

Nachhaltige Werkstoffe



Sie machen E-Autos leichter:
Faserverbundmaterialien



Schnellere Ladezeit: Wie funktionieren umweltfreundliche Batterien? > Seite 20



Politischer Protest: Welchen Einfluss haben Medienbilder auf Emotionen? > Seite 32



Transkulturelles Konzept: Wie erweitert Forschung im Team den eigenen Blickwinkel? > Seite 40



Neue
Produkte im
Sortiment

uni[!]shop

Produkte finden Sie im Online-Shop: www.shop.uni-freiburg.de
und in den Buchhandlungen Rombach und Walthari

Inhalt

Forschung

Molekularer Klebstoff 4

Eine neuartige chemische Beschichtung erhöht die Stabilität von Faserverbundmaterialien

Schriftdenkmal der Erinnerung 8

Die Edition von rund 5.000 Quellen in 16 Bänden gibt Einblick in die Verfolgung und Ermordung europäischer Juden

Gedacht, getan 12

Wie Mensch-Maschine-Schnittstellen traditionelle Konzepte des Handelns erschüttern

Profit schlagen aus dem Niemandsland 16

Staaten und Unternehmen wollen an genetischen Ressourcen der Tiefsee verdienen – wie verträgt sich das mit dem Völkerrecht?

Umweltfreundliche Batterien 20

Keine Schwermetalle, schnellere Ladezeit, längere Haltbarkeit: Eine Freiburger Chemikerin entwickelt neuartige Akkus

Antiker Neubau 24

Ein römisches Streifenhaus als lebendiger Ort der Geschichtsvermittlung

Berechenbare Fließwege 28

Dank der Software eines Freiburger Start-ups lässt sich das Verhalten von Flüssigkeiten bis zum letzten Tropfen simulieren

Das Bild im Fokus 32

Eine Studie untersucht, wie sich Medienbilder auf die Bereitschaft zum politischen Protest auswirken

Das ATLAS-Phantom 36

Zwei Freiburger Physiker suchen nach dem Teilchen, aus dem Dunkle Materie besteht

Lehre

Besser nicht allein im Feld 40

Transkulturelle Teams in der Ethnologie bereiten Studierende auf Kooperation in der Arbeitswelt vor

Seminarrückblick mit rotem Faden 44

Anhand von E-Portfolios können Lehrende die Reflexionskompetenzen ihrer Studierenden bewerten

Die erstaunliche Konferenz 48

Eine Zusammenarbeit mit dem Literaturhaus eröffnet Studierenden der Germanistik neue Zugänge zu Texten



Molekularer Klebstoff

Eine neuartige chemische Beschichtung
erhöht die Stabilität von Faserverbundmaterialien

von Nicolas Scherger

Prothesen, Tennisschläger, Autos, Windräder: Bei vielen Produkten, die leicht und zugleich stabil sein sollen, geht der Trend hin zu Faserverbundmaterialien. Diese bestehen aus einem Kunststoff, der so genannten Matrix, und besonders festen Fasern, etwa aus Kohlenstoff, Zellulose oder Glas. Die Matrix umhüllt die Fasern, wodurch ein robustes Verbundmaterial entsteht. Doch die Grenzfläche zwischen den beiden Komponenten stellt eine Schwachstelle dar, an der das Material am ehesten bricht, wenn es über die Belastungsgrenze hinaus beansprucht wird. Ein Projekt am „Leistungszentrum Nachhaltigkeit“, das von der Albert-Ludwigs-Universität und den fünf Freiburger Fraunhofer-Instituten gemeinsam gestartet wurde, will Abhilfe schaffen: mithilfe einer neuartigen chemischen Beschichtung, entwickelt von Jürgen Rühle, Professor für die Chemie und

Physik von Grenzflächen am Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK) der Universität Freiburg. Kooperationspartner ist die Arbeitsgruppe von Privatdozent Dr. Jörg Hohe am Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik (IWM). Das Team will einen stabileren Verbund erreichen und die Nachhaltigkeit der eingesetzten Materialien verbessern.

„Leichtere Fahrzeuge haben eine
deutlich höhere Reichweite“

Ob im Windradflügel, der Böen standhalten muss, im Fahrradrahmen, der Erschütterungen auf unebenen Wegen ausgesetzt ist, oder im Tennisschläger, der gegen den Ball drischt: Wirkt

Vielseitig einsetzbar: Faserverbundmaterialien sind leichte und zugleich feste Werkstoffe, die sich für eine breite Produktpalette eignen.

Fotos: tiero/Fotolia, Michael Rosskothen/Fotolia, pattilabelle/Fotolia, Montage: Jürgen Oschwald

eine große Kraft auf ein Material, kann sie darin mikroskopisch kleine Risse hervorrufen. Diese Risse können sich bei weiterer Belastung immer weiter entwickeln, sodass das Material schließlich zerbricht. Um dies zu vermeiden, lassen sich Kunststoffe mit hochfesten Fasern verstärken. Trifft nun ein Riss auf eine derartige stabile, in den Kunststoff eingebettete Faser, wird die Kraft quer zur ursprünglichen Richtung abgelenkt und auf ein größeres Volumen verteilt. „Die Energie, die in den Werkstoff hineinkommt, verteilt sich, die Kraft an der Spitze des Risses wird schwächer, ein Bruch wird verhindert“, erklärt Rühle. Die Fasern, die dies bewirken, haben nur einen Durchmesser von etwa zehn Mikrometern, was einem Zehntel eines menschlichen Haares entspricht. Bei Kurzfasermaterialien liegen viele einzelne Fasern von etwa 200 Mikrometer Länge kreuz und quer im Kunststoff. „Eine solche Anordnung ist sinnvoll, wenn die Kraft, die auf das Material einwirkt, aus verschiedenen Richtungen kommen kann“, sagt Rühle. Ist die Krafrichtung dagegen mehr oder weniger konstant, eignen sich Langfasermaterialien: In ihnen können die Fasern mehrere Zentimeter lang sein, zu einer Matte geflochten und senkrecht zur Belastungsrichtung angeordnet werden.

