ansichten („Verheiratete Männer sollten ihre Hemden nicht selbst bügeln“) tendenziell den Männern zu.

Basketballer und verfeindete Gangs

Klauer's Experimente legen nahe, dass die jeweiligen Umstände eine große Rolle für die Lenkung der Aufmerksamkeit spielen. Wenn die sozialen Kategorisierungen um die Wahrnehmung einer Person wetteiferten, sei es entscheidend, wie gut eine Kategorisierung zu einer bestimmten Situation passe, erklärt der Psychologe. Er konnte belegen, dass sogar eine monumentale Stütze wie die ethnische Zugehörigkeit nicht zwangsläufig im Vordergrund stehen muss. „Dabei glaubt man, dass diese Kategorisierung so präsent sei wie der eigene Vorname.“ Bei diesem Versuch nutzte das Team wieder das „Wersagt-was“-Paradigma: Die Probanden sahen eine Diskussion zwischen zwei Sportteams mit weißen und schwarzen Basketballspielern. Die Teilnehmer orientierten sich bei der Zuordnung der Statements nicht an der Hautfarbe, sondern an der Zugehörigkeit zur jeweiligen Mannschaft.

Auf den ersten Blick entsprechen die Ergebnisse einer gängigen evolutionspsychologischen Theorie, die davon ausgeht, die ethnische Zugehörigkeit sei ohnehin nur eine Krücke. Biete man Probanden nämlich Allianzen und Koalitionen als soziale Kategorisierung an, würden Aspekte wie die Hautfarbe zurücktreten. Klauer hat diese Theorie geprüft und erweitert: In einem Experiment präsentierte er seinen Probanden eine Diskussion zwischen weißen und schwarzen Insassen, die in zwei Gefängnissen unterge-

te“, führt Klauer aus. „Wenn wir eine starke und eine schwache Kategorie kombinieren, leidet die starke, wenn der Kontext die schwache hervorhebt. Dabei kann es sich auch um unvertraute Kategorien wie Gefängniszugehörigkeit handeln.“

Gerade bei Prüfungen und Bewerbungsgesprächen oder in Polizeiverhören und Gerichtsurteilen können voreingenommene Entscheidungsträger großen Schaden anrichten. „Wenn man weiß, wie Vorurteile funktionieren und wann mit ihnen zu rechnen ist, kann man ihnen besser vorbeugen“, ist Klauer überzeugt. Insofern stimmen die Ergebnisse den Forscher optimistisch. Viele in der Praxis erprobte Verfahren zum Abbau von Rassismus oder Sexismus würden nach dem gleichen Prinzip vorgehen: Wenn Menschen in einer Gruppe an einem Projekt arbeiten, rückt die gemeinsame Aufgabe in den Mittelpunkt – Unterschiede in Hautfarbe und Geschlecht werden weniger wichtig.

www.psychologie.uni-freiburg.de/Members/klauer



Prof. Dr. Karl Christoph Klauer

hat Mathematik und Psychologie an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen studiert. 1988 legte er seine Dissertation über Einstellungen an der Universität Hamburg vor. An der Freien Universität Berlin folgte vier Jahre später seine Habilitation zum Thema Problemlösen. Nach Stationen in Heidelberg und Bonn nahm er 2004 den Ruf auf die Professur für Sozialpsychologie und Methodenlehre der Psychologie in Freiburg an. Zu seinen Forschungsschwerpunkten gehören soziale Kognition, mathematische Modellierung und kognitive Psychologie.

Foto: Patrick Seeger

Zum Weiterlesen

Brown, R. (2010²): Prejudice: its social psychology. Chichester.

Klauer, K. C./Ehrenberg, K./Wegener, I. (2004): Components of homogeneity: a multiple-process model of social categorization. In: Yzerbyt, V./Judd, C. M./Corneille, O. (Hrsg.): The psychology of group perception: perceived variability, entitativity, and essentialism. Hove, S. 147–160.

Klauer, K. C./Hölzenbein, F./Calanchini, J./Sherman, J. W. (2014): How malleable is categorization by race? Evidence for competitive category use in social categorization. In: Journal of Personality and Social Psychology 107, S. 21–40.

Ein Pilz, zweifacher Nutzen

Sabine Sané will die Schmetterlingstramete zum Abbau von Schadstoffen im Abwasser einsetzen – gleichzeitig soll der Baumparasit helfen, Strom zu produzieren

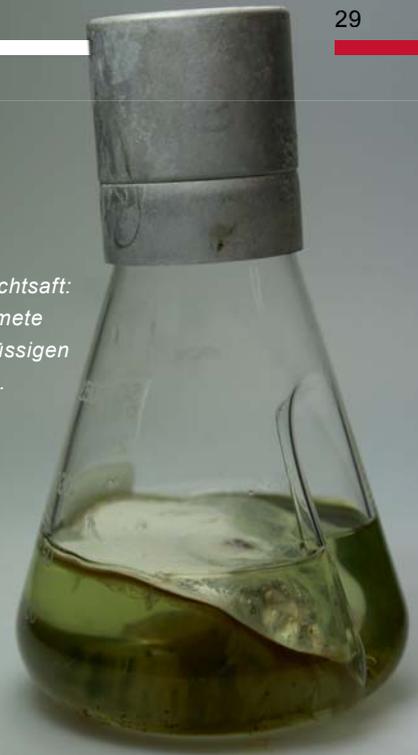
von Thomas Goebel

Die Schmetterlingstramete produziert ein Enzym, das Holz abbaut. Diese Fähigkeit ist möglicherweise in Kläranlagen nützlich. Foto: mdennah/Fotolia



*Wie Schimmel auf Fruchtsaft:
Die Schmetterlingstramete
lässt sich auf einem flüssigen
Kulturmedium züchten.*

Foto: IMTEK



Es gibt aktuell zwei Herausforderungen bei der Reinigung von Abwasser: den hohen Energiebedarf und die Mikroschadstoffe“, sagt Sabine Sané. Die Doktorandin am Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK) der Universität Freiburg hat sich deshalb ein Verfahren ausgedacht, mit dem sich bisher nur schwer zu beseitigende, möglicherweise das Ökosystem verändernde Schadstoffe im Abwasser abbauen lassen – und das gleichzeitig der Gewinnung von Energie dient.

Der Clou von Sanés Idee besteht darin, dass sie beide Ziele mithilfe desselben Baumpilzes erreichen will. Schmetterlingstramete heißt er, *Trametes versicolor*. Er produziert ein vielseitiges Enzym, das in der Lage ist, Mikroschadstoffe abzubauen. Gleichzeitig kann es dazu beitragen, dass eine so genannte Biobrennstoffzelle im Abwasser Strom liefert. „Das klingt eigentlich zu schön, um wahr zu sein“, findet die Biologin. „Das Projekt steckt noch in den Kinderschuhen – die Idee halte ich aber tatsächlich für umsetzbar.“ Für diese Idee hat Sané im Juli 2014 als eine von vier Forscherinnen und Forschern den international ausgeschriebenen Preis „Zukunft Wasser“ erhalten. Die von der Huber-Technology-Stiftung verliehene Auszeichnung ist mit insgesamt 10.000 Euro dotiert.

So genannte Mikroschadstoffe zeichnen sich dadurch aus, dass sie nur in sehr geringer Dosis vorkommen. „Aber sie sind trotzdem nicht

zu vernachlässigen.“ Wenn sie im Abwasser nicht abgebaut werden, sondern in die Umwelt gelangen und sich dort anreichern, können sie Tiere und Pflanzen schädigen, die im Wasser leben – sie gefährden damit das aquatische Ökosystem.

„Bis vor einiger Zeit wussten wir gar nicht genau, was alles im Abwasser drin ist“, berichtet Sané. Durch bessere Nachweismethoden können Schadstoffe inzwischen in sehr geringer Konzentration aufgespürt werden. Deshalb sei es wahrscheinlich, dass es für diesen Bereich künftig strengere Richtlinien geben werde. Sogar ins Trinkwasser könnten die problematischen Stoffe gelangen, sagt Sané, auch wenn sie bisher keine akute Gefährdung für Menschen sieht.

„Das Projekt steckt noch in den Kinderschuhen – die Idee halte ich aber tatsächlich für umsetzbar“

Östrogen aus Antibabypillen zum Beispiel, das über den Urin ausgeschieden wird und so ins Abwasser gelangt, könne bei Fischen zu Geschlechtsveränderungen oder Unfruchtbarkeit führen. Auch Antibiotika, Wirkstoffe aus Schmerztabletten oder Kontrastmittel für Röntgenuntersuchungen werden über den Urin ausgeschieden. Salben gegen Zerrungen und Prellungen

gelangen beim Duschen ins Abwasser. Auch Pestizidrückstände finden sich dort.

Die Bakterien, die in konventionellen Kläranlagen das Wasser von Schadstoffen reinigen sollen, können diesen Substanzen oft nichts anhaben: „Sie sind persistent gegen Bakterien und kommen mehr oder weniger in den gleichen Mengen wieder raus.“ Deshalb wird versucht, die Schadstoffe mit Aktivkohle aus dem Wasser zu entfernen, die aber aufwendig entsorgt werden

„Irgendwann hatte ich den Gedanken: Da könnte man doch zwei Fliegen mit einer Klatsche schlagen“

muss. Oder sie sollen mithilfe von Ozon zerstört werden, wobei allerdings nicht klar ist, wie gefährlich die dabei entstehenden Abbauprodukte sind. „Beide Verfahren sind nicht sehr umweltfreundlich, noch nicht ausgereift – und auch nicht gerade billig.“

Hilfreicher Parasit

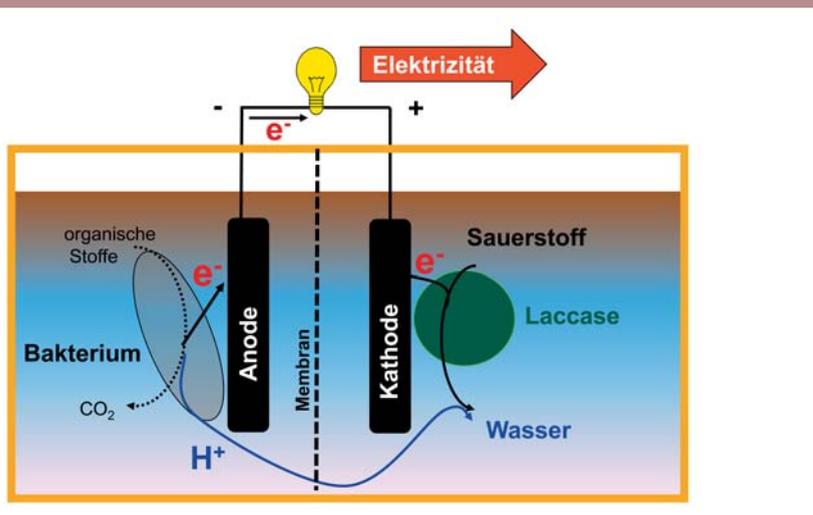
Hier kommt nun die Schmetterlingstramete ins Spiel. Der Pilz ist in europäischen Wäldern weit verbreitet und wächst vor allem auf Rotbuchen. Dabei produziert er ständig Laccase. „Dieses Enzym baut eigentlich Holz ab“, sagt Sané – vor allem den Holzbestandteil Lignin. So ernährt sich der Pilz als Bauparasit. Das von ihm pro-

duzierte Enzym ist hervorragend auf die komplexe Struktur von Holz eingestellt: Der Pilz kann vielerlei Stoffe oxidieren und in ihre Bestandteile zerlegen. Somit kann er auch Mikroschadstoffe abbauen.

Der Gedanke, diese Fähigkeit zur Reinigung von Abwasser etwa in Kläranlagen einzusetzen, kam Sabine Sané, während sie sich mit ihrer Doktorarbeit an der Professur für Anwendungsentwicklung bei Prof. Dr. Roland Zengerle beschäftigte. In der Arbeitsgruppe „Bioelektrochemische Systeme“ von Dr. Sven Kerzenmacher widmete sie sich zunächst einem ganz anderen möglichen Einsatzgebiet der Schmetterlingstramete und deren Enzyms: der Verbesserung von Biobrennstoffzellen, die sich zum Beispiel im Abwasser betreiben lassen und Energie für Kläranlagen liefern.

Um Strom zu erzeugen, müssen Elektronen vom einen Pol, der Anode, zum anderen, der Kathode, gelangen (siehe Grafik unten). Bei einer Biobrennstoffzelle im Abwasser lagern sich Bakterien, die dort bereits leben, an der Anode an: „Die bilden eine richtig dicke Schicht.“ Während die Bakterien organische Stoffe, die sich im Wasser befinden, abbauen, „atmen“ sie mit der Anode statt mit Sauerstoff – sie müssen also nicht extra energieaufwendig belüftet werden und können ihre Elektronen auf die Anode übertragen. Diese wandern dann zur Kathode. Die Laccase wirkt an der Kathode als Katalysator: Sie sorgt für die Übertragung der ankommenden

Biobrennstoffzelle



So funktioniert die Biobrennstoffzelle:

Am Minuspol, der Anode, lagern sich Bakterien an. Sie bauen organische Stoffe ab und bilden Kohlendioxid (CO_2). Dabei werden Elektronen (e^-) und Protonen (H^+) abgegeben. Die positiv geladenen Protonen gelangen durch eine Membran direkt zur Kathode, dem Pluspol. Die negativ geladenen Elektronen wandern über einen externen Stromkreis dorthin und erzeugen so Elektrizität. An der Kathode reduzieren sie Sauerstoff, der sich dann mit den Protonen verbindet, sodass Wasser entsteht. Das Enzym Laccase, das von der Schmetterlingstramete abgegeben wird, unterstützt diese Reaktion als Katalysator.

Grafik: Sabine Sané



Kläranlagen brauchen viel Energie, und bisherige Verfahren zur Reinigung des Abwassers von Mikroschadstoffen sind teuer, wenig umweltfreundlich und technisch noch nicht ausgereift.

Foto: Thomas Leiss/Fotolia

Elektronen auf den Sauerstoff. „Die Enzyme sind so katalytisch, dass man auf Edelmetalle wie Platin verzichten kann.“

Bei ihrer Arbeit kam Sané zu dem Ergebnis, dass die Enzyme für diesen Effekt nicht aufwendig isoliert werden müssen, bevor sie zur Kathode gegeben werden. Es reicht, den Pilz direkt auf einem flüssigen Kulturmedium – wie zum Beispiel Abwasser – zu züchten. Er bildet darauf eine Art Schicht, ähnlich wie Schimmel auf Fruchtsaft, und gibt ständig neue Laccase sowie weitere Enzyme an die Flüssigkeit ab. Die angereicherte Flüssigkeit kann dann direkt zur Kathode gegeben werden.

Brennstoffzelle und Kläranlage

„Irgendwann hatte ich den Gedanken: Da könnte man doch zwei Fliegen mit einer Klatsche schlagen“, sagt Sané: Warum sollten sich die für die Brennstoffzelle ohnehin produzierten Enzyme nicht auch zum Abbau von Mikroschadstoffen einsetzen lassen? Vielleicht habe sie dieser Gedanke gleich fasziniert, weil ihre wissenschaftlichen Wurzeln nicht in einem der technischen Fächer liegen, sondern in der Biologie, speziell der Ökologie, mutmaßt Sané.

Gemeinsam mit ihrem Arbeitsgruppenleiter entstand die Idee, die Kombination von Brennstoffzelle einerseits und Abbau von Mikroschadstoffen im Abwasser andererseits könnte ein lohnendes Anschlussprojekt an die Doktorarbeit sein. Ihre Dissertation will Sané im Frühjahr 2015 beenden, die Ergebnisse liegen schon vor. Zurzeit kümmert sie sich um eine Drittmittelfinanzierung für das neue Projekt – und hofft, dass ihr der Preis für das Konzept dabei ein wenig hilft.

„Zunächst geht es um Grundlagenforschung im Labor“, sagt Sané. Zum Beispiel darum, an

welchem Ort und zu welchem Zeitpunkt in den verschiedenen Prozessen einer kombinierten Klär- und Brennstoffzellenanlage der Pilz kultiviert werden könnte, welches Enzymgemisch er dabei genau abgibt und welche Auswirkungen das hat. „Wir haben die Komponenten noch nicht zusammengebaut.“ Eine weitere wichtige Frage ist, was geschieht, wenn die Enzyme des Baumpilzes Mikroschadstoffe abbauen: Sind die dabei entstehenden Abbauprodukte tatsächlich weniger schädlich? Und können Bakterien die so entstandenen Stoffe vielleicht einfacher weiter zerlegen?