Dennoch bleibt eine Schwachstelle: Bei herkömmlichen Faserverbundwerkstoffen umschließt der Kunststoff die Fasern, und die beiden Materialien haften nur durch physikalische Wechselwirkung aneinander. Daher bietet die Grenzfläche zwischen ihnen, also ausgerechnet die Stelle, an der bei Materialbelastung die eingehende Kraft umgelenkt wird, einen Angriffspunkt für Brüche. Das Ziel bestehe also darin, die Haftfestigkeit zu erhöhen, betont Rühle: „Wir haben dafür einen molekularen Klebstoff entwickelt, der eine chemische Bindung von der Faser zur Matrix bewirkt.“ Um diese Art von Bindung aufzubrechen, ist wesentlich mehr Kraft nötig – der Verbundwerkstoff kann Belastungen besser standhalten.

Vollkommene Vernetzung

Rühes Klebstoffbeschichtung ist nur etwa zehn Nanometer dick, was etwa einem Zehntausendstel eines menschlichen Haares entspricht. Sie

besteht aus Kunststoffmolekülen mit reaktionsfreudigen Gruppen, die an das erste andere Molekül, auf das sie treffen, chemisch binden – allerdings erst, nachdem sie mittels Wärme oder Licht aktiviert wurden. Also braucht es drei Schritte: „Wir überziehen die Fasern mit der Beschichtung, umhüllen sie dann mit Kunststoff und aktivieren schließlich die reaktionsfreudigen Gruppen“, erklärt Rühle. Das Resultat ist die vollkommene Vernetzung: Die aktivierten Gruppen gehen chemische Bindungen mit Molekülen innerhalb der Beschichtung, an der Faseroberfläche und an der Matrixoberfläche ein. „Die Faser bekommt eine Art Tarnkappe – die Beschichtung sieht für den Kunststoff genauso aus wie der Kunststoff selbst, und die Bindungen zwischen beiden sind genauso stabil wie diejenigen innerhalb der Matrix.“

Das neuartige Verfahren hat einen weiteren Vorteil: Wird ein schmelzbarer oder löslicher Kunststoff verwendet, ist es möglich, ihn wieder sauber von den Fasern zu trennen und diese zu recyceln. Die nächste Beschichtung wird dann einfach über die alte aufgetragen und vernetzt sich mit dieser wiederum über chemische Bindungen. „Das ist ein bisschen wie bei Bohnerwachs, das man aufträgt, wenn Parkett stumpf geworden ist: Die Schicht wächst zwar im Laufe der Zeit an, aber da sie bei unseren Fasern molekular dünn ist, spielt das im Verhältnis zur Gesamtabmessung der Faser keine Rolle.“ Die Faser kann anschließend in eine neue Matrix eingebettet werden, wohingegen sich der abgelöste Kunststoff wieder neu verarbeiten lässt.

Um herauszufinden, welche Kombinationen von Fasern, Kunststoffen und Beschichtungen die leistungsfähigsten Werkstoffe hervorbringen, kooperiert Rühle mit dem Freiburger Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik. Dort untersucht ein Team zunächst die Eigenschaften von einzelnen beschichteten Fasern – etwa, wie gleichmäßig die Beschichtung aufgetragen ist und wie gut sie haftet. Dann folgen Experimente an einzelnen Fasern, bei denen die Matrix durch einen einzigen Kunststoffropfen dargestellt wird. Die Forscherinnen und Forscher wollen dadurch beispielsweise klären: Wann kommt es zum



*Geringeres Gewicht durch neue Kombinationen von Fasern, Kunststoffen und Beschichtungen:
Dadurch sparen Flugzeuge Treibstoff und Elektroautos erhöhen ihre Reichweite.*

Foto: tiero/Fotolia, aapsky/Fotolia, Michael Flippo/Fotolia

Bruch, wenn Kräfte auf den Tropfen einwirken, und wie sieht die Bruchfläche aus? Drittens stellt das Team Proben der Verbundwerkstoffe, die viele Fasern enthalten, her und beobachtet, wie sich die Materialien bei Belastung verhalten. „So sehen wir auf unterschiedlichen Ebenen, an welchen Stellen wir ansetzen müssen, um die Performance des Werkstoffs zu verbessern“, fasst Rühle zusammen. Erste Kombinationen, die eine hohe Leistungsfähigkeit ermöglichen, sind bereits identifiziert und reif für die Anwendung.

Nachhaltige Werkstoffe

Die Faserverbundwerkstoffe aus dem Forschungsprojekt sind damit unter mehreren Gesichtspunkten nachhaltig: Sie lassen sich recyceln, ermöglichen aufgrund ihrer verbesserten Eigenschaften, die gewünschte Leistungsfähigkeit eines Produkts mit geringerem Materialeinsatz zu erzielen – und wenn sie dazu beitragen, das Gewicht von Autos oder Flugzeugen zu reduzieren, helfen sie, Treibstoff zu sparen. Besonders interessant sind die Werkstoffe im Hinblick auf die Elektromobilität, sagt Rühle: „Leichtere Fahrzeuge haben eine deutlich höhere Reichweite. Es wäre beispielsweise ein großer Schritt, die Achse eines Autos aus einem Faserverbundwerkstoff

herzustellen – eine aus Eisen wiegt zehnmal so viel.“ Auch für die Stromerzeugung können die Materialien eine wichtige Rolle spielen: Je leichter der Flügel eines Windrads ist, desto höher fällt die Energieernte aus, weil weniger Wind nötig ist, um es anzutreiben.

„Die Faser bekommt eine Art Tarnkappe“

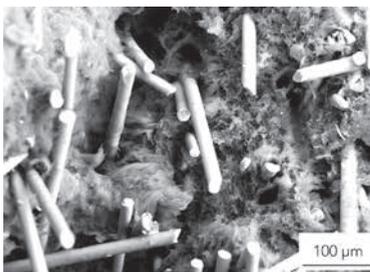
Die neuartige Beschichtung sei allerdings nicht nur für Faserverbundwerkstoffe geeignet, betont Rühle. „Wir wollen ein chemisches Werkzeug bereitstellen, das vielfältige Materialien miteinander verbinden kann.“ Gleichzeitig freut er sich über die Chance, den molekularen Klebstoff im Leichtbau einzusetzen und somit nachhaltigere Produkte zu ermöglichen: „Es ist diese Anwendungsperspektive, die unsere Zusammenarbeit mit den Kolleginnen und Kollegen des Fraunhofer-Instituts im ‚Leistungszentrum Nachhaltigkeit‘ so attraktiv macht.“

www.leistungszentrum-nachhaltigkeit.de/pilotprojekte/leichtbau



Prof. Dr. Jürgen Rühle hat Chemie in Münster und Mainz studiert und wurde 1989 an der Universität Mainz mit einer Arbeit über elektrisch leitende Polymere promoviert. Anschließend befasste er sich bei IBM in San José/USA mit ultradünnen Beschichtungen. 1991 begann er mit seiner Forschung an Polymeroberflächen – zunächst an der Universität Bayreuth, an der er 1995 habilitiert wurde, und später am Max-Planck-Institut für Polymerforschung in Mainz. Seit 1999 ist Rühle Professor für die Chemie und Physik von Grenzflächen am Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK) der Universität Freiburg. Zudem war er einer der Gründungsdirektoren des Freiburg Institute for Advanced Studies (FRIAS) und von 2006 bis 2014 Prorektor für Internationalisierung und Technologietransfer der Albert-Ludwigs-Universität.

Foto: Klaus Polkowski



Bruchstelle eines langfaserverstärkten Kunststoffs: Die Forscher beobachten bei Experimenten, wie sich die Verbundmaterialien bei Belastung verhalten.

Foto: Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik

Zum Weiterlesen

Prucker, O./Brandstetter, T./Rühle, J. (2018): Surface-attached hydrogel coatings via C,H-insertion crosslinking for biomedical and bioanalytical applications (Review). In: *Biointerphases* 2018, 13, 010801. doi: 10.1116/1.4999786
<https://avs.scitation.org/doi/10.1116/1.4999786>

Kotrade, P./Rühle, J. (2017): Malonic acid diazo esters for C,H - insertion crosslinking (CHic) reactions: A versatile and powerful tool for the generation of tailor made surfaces. In: *Angewandte Chemie Intl. Ed.* 2017, 56, 14405–14410. doi: 10.1002/anie.201704486
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/anie.201704486>

AVK – Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe (Hrsg.)(2014): *Handbuch Faserverbundkunststoffe/Composites. Grundlagen, Verarbeitung, Anwendungen.* Wiesbaden.

ouew
 X kasetale
 [Po] killen dntack
 8
 nablungli sig
 grup.
 Nawegzalisimig beer
 Bef. sig zebtak
 i zasbanawans
 szcznosé z pora
 foniczne. Nie o
 moisie. W wielki
 rabrane & gelysim

DOK. 227

Das Kommando der Jüdischen Kampforganisation berichtet am 19. April 1943 über den Beginn des Aufstands im Warschauer Getto¹

Meldung der Jüdischen Kampforganisation, Warschau, nach dem 19.4.1943 (Abschrift)

[...]² [Nach]³ einigen Tagen stießen die von uns entsandten Spähtrupps auf Patrouillen anderer Gruppen von den Unsrigen. Wir konnten Verbindung herstellen. Das Kommando der Kampforg[anisation] versammelte sich in vollständiger Besetzung, und man beriet die Lage. Die Kommunikation mit der Welt außerhalb des Gettos war nur per Telefon möglich. Man konnte nicht über alles reden. Am Karfreitag⁴ wurden uns die Telefone bereits weggenommen, und als wir versuchten, unseren eigenen Telefonapparat an die Dose im Hof anzuschließen, stellte sich heraus, dass der Strom abgestellt war. Den Erzählungen der Gruppenführer zufolge verlief der Kampfeinsatz wie folgt: [Um]⁵ 5.35 [Uhr], als die erste SS-Kolonnie über die Nalewki-Straße von der Vorderseite des Hauses Nr. 33 ins Getto einmarschierte, wurde sie mit Bomben, Granaten und Brandflaschen angegriffen. Es fielen einige Gewehrschüsse. Die Deutschen bargen schnell Verletzte und Tote und zogen sich aus dem Getto zurück. Aus diesem Haus fielen einige Gewehrschüsse in Richtung Wache an der Nalewki- und Świętojska-Straße: Es wurden zwei Treffer beobachtet. Dieser Kolonne war offenbar die Aufgabe gestellt worden, die Miła-Straße zu besetzen, die bei den Deutschen seit längerem als Zentrum des Widerstands galt. Gegen 7 Uhr wurde in demselben Abschnitt eine SS-Kolonnie auf die gleiche Weise zerschlagen. Um den Rückweg zu sichern, zündeten wir mit einigen Flaschen das Haus an der Ecke Gęsia-Straße 2/4 und Nalewki-Straße 37-31 an,⁶ das voll mit leicht brennbarem Material war: Im Erdgeschoss lagerten [...]⁷ Ma[tratz]en und Schlafsof[as].⁸ Die Gruppen zogen sich zurück, nachdem sie alle Bomben, Granaten und Brandflaschen aufgebraucht hatten. Die Revolver aber wurden im Kampf nicht eingesetzt.

Schriftdenkmal der Erinnerung

Die Edition von rund 5.000 Quellen in 16 Bänden gibt Einblick in die Verfolgung und Ermordung europäischer Juden

von Eva Opitz

oderw.
 kaw
 karli
 [O] 535 - gely
 33 wmasre rowa
 Nalewki - z fra
 Te. zaatakowane

Rund 5.000 bisher unveröffentlichte Quellen zur Verfolgung und Ermordung der europäischen Juden sind nun zugänglich: So auch dieser Bericht des Kampfkommandos der jüdischen Aufständischen über den Beginn des Aufstands vom 19. April 1943 – zuerst im Original handschriftlich, dann in gedruckter Form.

Foto: AZIN/Warschau, VEJ, Bd. 9, Dok. 227

„Wir wollen keine Erinnerungsliteratur, damit der Charakter der Authentizität gewahrt bleibt“

Was mit den Worten „Liebe Rosa, liebe Kinder und kleine Inga“ beginnt, könnte ein Postkartengruß an die Familie sein, wenn es die grausame Geschichte des Holocaust nicht anders entschieden hätte. Auf die liebevolle Anrede folgt die Schilderung der abenteuerlichen Flucht des Vaters Marc Lester am 16. Oktober 1943 vor der Gestapo nach Schweden. Der persönliche Brief ist Teil einer 16-bändigen Quellensammlung zur „Verfolgung und Ermordung der europäischen Juden durch das Nationalsozialistische Deutschland 1933–1945“ (VEJ). Jeder Band umfasst an die 300 Quellen, die meisten davon bislang unveröffentlicht: Briefe der Opfer, Berichte von Täterinnen und Tätern sowie Zeuginnen und Zeugen, Verordnungen, Befehle und Tagebücher. Mit der Edition ist eine umfangreiche Archivarbeit verbunden, die die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in mehr als 20 Länder führte. Bisher sind 11 der 16 Bände erschienen.