Irgendwann, hofft Sabine Sané, wird ihre Idee tatsächlich in technisch ausgefeilten und energieeffizienten Kläranlagen zum Einsatz kommen. Kooperationen seien durchaus denkbar, sagt sie – auch wenn es bis dahin noch einiges zu tun gibt: „Natürlich will ein Projektpartner erst mal mehr Daten dazu sehen, um entscheiden zu können, ob so eine Idee wirklich umsetzbar ist.“

www.pr.uni-freiburg.de/go/sabine-sane



Sabine Sané

hat in Freiburg Biologie studiert. Für ihr Diplom 2007 kooperierte sie mit dem Deutschen Primatenzentrum (DPZ) in Göttingen. In ihrer Abschlussarbeit in Verhaltensbiologie befasste sie sich mit der Gruppenkoordination bei Pavianen in Südafrika. Anschließend arbeitete sie für das DPZ, unter anderem im Senegal, und für das Max-Planck-Institut für Immunbiologie und Epigenetik in Freiburg. Seit Januar 2010 forscht sie als Doktorandin in der Arbeitsgruppe „Bioelektrochemische Systeme“ am Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK) der Universität Freiburg. Sie beschäftigt sich dort unter anderem mit neuen Konzepten zur Lebensdauererlängerung von enzymatischen Biobrennstoffzellen.

Foto: Johannes Erben

Zum Weiterlesen

Sané, S./Jolival, C./Mittler, G./Nielsen, P./Rubenwolf, S./Zengerle, R./Kerzenmacher, S. (2013): Overcoming bottlenecks of enzymatic biofuel cell cathodes: crude fungal culture supernatant can help to extend lifetime and reduce cost. In: ChemSusChem 6/7, S. 1209–1215.

Kipf, E./Zengerle, R./Gescher, J./Kerzenmacher, S. (2014): How does the choice of anode material influence electrical performance? A comparison of two microbial fuel cell model organisms. In: ChemElectroChem 1/11, S. 1849–1853.

Margot, J./Maillard, J./Rossi, L./Barry, D. A./Hollige, C. (2013): Influence of treatment conditions on the oxidation of micropollutants by *Trametes versicolor* laccase. In: New Biotechnology 30/6, S. 803–813.

Folgenreiche Forschung

Silja Vöneky untersucht, wie ethische Standards in das Recht einfließen und ob sie insbesondere bei Fragen der Biosicherheit zulässig sind

von Mathilde Bessert-Nettelbeck

Lebensrettender Impfstoff oder hoch ansteckender Erreger? Chancen und Risiken sind bei manchen Forschungsvorhaben in den Lebenswissenschaften gleichermaßen hoch. Foto: stockasso/Fotolia

Das Parlament ist gefordert: Der Gesetzgeber soll künftig darüber bestimmen, welche Forschung als besonders gefährlich gilt, und eine Expertenkommission berufen, die sicherheitsrelevante Experimente bundesweit einheitlich beurteilt – so der Vorschlag des Deutschen Ethikrats.

Foto: Deutscher Bundestag/Thomas Trutschel/photothek.net



Die Forscherinnen und Forscher suchen nach einem Impfstoff gegen das Ebola-Virus, das in Westafrika zuletzt mehr als 7.000 Todesopfer forderte. Dazu verändern sie den Erreger: Er erlangt die Fähigkeit, über die Luft in den menschlichen Körper einzudringen. Wenig später entwendet eine Terrororganisation den veränderten Keim aus dem Labor. Das Virus wird zur Massenvernichtungswaffe. Dieses Szenario ist erfunden, zeigt aber: Ergebnisse freier Forschung bergen Gefahren, die in einer globalen, vernetzten Welt an Bedeutung gewinnen. Freie Forschung ermöglicht allerdings auch große wissenschaftliche Fortschritte, etwa die Entwicklung von Impfstoffen, die Menschenleben retten. Doch wer entscheidet, bevor ein potenziell gefährliches Experiment beginnt oder veröffentlicht wird, ob die möglichen Erkenntnisse das Risiko wert sind? Wer beantwortet die Frage: „Darf man das?“

„Dürfen“ kann heißen: Es ist legal. Es kann aber auch heißen, dass es moralisch begründet oder ethisch gerechtfertigt ist. Die Grenzen verschwimmen, stellt Prof. Dr. Silja Vöneky fest. Die Rechtswissenschaftlerin von der Universität Freiburg erforscht am Beispiel der Biosicherheit, welche Rolle ethische Standards im Recht spielen. Besonders interessieren Vöneky Fragen der so genannten Biosecurity, ein Gebiet der Biosicherheit: Darunter verstehen Ethikerinnen und Ethiker sowie Juristinnen und Juristen die Gefahr, dass Forschungsergebnisse der Lebenswissenschaften zu kriminellen Zwecken missbraucht werden. Zur Biosicherheit gehört auch die als Biosafety bezeichnete Laborsicherheit.

Doch nicht ein Gericht entscheidet über die Finanzierung und Umsetzung potenziell gefährlicher

Vorhaben, sondern Forschungsförderer, Wissenschaftsorganisationen sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. „Sie entwickeln nichtgesetzliche Regulierungen in Form von ethischen Standards und setzen sie vermehrt zur Selbstregulierung von biosicherheitsrelevanter Forschung ein. Diese Tendenz kann als Ethisierung des Rechts beschrieben werden“, erklärt Vöneky.

Ethik, Recht und Moral

Aus rechtlicher Perspektive würde sich der Ebola-Forscher überlegen, ob er sich mit seinen Versuchen strafbar macht. „Nach der B-Waffen-Konvention von 1972 dürfen keine biologischen Waffen hergestellt oder gelagert werden. Forschung an Viren zu nichtfriedlichen Zwecken ist verboten“, sagt Vöneky – aber: „Missbrauchsgefahren der Forschung zu friedlichen wissenschaftlichen Zwecken, wie zur Herstellung von Impfstoffen, sind nicht geregelt.“ Auch weitere Verordnungen und das Gentechnikgesetz betreffen nur Fragen der Laborsicherheit. In einem Hochsicherheitslabor ist die Forschung am Ebola-Virus legal.

Trotzdem trägt ein Forscher die Verantwortung für seine Experimente und wird sich fragen, ob sein Handeln seiner Moral oder ethischen Prinzipien widerspricht. Die moralische Perspektive kann zum Beispiel so formuliert werden: Würden die Mitbürgerinnen und Mitbürger oder die eigenen Freundinnen und Freunde diese Handlung gutheißen oder verurteilen? Ethiker aber prüfen moralische Prinzipien und wägen ab, welche Normen im Konfliktfall entscheidend sein sollen: So könnte die Forschung am Ebola-Virus Menschenleben gefährden, wäre aber trotzdem ethisch gerechtfertigt, wenn nur durch sie ein Impfstoff

entwickelt werden kann, der die Krankheit überwinden und damit viele Leben retten könnte.

Vöneky untersucht, wo ethische Standards mit dem Recht zusammenwirken. Sie prüft, ob und inwieweit dies nach deutschem und europäischem Recht sowie nach dem Völkerrecht zulässig ist. Moralische und ethische Standards erhalten durch Öffnungsklauseln im Zivilrecht, im Strafrecht oder im Öffentlichen Recht Geltung und beziehen sich dort auf Sitten und Moral. In gesetzlichen Regelungen finden sich auch Verweise auf ethische Leitlinien, die bestimmte Berufsgruppen erstellt haben – zum Beispiel im Völker- oder Satzungsrecht. „Bei Versuchen am Menschen oder bei der Stammzellforschung sind außerdem Ethikkommissionen auf gesetzlicher Grundlage eingerichtet worden, die in konkreten Einzelfällen über ethische Fragen entscheiden – ein weiteres Beispiel für die Ethisierung des Rechts“, führt Vöneky aus.