Der Anstoß, diese Mammutaufgabe anzugehen, kam von Prof. Dr. Ulrich Herbert, Historiker an der Albert-Ludwigs-Universität, und dem Berliner Geschichtswissenschaftler Dr. Götz Aly. „Die intensive empirische Erforschung des Massenmords an den Juden hat erst Ende der 1980er Jahre eingesetzt“, sagt Herbert. Bis dahin hätten selbst gut informierte Schwierigkeiten gehabt, das ganze Ausmaß des europaweiten Mordens zu erkennen. So sei beispielsweise kaum bekannt gewesen, dass der Anteil der deutschen Juden an den Mordopfern nur bei etwa zwei Prozent lag. Für weitere Forschungen bedurfte es einer breiten dokumentarischen Grundlage. Hier lag der Ansatz des Projekts.

Kooperation mit Yad Vashem

Den Anfang der neuen Edition machte zu Beginn des Jahres 2000 zunächst eine Vorstudie, um abzuklären, ob die Aufgabe überhaupt zu bewältigen wäre. „Wir dachten zuerst an drei oder vier Taschenbücher“, so der Wissenschaftler. Relativ schnell sei ihnen jedoch klar geworden, dass eine gigantische Aufgabe vor ihnen lag,

auch wenn der Zugang zu den Archiven in Osteuropa teilweise einfacher geworden sei. Daraufhin fand sich ein Kreis von acht Herausgeberinnen und Herausgebern zusammen. „Diese Arbeit hat mit einer normalen Herausgeberschaft wenig zu tun“, sagt Herbert. Er und die anderen Herausgeber seien stark an der Projektarbeit beteiligt. Finanziell gefördert wird die Edition von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), und herausgegeben wird sie im Auftrag des Bundesarchivs, des Instituts für Zeitgeschichte und des Lehrstuhls für Neuere und Neueste Geschichte der Universität Freiburg. „Die VEJ ist zurzeit das größte geisteswissenschaftliche Langzeitprojekt der DFG“, erklärt Herbert. „2019 wird der letzte Band der deutschen Edition ausgeliefert.“ Die sich anschließende Übersetzung aller Texte aus den Originalsprachen ins Englische soll circa 2025 abgeschlossen sein und erfolgt in Kooperation mit Yad Vashem, der Holocaust-Gedenkstätte in Jerusalem.

Im ersten Band, der den Titel „Deutsches Reich 1933–1937“ trägt, legten die Herausgeber die Editionsprinzipien fest. Sie klärten, welche Dokumente aufgenommen werden sollten, und beschlossen, keine Quellen aus der Zeit nach dem 8. Mai 1945 zu veröffentlichen. „Wir wollen keine Erinnerungsliteratur, damit der Charakter der Authentizität gewahrt bleibt“, erklärt Herbert. Entschieden werden musste zudem, wie viele Dokumente pro Land aufgenommen werden. „Wir sind von der Zahl der Juden ausgegangen, die vor Beginn der Verfolgung in dem jeweiligen Land gelebt haben“, so Herbert. Deshalb behandeln drei Bände die Massenmorde in der Sowjetunion und nur ein kleiner Teil eines Bandes die Situation in Dänemark. Die weit überwiegende Zahl der Texte, etwa 70 Prozent, wurden aus 22 anderen Sprachen übersetzt.

Mühsame Quellensuche

Ein enormer Aufwand, so Herbert, sei betrieben worden, um die Quellen zu kommentieren und die Biografien aller handelnden Personen,



~ Ein Stoßtrupp. ~

Archiwum
Główny Instytut Żydowski
Zbiórki Niem. w Polsce
Dok. N. 11/1022-100-400

Ein Stoßtrupp der deutschen Verbände kontrolliert im brennenden Warschauer Ghetto: Für jeden Toten gebe es ja einen Täter, betont der Historiker. Foto: IPN, Warschau

„Viele dieser Dokumente sind kaum erträglich“

Opfer wie Täter, so weit wie möglich zu recherchieren – insgesamt wohl mehr als 9000. Dadurch träten die Personen aus der Anonymität heraus und erhielten ein Gesicht, ein Leben. Eine weitere Festlegung betraf das Verhältnis von Dokumenten von beziehungsweise zu Tätern, Opfern und „Dritten“, also Zuschauerinnen und Zuschauern, ausländischen Berichterstatte(r)innen und Berichterstatte(r)ern oder internationalen Institutionen. Ein Verhältnis von 1:1:1 habe sich als nicht darstellbar herausgestellt, sodass eher eine Relation von 2:2:1 entstanden sei. Zudem sei die Suche nach Texten gelegentlich mühselig gewesen. „In Albanien zum Beispiel war es sehr schwer, Quellen aus dem Bereich der Opfer zu finden“, sagt der Historiker. Insgesamt aber seien die europäischen Archive voll von direkten und indirekten Zeugnissen des Judenmords.

Für die Arbeit an den einzelnen Bänden waren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verantwortlich, die bereits zu diesen Ländern geforscht hatten und die jeweilige Sprache beherrschten. Der für die Bände über Polen zuständige

Forscher hielt sich fast zwei Jahre in Polen auf, um ein Archiv nach dem anderen aufzusuchen. Er erstellte pro Band für etwa 500 Quellen eine Übersicht mit kurzen Inhaltsangaben, sodass die Hausgeber rund 350 Texte auswählen konnten, die ins Deutsche übersetzt werden sollten. Davon flossen 300 nach einem weiteren Prüfungsprozess in den Band ein. „Wir wollen alle wichtigen Quellen berücksichtigen und dabei den Anteil der bisher nicht veröffentlichten Texte hoch halten“, sagt Herbert. Im Durchschnitt seien etwa 70 Prozent der Quellen bisher nicht publiziert worden. Bei dem Projekt gehe es jedoch nicht darum, eine bestimmte Forschungslücke zu schließen oder eine These zu verfolgen, betont der Historiker. Die Bände lieferten vielmehr Grundlagen und Anregungen für weitere Forschungen.

Erinnerung an die Getöteten

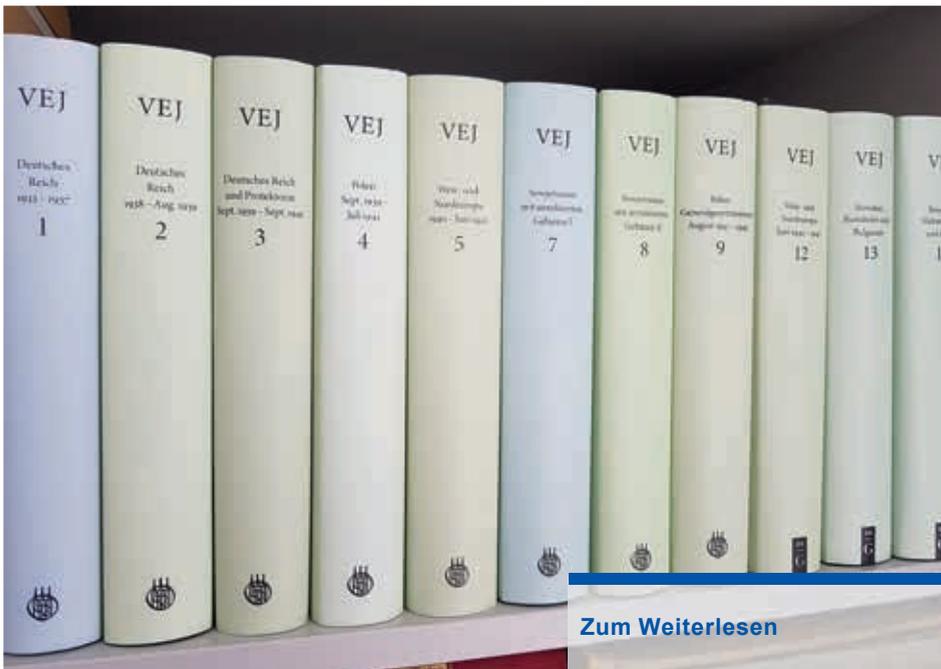
„Viele dieser Dokumente sind kaum erträglich“, sagt Herbert – etwa der Bericht einer Ärztin über das Leben im Getto Minsk und die Morde an den Gettobewohnern oder die hastig geschriebenen und in Ritzen der Güterwaggons versteckten

Zettel, auf denen nichts anderes gestanden habe als „Wir sind im Zug und wissen nicht wohin“. Die Herausgeber, so Herbert, würden alle schon lange über den Judenmord arbeiten. „Angesichts der Dokumente herrschte trotzdem oft nichts als Schweigen.“ Die Quellen zeigen auf drastische Weise, dass weit mehr als die Hälfte der sechs Millionen ermordeten Juden eben nicht in abgeschirmten Vernichtungslagern, sondern auf herkömmliche Weise durch Erschlagen, Erschießen, Erwürgen, Ertränken, Ersticken oder Aufhängen ums Leben gekommen sind. Mit dem Holocaust verbunden ist außerdem der größte Kindermord der Weltgeschichte: Rund zwei Millionen Kinder fielen den Naziverbrechern zum Opfer. Für jeden Toten gebe es ja einen Täter, betont Herbert. Das Ausmaß der Beteiligung an diesen Morden werde in den Quellen geradezu schmerzhaft sichtbar.

Das Ergebnis dieser Arbeit sei einerseits ein geschichtswissenschaftliches Grundlagenwerk, zugleich aber auch eine Art „Schriftdenkmal“ – kein Denkmal auf einem Sockel, sondern eine

Erinnerung an die Millionen Getöteten und eine Hilfe zum Verständnis ihres Schicksals. Profitieren von dem Projekt sollen Lehrende und Lernende an Universitäten und Schulen sowie interessierte Laien. Jeder der bis zu 800 Seiten dicken Bände beginnt mit einer ausführlichen Einführung von rund 100 Seiten in die Geschichte des jeweiligen Landes und seiner jüdischen Bevölkerung bis zur Verfolgung und zum Massenmord. Die Quellen selbst sind rein chronologisch geordnet. „Liest man die Dokumente tatsächlich hintereinander – den Befehl eines deutschen Polizeioffiziers, den Protest des örtlichen Judenrats, den zynischen Zeitungsartikel eines deutschen Journalisten, die Tagebuchnotiz eines jüdischen Mädchens, den Report über die Deportation von 500 Juden ins Vernichtungslager –, wird einem das mörderische Geschehen in seinem Ablauf erst bewusst.“

www.edition-judenverfolgung.de
www.die-quellen-sprechen.de



Das Editionsprojekt ist zurzeit das größte geisteswissenschaftliche Langzeitprojekt der DFG: Bisher sind 11 der 16 Bände erschienen. Foto: privat



Prof. Dr. Ulrich Herbert

hat Geschichte, Germanistik und Volkskunde an der Universität Freiburg studiert. 1985 schloss er seine Promotion an der Universität Essen ab. Seine Habilitation beschäftigte sich mit Werner Best, dem führenden Ideologen und Organisator der Gestapo. Bis 1995 war Herbert Direktor der Forschungsstelle für die Geschichte des Nationalsozialismus in Hamburg, danach nahm er eine Professur am Historischen Seminar der Universität Freiburg für den Bereich Neuere und Neueste Geschichte an. 1999 erhielt er den Leibniz-Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Ab 2001 war er sechs Jahre lang Mitglied des Wissenschaftsrats und von 2007 bis 2013 Direktor der School of History des Freiburg Institute for Advanced Studies.

Foto: Thomas Kunz

Zum Weiterlesen

- Herbert, U. (2016): Das Dritte Reich. Geschichte einer Diktatur. München.
- Herbert, U. (2014): Geschichte Deutschlands im 20. Jahrhundert. München.
- Herbert, U. (2001): Geschichte der Ausländerpolitik in Deutschland. Saisonarbeiter, Zwangsarbeiter, Gastarbeiter, Flüchtlinge. München.



Gedacht, getan

Im menschlichen Gehirn entstehen komplexe Entscheidungen und Absichten, die das Handeln bestimmen. Kann ein Computer solche Intentionen aus dem menschlichen Gehirn auslesen und in eine bestimmte Aktion übersetzen?