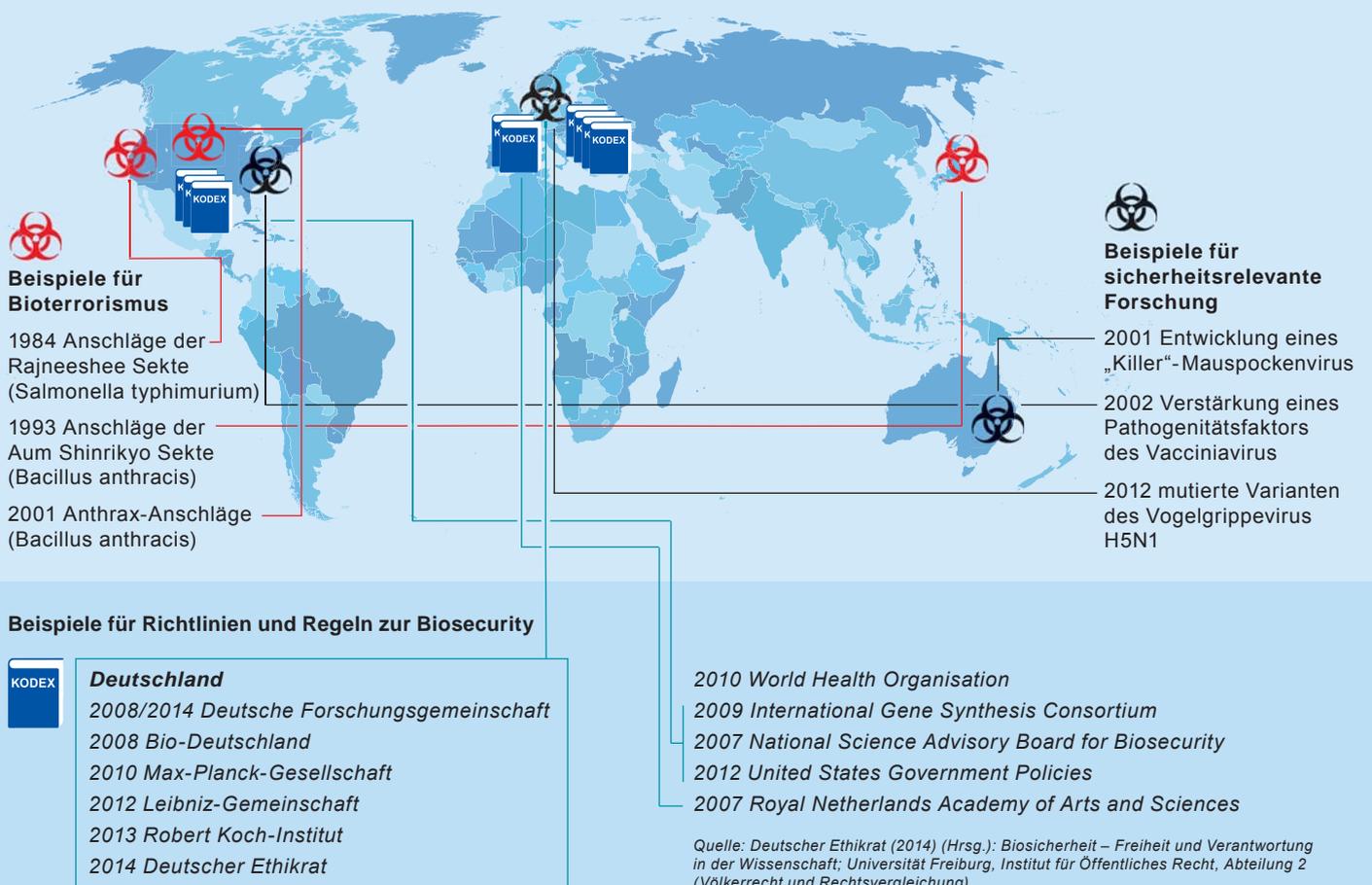


Neue ethische Leitlinien existieren vermehrt auch für Forscher: Die Max-Planck-Gesellschaft hat, wie 2014 auch die Deutsche Forschungsgemeinschaft zusammen mit der Wissenschaftlichen Gesellschaft Leopoldina, Regeln zum verantwortlichen Umgang mit Forschungsrisiken aufgestellt. „Diese Kodizes sind zwar nicht gesetzlich verankert, können aber bei Förderentscheidungen und Haftungsfragen rechtlich relevant werden. Entscheidend ist hierbei, wie sie umgesetzt werden“, erklärt Vöneky, die am Max-Planck-Kodex mitgearbeitet hat.

Die Gremien und Kodizes greifen in die Forschungsfreiheit ein – also in ein Recht, das im Grundgesetz verankert ist. Daher stellt sich für Vöneky die zentrale Frage: Ab wann muss der Gesetzgeber festlegen, welche Forschung erlaubt ist und ob sie genehmigt werden muss? „Das

Biosecurity weltweit

Grafik: Kathrin Jachmann, Mathilde Bessert-Nettelbeck, Karte: Ekler/Fotolia



Bundesverfassungsgericht hat entschieden, dass der Gesetzgeber die wesentlichen grundrechtsrelevanten Fragen regeln soll. Danach können Wissenschaftler nicht allein entscheiden,

Im Sommer 2012 beauftragte der Bundestag den Deutschen Ethikrat, zum Thema „Biosicherheit und Forschungsfreiheit“ eine Stellungnahme zu verfassen. Die von Vöneky geleitete Arbeits-

„Das Bundesverfassungsgericht hat entschieden, dass der Gesetzgeber die wesentlichen grundrechtsrelevanten Fragen regeln soll“

wann eine Forschung unterlassen werden muss, um die Gesundheit der Bevölkerung zu schützen.“ Vöneky argumentiert, dass interne Kodizes Wissenschaftler für Verantwortungsfragen und das Missbrauchspotenzial von Forschung sensibilisieren. Diese Standards lassen sich zudem schneller beschließen als ein Gesetz. Gremien der Wissenschaftsorganisationen und Universitäten können diese Kodizes umsetzen. In Freiburg beauftragten Wissenschaftler die Ethikkommission des Universitätsklinikums, wenn sie für Forschungsanträge ein Votum benötigen. „Aber nur eine nationale oder europäische Kommission auf rechtlicher Grundlage kann bei bestimmten Fällen der Hochrisikoforschung mit ihren Voten sicherstellen, dass die Risiko-Nutzen-Abwägung demokratisch legitimiert ist und dass nach einheitlichen Kriterien entschieden wird.“

Kommission soll Verwerfungen vermeiden

Mit einer solchen Kommission, die besonders missbrauchsrelevante Forschung vorab begutachtet und die Ergebnisse evaluiert, vermeiden Forscher Vöneky zufolge Verwerfungen, wie es sie nach den H5N1-Versuchen im Jahr 2012 gab. Zwei Forschungsgruppen aus den USA und den Niederlanden veränderten damals H5N1-Viren, die Auslöser der so genannten Vogelgrippe, im Labor, um im Voraus mehr über natürliche Mutationen zu erfahren. Das veränderte Virus erlangte die Fähigkeit, über den Luftweg von Säugetier zu Säugetier überzugehen. Die Wissenschaftler erklärten ihre Forschung für gerechtfertigt, da der Nutzen die Risiken überwiege. Ihre Ergebnisse führten jedoch zu einem Moratorium und zu Forderungen nach einem Verbot der Förderung und Veröffentlichung, wie es für ähnliche Fälle immer noch diskutiert wird. Eine rechtlich verankerte nationale Kommission könnte sicherstellen, dass nur solche Hochrisikoforschung mit öffentlichen Mitteln gefördert wird, deren Ergebnisse veröffentlicht werden können.