*Foto: Mathilde Bessert-Nettelbeck,
Zeichnung: Jürgen Oswald*

Wie Mensch-Maschine-Schnittstellen traditionelle Konzepte des Handelns erschüttern

von Sonja Seidel

Das menschliche Gehirn ist ein Workaholic. Es besitzt 86 Milliarden Nervenzellen, die ununterbrochen damit beschäftigt sind, Signale zu senden und zu verarbeiten. Die Neuronen regeln nicht nur Atmung und Herzschlag und steuern unsere Bewegungen, sondern lösen auch die kleinen und großen Probleme des Alltags: Kaffee oder Tee? Fahrrad oder U-Bahn? Zur Miete wohnen oder ein Haus kaufen? Das menschliche Handeln ist mitunter von komplexen Entscheidungen bestimmt, denen bestimmte Absichten zugrunde liegen. Lassen sich solche Intentionen aus dem Feuer neuronaler Aktivität herausfiltern? Kann ein Computer sie aus dem menschlichen Gehirn auslesen und in eine bestimmte Aktion übersetzen?

Mit Fragen wie diesen beschäftigen sich Prof. Dr. Oliver Müller und der Doktorand Boris Eßmann vom Philosophischen Seminar der Universität Freiburg. Was passiert, wenn Mensch und Maschine eins werden, untersuchen sie in ihrem Projekt „Hybridity, Personhood, Agency: Ethical Foundations of Neurotechnological Closed-Loop Interactions“, mit dem sie die Forschung am Exzellenzcluster BrainLinks-BrainTools begleiten. Dort arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Robotik, Neurowissenschaft und Mikrosystemtechnik an so genannten Mensch-Maschine-Schnittstellen. „Unsere Aufgabe ist es, die technischen Entwicklungen während ihrer Entstehung zu reflektieren“, erläutert Müller die Zusammenarbeit. Dabei wagen die beiden Philosophen einen Blick in die Zukunft.

„Wenn wir nicht wissen, wie genau die neuronale Aktivität mit der Intention zusammenhängt, kommen Verantwortlichkeiten durcheinander“

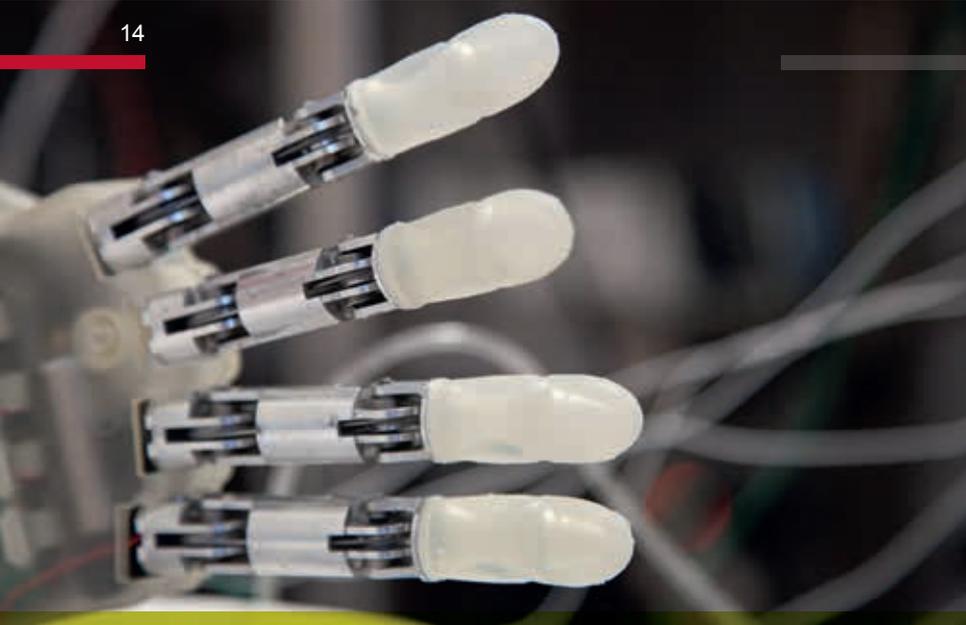
Diese klingt zunächst einmal vielversprechend: Wissenschaftler arbeiten bei BrainLinks-BrainTools an so genannten Neuroprothesen, also beispielsweise Roboterarmen, die gelähmten Patientinnen und Patienten im Alltag helfen könnten. Die Grundlage dafür sind Messungen der Gehirnaktivität, die mithilfe von Elektroden vorgenommen werden. Die Elektroden sind als Haube auf der Kopfoberfläche angebracht, wo sie die Aktivität des Gehirns messen. Ein Computer übersetzt

die empfangenen Impulse in eine bestimmte Bewegung und übermittelt die Daten an die Prothese. Bisher lassen sich mit den Signalen, die die Elektroden aufzeichnen, einfache Abläufe nachahmen: In Experimenten greift der Roboterarm eine Flasche, schenkt daraus Orangensaft in ein Glas und führt es an den Mund der Probandin oder des Probanden. Um zu erreichen, dass die Prothesen präziser agieren, bauen die Forschenden zunehmend auf das maschinelle Lernen. Sie setzen einen Algorithmus ein, der eigenständig spezifische Muster in den verzeichneten Hirnströmen erkennt, indem er auf eine riesige Menge an Rohdaten und Messergebnissen zurückgreift.

Zugriff aufs Gehirn

Ein Computer, der Zugriff auf das Gehirn hat. Eine metallene Prothese, die Handlungen ausführt, die der Mensch nur gedacht hat: Das wirft philosophische Fragen auf, die auch die Forschenden von BrainLinks-BrainTools beschäftigen. „Die Neurowissenschaftlerinnen und Neurowissenschaftler des Clusters sind bei ihrer Arbeit selbst auf philosophische Fragen gestoßen und wollten mit uns ins Gespräch kommen“, sagt Müller. Für ihn und seinen Kollegen Eßmann geht es zunächst einmal um den Begriff „Intention“: Diese sollen die intelligenten Algorithmen aus den Daten herausfiltern. „Wir hatten das Gefühl, dass der Terminus in der Neurowissenschaft nah am alltäglichen Sprachgebrauch verwendet wird. Und wir dachten, dass es helfen könnte, wenn wir die Bedeutungsdimensionen, die wir in der Philosophie haben, in die interdisziplinäre Reflexion einspeisen“, sagt Müller. Orientierung bietet dabei die so genannte Handlungstheorie, die zu erklären versucht, was eine Intention ausmacht. „Da ist zum Beispiel die Frage, wie genau die Intention die Handlung auslöst. Es wird diskutiert, ob ein Kausalverhältnis besteht, das heißt, es gibt eine Intention, und gemäß einer Art von Naturgesetz folgt daraus eine Handlung. Doch wir dürfen bezweifeln, dass das Verhältnis von Intention und Handlung sich auf das von Ursache und Wirkung reduzieren lässt.“