gruppe empfiehlt, beide Regulierungsmodelle zu vereinen: Ein Biosicherheitskodex soll die Risikominimierung in der gesamten biosicherheitsrelevanten Forschung in der Wissenschaftsgemeinschaft verankern, eine fächerübergreifende Expertenkommission soll künftig besonders sicherheitsrelevante Experimente bundesweit einheitlich beurteilen. Der Gesetzgeber soll bestimmen, welche Forschung als besonders gefährlich gilt und wie sich das Gremium zusammensetzt. „Da alle und nicht nur Forscher betroffen sind, wenn ein gefährliches Virus in die falschen Hände gerät, sollten die demokratisch gewählten Abgeordneten im Parlament grundsätzlich entscheiden, wie die Sicherheitsrisiken dieser Forschung minimiert werden sollen.“

www.jura.uni-freiburg.de/institute/ioeffr2/silja-voeney



Prof. Dr. Silja Vöneky ist seit 2010 Professorin für Öffentliches Recht, Völkerrecht, Rechtsvergleichung und Rechtsethik an der Universität Freiburg. 2009 wurde sie zum Thema „Recht, Moral und Ethik: Grundlagen und Grenzen demokratischer Legitimation für Ethikgremien“ an der Universität Heidelberg habilitiert. Von 2005 bis 2011 leitete sie die Forschungsgruppe „Demokratische Legitimation ethischer Entscheidungen – Ethik und Recht im Bereich der Biotechnologie und modernen Medizin“ am Max-Planck-Institut für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht in Heidelberg. Sie ist seit 2012 Mitglied im Vorstand des Kompetenznetzwerks für das Recht der zivilen Sicherheit in Europa (KORSE) der Universität Freiburg. 2012 ernannte die Bundesregierung sie zum Mitglied des Deutschen Ethikrats. Foto: Deutscher Ethikrat

Zum Weiterlesen

Deutscher Ethikrat (2014) (Hrsg.): Biosicherheit – Freiheit und Verantwortung in der Wissenschaft. www.ethikrat.org/dateien/pdf/stellungnahme-biosicherheit.pdf

Vöneky, S./Beylage-Haarmann, B./Höfelmeier, A./Hübler, A.-K. (Hrsg.) (2013): Ethics and law – The ethicalization of law/Ethik und Recht – Die Ethisierung des Rechts. Heidelberg (= Beiträge zum ausländischen öffentlichen Recht und Völkerrecht 240).

Videos vom Symposium „Das Missbrauchsrisiko in den Biowissenschaften“ an der Universität Freiburg (2014): www.pr.uni-freiburg.de/go/symposium-missbrauchsrisiko

Lesen Sie auf unserem Forschungsportal Surprising Science mehr über Silja Vöneky's Forschung zum Thema „Hoheit über die eigenen Gene“: www.pr.uni-freiburg.de/go/hoheit-gene



Auch die Buche kann recyceln

Bei Phosphormangel im Boden lernen Waldökosysteme, den Nährstoff wiederzuverwerten

von Nicolas Scherger

Buchenwälder an fünf Standorten in Deutschland liefern das Material, mit dem 25 Arbeitsgruppen aus unterschiedlichen Fachrichtungen untersuchen, wie sich die Ökosysteme mit Phosphor versorgen. Foto: Inga Nielsen/Fotolia

Phosphor ist ein zentraler Nährstoff für Pflanzen. Mit ihm produzieren sie in der Photosynthese Adenosintriphosphat, kurz ATP, als Energieträger für ihre Zellen. Sie machen ihn verfügbar, indem sie aus ihren Wurzeln Säuren abgeben, die phosphorhaltiges Gestein verwittern. Doch ein anderer Prozess läuft gleichzeitig ab: Phosphor wird mit dem Regenwasser aus den Böden ausgewaschen und gelangt über Bäche und Flüsse ins Meer. Weltweit geht der Vorrat deshalb in vielen Ökosystemen auf dem Festland auf lange Sicht zurück. Die Pflanzen müssen einen Weg finden, um den Nährstoff wiederzuverwerten, bevor er verloren geht. „Wir prüfen die Hypothese, dass Waldökosysteme auf phosphorarmen Standorten ein besonders effizientes Recycling entwickelt haben, um dem Mangel zu entgehen“, sagt Prof. Dr. Friederike Lang. Die Bodenökologin von der Universität Freiburg ist Sprecherin des Schwerpunktprogramms „Ecosystem Nutrition: Forest Strategies for limited Phosphorus Resources“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft, das Ende 2013 die Arbeit aufgenommen hat.

Blätter, Streu und tote Pflanzen als Quelle

Neben dem Gestein gibt es für Ökosysteme eine weitere Phosphorquelle: Blätter, Streu und tote Pflanzen – die Humusschicht über dem Mineralboden. Die Bedeutung dieses organischen Materials als Speicher wird, so die Annahme der an dem Programm beteiligten Forscherinnen und Forscher, im Laufe der Zeit immer wichtiger. „Ökosysteme auf Standorten mit phosphorreichen Böden haben offenbar zunächst die Strategie, so viel wie möglich aus der mineralischen Reserve zu gewinnen. Weil genug da ist, müssen sie nichts wiederverwerten, und die Verluste sind hoch“, erklärt Lang. Verhalten sich Lebensgemeinschaften aber über Tausende von Jahren so, verarmen die Böden. „Dann beginnen die Pflanzen, einen geschlossenen Nährstoffkreislauf zu organisieren: Sie nehmen Phosphor aus dem organischen Material auf und sorgen dafür, dass möglichst wenig ausgewaschen wird.“

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler forschen an fünf Standorten in Deutschland, an denen forstliche Versuchsanstalten seit fast 30 Jahren Nährstoffflüsse untersuchen. Die Gebiete gleichen sich in vielen Aspekten: etwa in Bezug auf das Gestein, die Höhenlage, die sauren Bö-

den oder die Buche als vorherrschende Baumart. Der Phosphorgehalt im Mineralboden jedoch nimmt von Standort zu Standort ab. Zwischen dem reichsten und dem ärmsten unterscheidet er sich um den Faktor 40. „Mit diesem Ansatz sind die Ergebnisse über einen langen Zeitraum hinweg vergleichbar und lassen Rückschlüsse darauf zu, wie die Pflanzen auf das unterschiedliche Angebot an Phosphor reagieren“, sagt Jaane Krüger, wissenschaftliche Mitarbeiterin der Universität Freiburg, die das Programm koordiniert.

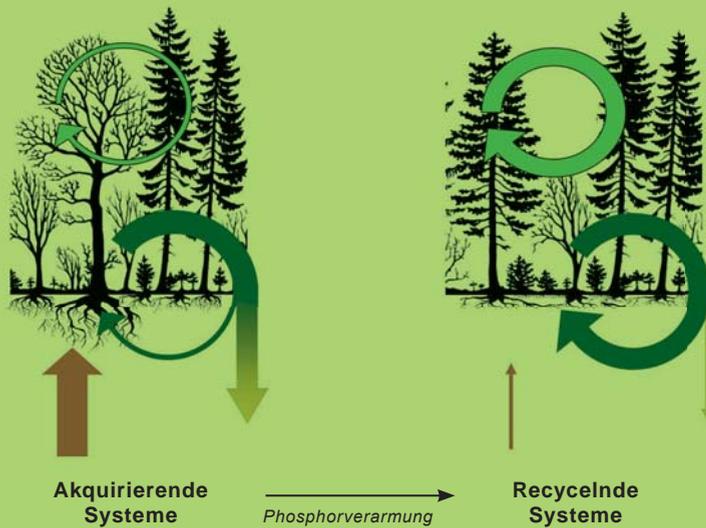
Mikroorganismen und Pilze helfen

Klar ist, dass es den Bäumen gelingt, sich auch an den phosphorarmen Standorten ausreichende Mengen anzueignen: Der Gehalt in Blättern und Nadeln ist überall ähnlich, Mangelerscheinungen gibt es nirgendwo. Dafür sorgen Mikroorganismen und so genannte Mykorrhiza-Pilze. Sie zersetzen abgestorbenes organisches Material und machen damit den Phosphor für die Pflanzen verfügbar. Die Mikroorganismen geben den Nährstoff in den Boden ab, sodass Wurzeln ihn von dort aufnehmen können. Mykorrhiza-Pilze dagegen umhüllen die Wurzelspitzen mit einem dichten Fadengeflecht, versorgen die Pflanzen direkt und erhalten im Gegenzug von ihnen Zucker.



Wurzeln, Humus, Steine oder Partikel verschiedener Größe: Das Team der Freiburger Professur für Bodenökologie versorgt alle Arbeitsgruppen des Forschungsprogramms mit Proben der unterschiedlichen Bodenbestandteile. Foto: Thomas Kunz

Die Grundannahme des Forschungsprogramms: Solange sich viel Phosphor im Boden befindet, bedienen sich Waldökosysteme vor allem aus dieser mineralischen Reserve. Phosphor aus Blättern, Streu und toten Pflanzen wird kaum wiederverwertet, ein großer Teil geht verloren (links). Auf lange Sicht erschöpft sich der Vorrat im Boden. Dann ändern die Ökosysteme ihre Strategie und recyceln den Nährstoff aus dem abgestorbenen organischen Material – ein geschlossener Kreislauf entsteht. Grafik: Professur für Bodenökologie



Stimmt also die Hypothese zu den unterschiedlichen Verhaltensweisen der Waldökosysteme, und was genau löst den Wechsel der Ernährungsstrategie aus? Um das herauszufinden, arbeiten 25 Gruppen aus der Bodenkunde, Forstwissenschaft, Mikrobiologie, Pflanzenwissenschaft, Hydrologie und den Geowissenschaften in dem Programm mit – sechs davon an der Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen der Universität Freiburg. Das Team um Lang untersucht die Bodenstruktur: Partikel im Boden ballen sich zu Aggregaten zusammen. Bei diesem Prozess spielen Wurzeln eine wichtige Rolle. Was die Pflanze davon hat, ist bislang noch unklar. „Wir glauben, dass es wichtig ist, wie Phosphor in diesen Aggregaten verteilt ist“, sagt Lang. Befindet sich der Nährstoff auf der Oberfläche, können die Wurzeln ihn leichter aufnehmen, im Inneren dagegen ist er besser vor der Auswaschung geschützt.

„Wir wollen herausfinden, welche Komponenten und Interaktionen eines Ökosystems für einen geschlossenen Phosphorkreislauf sorgen“

Die Phosphorverteilung in den Aggregaten will das Team zu einem späteren Zeitpunkt untersuchen. Bislang hat es sich mit der Größe der Partikelballen an den fünf Standorten beschäftigt. Es stellte sich heraus, dass die Aggregate an den phosphorarmen Standorten kleiner und stabiler sind. Eine mögliche Erklärung ist: Zwischen den Aggregaten entstehen Poren, durch die Nährstoffe aus der Humusschicht, die von Mikroorganismen freigesetzt werden, nach unten sickern. Umschließen Feinwurzeln ein Aggregat, kann die Pflanze die Nährstoffe gut

abgreifen. „Durch manche Poren fließen besonders viele Nährstoffe, durch andere weniger – so wie Autobahnen stärker befahren sind als Landstraßen“, sagt Krüger. Die Pflanzen lenken also möglicherweise die Stoffflüsse im Boden zu ihrem eigenen Vorteil. „Aber das sind ganz neue Ideen, die sich erst noch beweisen müssen.“

Außerdem stellt das Team die Bodenproben für die 25 Arbeitsgruppen zentral bereit und erhebt Daten, die für alle wichtig sind. Dazu zählen unter anderem der Boden-pH-Wert, die Menge und Verteilung der Wurzeln, der Anteil von Steinen und Erde je Quadratmeter und die Dicke der Humusschicht. „Alle Beteiligten bekommen vergleichbare Proben, die repräsentativ für die einzelnen Standorte sind“, betont Krüger. Nach drei Jahren wird das Team einen Zwischenbericht und nach sechs Jahren den Abschlussbericht schreiben – auch das gehört zur Koordination des Vorhabens. Es muss also aus allem, was die Gruppen erarbeiten, die zentralen Ergebnisse herausfiltern und zu einem Gesamtbild zusammensetzen.

Einsichten für Forst- und Landwirtschaft

Die meisten Erkenntnisse des ersten Forschungsjahrs stützen den Freiburger Wissenschaftlerinnen zufolge die zentrale Hypothese. Wichtig erscheint zum Beispiel der Befund, dass das organische Material an den schlecht versorgten Standorten eine zentrale Rolle spielt: Je phosphorärmer der Mineralboden eines Standorts ist, desto mächtiger ist die Humusaufgabe und desto stärker ist die darunterliegende obere Bodenschicht von Wurzeln durchzogen. „Ein dichter Wurzelfilz sorgt dafür, dass die Pflanzen den aus dem Humus freigesetzten Phosphor sofort wieder aufnehmen, sodass nichts verloren geht“, sagt Krüger. Für eine Überraschung haben zudem die Teilprojekte aus der Mikrobiologie gesorgt: „Die Forscher haben an den reichen und armen Standorten komplett unterschiedliche Zusammensetzungen der Arten von Mikroorganismen gefunden“, berichtet Lang. „Nun wollen sie untersuchen, welche Funktionen die einzelnen Arten jeweils für das Ökosystem haben.“

Am Ende könnte das Programm neue Einsichten für die Forstwirtschaft hervorbringen – etwa in der Frage, wie viel Biomasse dem Wald entzogen werden kann. „Früher waren nur Stämme und große Äste wirtschaftlich interessant, während ein Großteil der Baumkrone, die viel Phosphor enthält, im Wald

verrotten konnte“, sagt Krüger. Heute dagegen werden – aus bringungstechnischen Gründen und um mehr Biomasse zur Verbrennung zu gewinnen – teilweise ganze Bäume entnommen, womit viel Phosphor aus dem Bestand verloren geht. Die Asche aus der Verbrennung wieder im Wald zu verstreuen hilft gerade vor dem Hintergrund des Nährstoffrecyclings nur bedingt: Der Phosphor ist dann mineralisch gebunden und vor allem für Pflanzen an armen Standorten, die ihn sonst aus organischem Material beziehen, schwer zugänglich. Hinzu kommt, dass das Ökosystem große Mengen nicht schnell genug aufnehmen kann und ein Teil der zugeführten Nährstoffe ausgewaschen wird. Biomasse dagegen, die im Wald verrottet, zersetzt sich langsam – Freisetzung und Aufnahme der Nährstoffe geschehen gleichzeitig. Ob die so genannte Vollbaumernte auf nährstoffarmen Standorten nachhaltig und ökologisch sinnvoll ist, scheint daher fraglich.

Darüber hinaus erhofft sich das Team Erkenntnisgewinne für die Landwirtschaft. „Wir wollen herausfinden, welche Komponenten und Interaktionen eines Ökosystems für einen geschlossenen Phosphorkreislauf sorgen“, sagt Lang. „Wenn es gelingen würde, Recyclingstrategien auf Agrarflächen zu übertragen, ließe sich künftig viel Phosphordünger einsparen – und gleichzeitig könnten umweltschädliche Phosphorverluste aus Ackerflächen vermieden werden.“

www.ecosystem-nutrition.uni-freiburg.de



Wurzeln sorgen dafür, dass sich Bodenteilchen zu Aggregaten zusammenballen, zwischen denen Poren entstehen. Das Forschungsteam vermutet, dass Pflanzen auf diese Weise die Nährstoffströme im Boden lenken.

Fotos: Simon Stahr/Jörg Grüner, Professur für Bodenökologie



Prof. Dr. Friederike Lang hat Geoökologie an der Universität Bayreuth studiert, wurde in Hohenheim promoviert und 2009 an der Technischen Universität Berlin habilitiert. Anschließend forschte sie dort als Heisenberg-Stipendiatin weiter, bevor sie 2012 auf die Professur für Bodenökologie in Freiburg wechselte. Die Forschungsschwerpunkte ihrer Arbeitsgruppe sind Waldernährung, Gasaustausch in Waldböden, die Ökologie der Bodenstruktur, mineral-organische Wechselwirkungen in Böden sowie Bodenschutz und mechanisierte Forstwirtschaft – ausgerichtet auf die nachhaltige Nutzung von Böden und Wäldern. Sie ist Sprecherin des Schwerpunktprogramms „Ecosystem Nutrition: Forest Strategies for limited Phosphorus Resources“, Vizepräsidentin der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft und Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat für Waldpolitik der Bundesregierung.



Jaane Krüger hat Technischen Umweltschutz an der Technischen Universität Berlin studiert. Nach ihrem Abschluss 2007 war sie dort wissenschaftliche Mitarbeiterin im Fachgebiet Bodenkunde. Seit 2012 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Professur für Bodenökologie der Universität Freiburg. Ihre Forschungsschwerpunkte sind die Bindung und Mobilität von Nähr- und Schadstoffen im Boden. Sie koordiniert das Schwerpunktprogramm „Ecosystem Nutrition: Forest Strategies for limited Phosphorus Resources“ und befasst sich in ihrer Promotionsarbeit mit organischen Schadstoffen und Mikroaggregaten im Boden.