In der Philosophie fasst man unter den Begriff „Intention“ eine ganze Reihe von Gedanken, also nicht nur solche, die eine konkrete Handlung auslösen, sondern auch langfristige Pläne. „Im Gehirn gibt es Aktivitäten, die anzeigen, dass bald eine Bewegung ausgeführt wird. In der



Neuroprothesen sollen gelähmten Patientinnen und Patienten im Alltag helfen. Foto: LifeHand2Project

Neurowissenschaft werden diese Aktivitäten manchmal als neurophysiologischer Ausdruck einer Intention interpretiert“, sagt Eßmann. „Aber nur weil eine Bewegung vorbereitet wird, heißt das noch nicht, dass eine Intention im vollen Sinne dafür verantwortlich sein muss oder dass genau diese Bewegung beabsichtigt ist. Aus philosophischer Sicht ist eine Intention daher mehr als nur eine Bewegung.“ Man müsse viel mehr über die Wünsche, Überzeugungen und Präferenzen einer Person wissen, um wirklich eine Vorstellung davon zu haben, worin eine Intention besteht und welche Handlung daraus folgt. „Diese Unterscheidung von Absichten, also kurzfristigen, die sich als Bewegung äußern, mittelfristigen und langfristigen, die mit Plänen für die Zukunft zu tun haben, ist besonders dann wichtig, wenn die Prothesen mithilfe des maschinellen Lernens selbst künftig beabsichtigte Handlungen erkennen sollen.“

„In der modernen Philosophie ist der Gedanke, dass Körper und Geist klar voneinander unterscheidbar sind, nicht mehr haltbar“

In diesem Fall stellt sich die Frage, wer eigentlich die oder der Handelnde ist: der Mensch oder die Maschine? „Wenn wir nicht wissen, wie genau die neuronale Aktivität mit der Intention zusammenhängt, kommen Verantwortlichkeiten

durcheinander“, sagt Müller. In dem Auslese- und Übertragungsprozess kann das Gehirn, die Maschine oder der Mensch der Akteur sein. „Es wird also immer unklarer werden, ob ich das bin, der den Arm bewegt, oder ob der Roboter ihn für mich bewegt.“ Diese Überlegungen haben auch eine strafrechtliche Dimension, im Falle, dass ein anderer Mensch bei einer Handlung der Prothese verletzt wird. Denn dann stellt sich die Frage, wer dafür belangt werden kann.

Bleibt der Mensch er selbst?

Weitreichende Folgen zeichnen sich außerdem für die Identität des Menschen ab, ganz besonders dann, wenn der Eingriff ins Gehirn noch unmittelbarer passiert. Ließen sich Daten nicht präziser auslesen, wenn die Elektroden direkt am Gehirn angebracht würden, genauer: in dem Teil, der Bewegungen steuert? In den USA wird dieses Verfahren für Neuroprothesen bereits erprobt. In Deutschland kommt eine ähnliche Technik bisher nur bei Patienten zum Einsatz, die beispielsweise an Parkinson erkrankt sind. Bei ihnen lesen die Elektroden keine Daten aus, sondern geben Stromimpulse an bestimmte Hirnregionen ab. Dadurch lassen sich Symptome der Krankheit wie das unkontrollierbare Zittern unterdrücken. Müller und Eßmann haben für ihr Projekt Personen interviewt, die mit der Technik der „Tiefen Hirnstimulation“ leben. Deren Erfahrungen wollen sie in Erwartung künftiger Entwicklungen der Neuroprothetik in den Cluster einspeisen. „Identitätsfragen sind schwer zu artikulieren, und sie sind schon gar nicht von außen messbar“, erklärt Müller. „Dass uns manche Patienten erzählen, dass ihr Umfeld sie nach der Implantation als andere wahrnimmt, zeigt uns, dass auch die soziale Dimension bei Identitätsfragen eine Rolle spielt.“

Der Mensch bleibt der gleiche, solange er die neue Technik und die Veränderung, die sie an ihm hervorruft, in seine Lebensgeschichte integrieren kann, sagen so genannte narrative Theorien der Philosophie. Komplexere Konzepte wie die des amerikanischen Philosophen Shaun Gallagher versuchen die neuen Erfahrungen des Ichs in ein System zu integrieren. Gallaghers Annahme: Die Persönlichkeit besteht aus zwölf verschiedenen Schichten oder „patterns“. So wie sich um die Knochen des menschlichen Körpers Muskelmasse, Fettgewebe und Haut schmiegen, besteht auch sein Selbst aus einem

Kern, der beispielsweise von Überzeugungen, Kompetenzen und vom Verhalten umgeben ist. „Die neurowissenschaftliche Forschung hat selbst dazu beigetragen, dass traditionelle Konzepte von Identität inzwischen überholt sind. In der modernen Philosophie ist der Gedanke, dass der Mensch aus den zwei klar unterscheidbaren Komponenten Körper und Geist besteht, nicht mehr haltbar“, erklärt Eßmann. Die beiden Forscher wollen die Kolleginnen und Kollegen anderer Fachrichtungen mit diesen neuen Theorien vertraut machen. „Offenbar sprechen die einzelnen Disziplinen, wenn es um Begriffe wie Intention und Identität geht, eine unterschiedliche Sprache“, sagt Müller. Anfang 2019 könnte sich das ändern. Dann werden Müller und Eßmann ein Kompendium veröffentlichen, das zentrale Begriffe des Handelns aus philosophischer Perspektive erläutert.