Fotos: Thomas Kunz

Zum Weiterlesen

Vitousek, P. M./Porder, S./Houlton, B. Z./Chadwick, O. A. (2010): Terrestrial phosphorus limitation: mechanisms, implications, and nitrogen-phosphorus interactions. In: Ecological Applications 20/1, S. 5–15.

Rennenberg, H./Herschbach, C. (2013): Phosphorus nutrition of woody plants: many questions – few answers. In: Plant Biology 15/5, S. 785–788.

Leue, M./Lang, F. (2012): Recycling soil nutrients from channel deposits? In: Nutrient cycling in agroecosystems 93/1, S. 75–88.



*Sicherer Raum, geschultes Personal:
Im Labor des Freiburger Material-
forschungszentrums können Experimente
mit Fluorkonzentrationen von bis zu
100 Prozent stattfinden. Fotos: Sandra Meyndt*

Element mit Temperament

Fluor reagiert mit nahezu allen Substanzen – und verleiht vielen von ihnen neue, nützliche Eigenschaften

von Jürgen Schickinger

Fluor? Mehr als Zahnpasta, Treibgas und Kühlmittel fällt den meisten dazu kaum ein. „Fluor ist hochinteressant“, findet dagegen Prof. Dr. Ingo Krossing, Direktor des Instituts für Anorganische und Analytische Chemie der Universität Freiburg: „Wenn wir das Element in chemische Systeme einführen, können wir ihre Eigenschaften dramatisch verändern und steuern.“ Fluor steckt beispielsweise in Batterien, Antihafbeschichtungen, Brennstoffzellen, Farbstoffen, Flüssigkristallen, Blutersatzstoffen und in jedem zweiten Wirkstoff, der für die Humanmedizin zu-

gelassen wird. Krossing will mit neuen Fluorverbindungen die Leistung von Batterien und Akkus steigern. Andere fluorhaltige Substanzen sollen industrielle Herstellungsprozesse verbessern und umweltfreundlicher machen.

„Ich sehe mich als Grundlagenforscher“, sagt Krossing dennoch. Der Wissenschaftler, der im Vorstand der Arbeitsgemeinschaft Fluorchemie der Gesellschaft Deutscher Chemiker sitzt, möchte Ursachen ergründen, Hintergründe verstehen und chemisches Neuland betreten. „Es

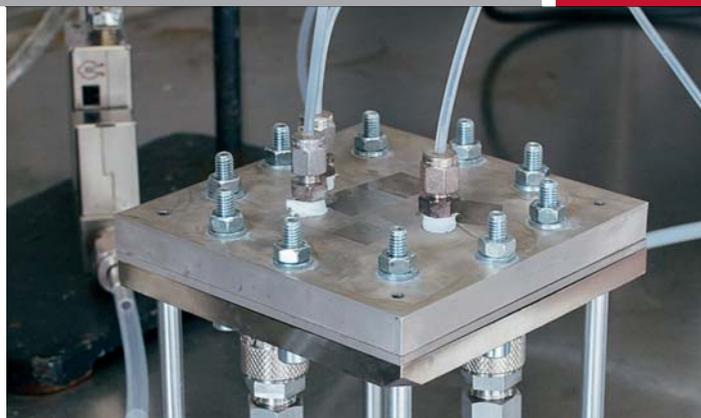
reicht aber nicht, solche Ergebnisse nur zu publizieren. Wir müssen zusehen, dass sie verwendet werden.“ Besonders eindrucksvoll ist ihm der Spagat zwischen Grundlagenforschung und Anwendung bei schwach koordinierenden Anionen gelungen. Seine „herausragenden Leistungen bei Synthese und Anwendung“ wurden mit dem Otto-Klung-Weberbank-Preis belohnt. Krossings Forschungsergebnisse zu Anionen sind einerseits so grundlegend, dass sie mittlerweile in Chemielehrbüchern stehen, und haben andererseits das Potenzial, das Innenleben von Akkus für Hybridautos, Handys und Tablet-PCs maßgeblich zu bereichern. „Für die überlegen wir uns noch bessere Leitsalze und Hilfsstoffe“, sagt Krossing, der in Zusammenarbeit mit dem Chemiekonzern BASF ein Batterielabor aufgebaut hat.

Anionen mit Teflon überziehen

Salze bestehen aus Ionen. So bezeichnen Chemikerinnen und Chemiker elektrisch geladene Atome oder Moleküle. Anionen sind immer negativ geladen: Sie besitzen überschüssige Elektronen, die negative Ladungen tragen. Kationen sind positiv geladen, weil ihnen Elektronen fehlen. Beide Typen werden freigesetzt, wenn Salzkristalle aufbrechen. Bei herkömmlichen Salzen wie Kochsalz sind dazu ein Lösungsmittel – häufig ist das Wasser – und oft Energie nötig: Der Lösungsvorgang entzieht dem Wasser Wärme. Doch moderne Salze brauchen kein Lösungsmittel und weniger Energie. Ihre Kristallgitter zerbrechen häufig schon bei Raumtemperatur von allein. Die Salze werden flüssig und heißen dann ionische Flüssigkeiten. Mit ihnen beschäftigt sich Krossing: „In unseren Standardanionen sind 36 der 57 Atome Fluor.“

„Fluor ist das reaktivste Element, das herumläuft“

Das hat seinen Sinn. Ionische Flüssigkeiten sind Elektrolyte, sie können also Strom leiten. Wenn Batterien und Akkus Strom liefern, geben Anionen am positiven Pol Ladung in Form von Elektronen ab. Zum Ausgleich der Ladungsverhältnisse muss für jedes abgegebene Elektron je ein Kation an den anderen, negativen Pol wandern. „Diese Bewegung ist für die Geschwindigkeit limitierend“, erklärt Krossing. Auf ihrer Wanderung durch die ionische Flüssigkeit begegnen Kationen ständig Anionen. Wie Magnete ziehen sich die gegensätzlich geladenen Teilchen



an. Die Kationen bleiben quasi laufend „kleben“, sie werden gebremst. „Deshalb muss diese Wechselwirkung möglichst gering sein“, erklärt Krossing. Er hat Anionen mit einer Schicht aus fluorreichem Polytetrafluorethylen überzogen, das eher als Teflon bekannt ist. Es dämpft die negative Ladung. Die Anionen werden schwach koordinierend und weniger „klebrig“ für Kationen.

Vorhersagen am Computer treffen

Doch Leitsalze müssen mehr können als Strom leiten. Auf bis zu 80 Grad heizen sich Akkus auf, wenn Autos in der Sonne stehen. „Viele Standardelektrolyte halten nur Temperaturen von 50 bis 60 Grad aus“, erzählt Krossing. Wenn seine 30-köpfige Gruppe neue Verbindungen entwickelt, spielen die Forscherinnen und Forscher zunächst am Rechner virtuell durch, was sich tun wird, wenn sie Fluor an eine Substanz koppeln. „Mit der Computerchemie können wir vorhersagen, welche Richtung die Eigenschaften einschlagen.“ Mehr als 90 Prozent der Prognosen zu Zähflüssigkeit, Leitfähigkeit, Dichte, Schmelzpunkt und anderen Parametern treffen zu. Um letzte Unsicherheiten auszuräumen, sind am Ende reale Versuche nötig, aber viel weniger als früher. Dadurch sinken Zeitaufwand, Kosten für Chemikalien und Abfallmengen, was für Forscher, Budget und Natur gleichermaßen erfreulich ist: Ein Kooperationspartner Krossings ist die Deutsche Bundesstiftung Umwelt.

An seinem Institut hat Krossing ein spezielles Fluorlabor eingerichtet. Dort sind Experimente mit Fluorkonzentrationen von bis zu 100 Prozent möglich. Den Sicherheitsbereich dürfen allerdings nur Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter betreten, die im Umgang mit dem ebenso vielseitigen wie heiklen Element geschult sind: Die Reinform, elementares Fluorgas, ist giftig. Gleiches gilt für die starke Säure Fluorwasserstoff, auch als

Fluor ist vielseitig einsetzbar: Es steckt beispielsweise in Akkus und Batterien, aber auch in Zahnpasta und in jedem zweiten Wirkstoff, der für die Humanmedizin zugelassen wird.

Fotos: Oleksiy Mark, Dreaming Andy, WoGi, by-studio (alle Fotolia)

Flusssäure bekannt. Sie entsteht bei vielen Reaktionen von Fluorverbindungen. „Wenn Sie sich eine Hautstelle von zehn mal zehn Zentimetern mit Fluorwasserstoff verätzen und sich nicht behandeln lassen, sind Sie nach drei Tagen tot“, sagt Krossing. Verätzt Flusssäure Glas, wird dessen Oberfläche schön matt, was etwa bei Sekflaschen beliebt ist. Andere Fluorverbindungen schädigen die Ozonschicht, verstärken den Treibhauseffekt oder setzen extrem giftige Substanzen frei, sobald sie in Brand geraten. Nicht zuletzt neigt der chemische Temperamentsbolzen zu heftigen Reaktionen. Darum schlagen Sensoren sofort optisch und akustisch Alarm, falls doch einmal Fluor oder Fluorwasserstoff austreten sollte. „Wir haben das Fluorlabor nach den neusten Sicherheitsrichtlinien aufgebaut“, hebt Krossing hervor. Parallel arbeitet er gemeinsam mit Prof. Dr. Peter Woias, Professur für die Konstruktion von Mikrosystemen am Institut für Mikrosystemtechnik der Universität Freiburg, an Mikroreaktoren. Das sind zweimal zwei Zentimeter große Chips mit winzigen Vertiefungen für chemische Reaktionen.

Partner in der Wirtschaft

Das Ziel aller Experimente sind frische Fluorverbindungen, mit denen Lithium-Ionen-Batterien länger leben, bessere Anionen und Kationen, neue Initiatoren und Katalysatoren. Letztere starten Reaktionen oder treiben sie an – bei der industriellen Herstellung von Kunststoffen, Schmiermitteln, Farbstoffen, Beschichtungen und anderen Produkten. Krossing hat einige derartige Prozesse verbessert und ihren ökologischen Fußabdruck verkleinert. Zu seinen vielen Partnern zählen die



Chemiekonzerne Solvay, Merck, das Medizin- und Sicherheitstechnikunternehmen Dräger und IoLiTec, ein Start-up, das 2002 im Start-up-Labor des Bio-TechParks Freiburg loslegte und ionische Flüssigkeiten herstellt. Krossing verfügt über einen der begehrten Advanced Grants des Europäischen Forschungsrats; die Finanzierung läuft noch bis 2017. Die „Protoelektrische Potenzialkarte“, deren Erstellung er mit einem Teil des Geldes finanziert hat, sorgte in Fachkreisen für Aufsehen.

Zudem hofft Krossing, neue Fluorierungsmethoden zu entdecken – auch des Wissens wegen: Seine größten Forscherträume bewegen sich abseits der Anwendung. „Ich will über chemische Grenzen hinausgehen“, sagt er. Ihm schweben gänzlich neuartige Verbindungen vor. Im Projekt „Antisalze“, das die Deutsche Forschungsgemeinschaft fördert, möchte er erstmals Kationen mit Teflon verpacken. Auch reizt es Krossing, woanders bislang Unmögliches zu schaffen. „Fluor ist das reaktivste Element, das herumläuft“, sagt er: Nahezu alle Elemente und Substanzen gehen Bindungen mit Fluor ein. Einzig die Edelgase Helium und Neon verweigern sich. Diesen Zustand würde Ingo Krossing gern beenden. Klingt nobelpreisverdächtig? Die Vorzeichen stehen gut: Fünf der Otto-Klung-Weberbank-Preisträger vor ihm erhielten später erfreuliche Anrufe vom norwegischen Preiskomitee.

<http://portal.uni-freiburg.de/molchem/research/f2-lab>



Prof. Dr. Ingo Krossing ist seit 2006 Direktor des Instituts für Anorganische und Analytische Chemie der Universität Freiburg. Dorthin kam er nach Forschungs- und Lehraufenthalten in Kanada, Karlsruhe und Lausanne/Schweiz. Davor studierte er in München Chemie. Schon während er seine Doktorarbeit und Habilitation verfasste, erhielt er Stipendien, und seine Forschung wurde mehrfach mit Preisen bedacht. Krossing ist unter anderem stellvertretender Vorstand der Wöhler-Vereinigung für Anorganische Chemie, seit 2011 wissenschaftlicher Leiter der Freiburg Academy of Science and Technology (FAST) und war Fellow am Freiburg Institute for Advanced Studies (FRIAS). Im Mittelpunkt seiner Forschungsinteressen stehen ionische Systeme einschließlich schwach koordinierender Anionen.

Foto: Sandra Meyndt

Zum Weiterlesen

Radtke, V./Himmel, D./Pütz, K./Goll, S. K./Krossing, I. (2014): The protoelectric potential map (PPM): an absolute two-dimensional chemical potential scale for a global understanding of chemistry. In: Chemistry – A European Journal 20/15, S. 4194–4211. DOI: 10.1002/chem.201302473

Hill, M./Baron, P./Cobry, K./Goll, S. K./Lang, P./Knapp, C./Scherer, H./Woias, P./Zhang, P. C./Krossing, I. (2013): Direct fluorination of cyclic carbonates and closo-K₂[B₁₂H₁₂] in a slug-flow ministructured reactor. In: ChemPlusChem 78/4, S. 292–301. DOI: 10.1002/cplu.201200267

Lang, P./Hill, M./Krossing, I./Woias, P. (2012): Multiphase minireactor system for direct fluorination of ethylene carbonate. In: Chemical Engineering Journal 179/1, S. 330–337. DOI: 10.1016/j.cej.2011.11.015

Impressum

uni'wissen, das Forschungsmagazin
der Universität Freiburg, erscheint zweimal jährlich.

Herausgeber

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg,
der Rektor, Prof. Dr. Hans-Jochen Schiewer

Verantwortlich für den Inhalt

Rudolf-Werner Dreier,
Leiter Öffentlichkeitsarbeit und Beziehungsmanagement

Wissenschaftlicher Beirat

Prof. Dr. Jürgen Bauhus, Forstwissenschaften
Prof. Dr. Ralf von den Hoff, Archäologie
Prof. Dr. Gunther Neuhaus, Prorektor für Forschung, Biologie
Prof. Dr. Sabine Rospert, Medizin
Prof. Dr. Margit Zacharias, Prorektorin für Innovation
und Technologietransfer, Mikrosystemtechnik

Redaktion

Nicolas Scherger (verantwortlicher Redakteur),
Rimma Gerenstein, Katrin Albaum

Anschrift der Redaktion

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Albert-Ludwigs-Universität
Fahnenbergplatz, 79085 Freiburg
Telefon 0761/203-4301
Fax 0761/203-4278
E-Mail uniwissen@pr.uni-freiburg.de

Auflage

9.000 Exemplare

Gestaltung, Layout

Kathrin Jachmann

Foto Titelseite:

Kurhan, olly (beide Fotolia),
Fotomontage Titel: Kathrin Jachmann

Anzeigen

Gregor Kroschel
Telefon 0761/203-4986
gregor.kroschel@zv.uni-freiburg.de

Druck und Herstellung

Hofmann Druck, Emmendingen

Vertrieb

Stabsstelle Öffentlichkeitsarbeit und
Beziehungsmanagement

Jahresabonnement

Euro 6,-
Für Mitglieder der Universität ist der Bezug
von uni'wissen kostenlos.

ISSN 2194-8054

© Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion. Namentlich gekennzeichnete Artikel geben nicht unbedingt die Meinung des Verlags oder der Redaktion wieder. Die Redaktion behält sich vor, eingesandte Artikel zu redigieren und zu kürzen.



uni'wissen erscheint online unter
www.wissen.uni-freiburg.de

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Albert-Ludwigs-Universität
Fahnenbergplatz, 79098 Freiburg
Telefon 0761/203-4301
Fax 0761/203-4278
E-Mail uniwissen@pr.uni-freiburg.de
www.wissen.uni-freiburg.de