www.nexusexperiments.uni-freiburg.de



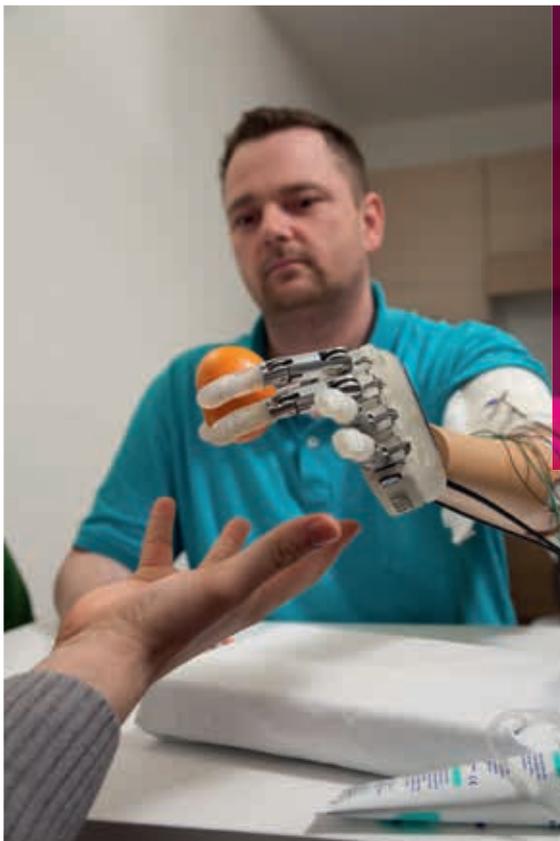
Prof. Dr. Oliver Müller studierte Philosophie und Neuere deutsche Literatur in Heidelberg, Hamburg, Venedig/Italien und an der Humboldt-Universität zu Berlin, an der er 2005 promoviert wurde. Anschließend wechselte er an die Universität Freiburg, wo er sich 2012 für Philosophie habilitierte. Seine Habilitationsschrift „Selbst, Welt und Technik. Eine anthropologische, geistesgeschichtliche und ethische Untersuchung“ wurde 2014 publiziert. 2017 übernahm Müller eine Heisenberg-Professur am Philosophischen Seminar. Er beschäftigt sich mit der Frage, wie sich das Aufkommen und der Fortschritt der modernen Technik auf Individuen und Gesellschaften sowie auf deren Verständnis von Wirklichkeit und Natur auswirken.

Foto: Mathilde Bessert Nettelbeck



Boris Eßmann studierte Philosophie, Kognitionswissenschaft und Biologische Anthropologie an der Universität Freiburg. Von 2009 bis 2013 arbeitete er als Doktorand im Teilprojekt „Neuroethics & Neurotechnology: Emerging questions from hybrid brains“ des Bernstein Focus für Neurotechnologie in Freiburg und Tübingen. Außerdem war er Mitarbeiter am Institut für Ethik und Geschichte der Medizin der Universität Freiburg und absolvierte einen Forschungsaufenthalt am Philosophy Department der University of Massachusetts in Boston/USA. Seit 2014 ist er Mitarbeiter der Nachwuchsgruppe „NPAC: A neuro-philo-action compendium“ am Exzellenzcluster BrainLinks-BrainTools.

Foto: Thomas Kunz



Je weiter die Prothesen entwickelt sind, umso unklarer wird es, ob der Mensch den Arm bewegt, oder ob der Roboter ihn für den Menschen bewegt.

Foto: LifeHand2Project

Zum Weiterlesen

Müller, O. (2018): Gehirn-Prothesen. Philosophische Überlegungen. In: Jürgen Straub und Alexandre Métraux (Hg.): Prothetische Transformationen des Menschen – Ersatz, Ergänzung, Erweiterung, Ersetzung. Bochum, S. 86-105.

Müller, O./Rotter S. (2017): Neurotechnology: Current Developments and Ethical Issues. In: Front. Syst. Neurosci. 11:93. doi: 10.3389/fnsys.2017.00093

Horn, C./Lährer, G. (Hrsg.) (2010): Gründe und Zwecke: Texte zur aktuellen Handlungstheorie. Berlin.



Profit schlagen aus dem Niemandland

Staaten und Unternehmen wollen an genetischen Ressourcen der Tiefsee verdienen – wie verträgt sich das mit dem Völkerrecht?

von Rimma Gerenstein

Es gab eine Zeit, da drängten Entdecker in alle Himmelsrichtungen der Erde. Christoph Kolumbus landete mit seiner Flotte an einem Strand in Amerika, Vasco da Gama strandete in Indien, James Cook nahm Kurs auf Neuseeland und schipperte bis nach Australien, und David Livingstone durchquerte Afrika. Im Laufe der Jahrhunderte wurden die weißen Flecken auf der Landkarte kleiner, verschwanden allmählich ganz und wichen neuen Namen für Länder, Wälder, Wüsten, Gebirge und Gewässer. Man könnte meinen, die Aufteilung der Welt unter den Staaten, ob gerecht oder ungerecht, sei inzwischen geregelt. Weit gefehlt: Etwa 40 Prozent der Weltmeere gehören juristisch gesehen keinem Staat und sind auch nicht okkupierbar. Die „hohe See“, auch „Hochsee“ genannt, umfasst alle Teile der globalen Meeresfläche, die nicht unter die Jurisdiktion von Nationalstaaten fallen. Dieses Gebiet gehört allen. „Res communis omnium“ nennen das die Juristinnen und Juristen. Trotzdem wollen eine Handvoll Länder und dort ansässige Unternehmen daraus Profit schlagen. Das Interesse der modernen Entdecker scheint also nicht mehr der Weite, sondern der Tiefe zu gelten. Die tiefste Stelle der Erde liegt 11.000 Meter unter den Meeresspiegel.

Dieses so genannte Bioprospecting – kurz für „biological diversity prospecting“ – hat sich in den 1990er Jahren entwickelt. Es bezeichnet die Erkundung unterschiedlicher pflanzlicher oder tierischer Organismen, genetischer Ressourcen – allerdings nicht vorrangig zu Forschungszwecken, präzisiert die Freiburger Völkerrechtsexpertin Prof. Dr. Silja Vöneky: „Es ist die systematische Erkundung und Sammlung genetischen Materials sowie der Aufbereitung der darin enthaltenen Informationen insbesondere zur kommerziellen Nutzung, etwa durch Unternehmen der Pharmaindustrie.“ Bald schon könnte Bioprospecting lukrativ werden: Derzeit wird knapp die Hälfte aller Medikamente aus Substanzen gewonnen, die in der Natur vorkommen. Auch die Kosmetikindustrie zieht bei diesem Trend mit. Wie wirkungsvoll müssen dann erst Substanzen aus Organismen sein, die in der dunklen, ultrakalten, unter hohem Druck stehenden und äußerst unwirtlichen Tiefsee überleben können? Ob Tabletten, die von Krebs verursachte chronische Schmerzen zu lindern versprechen,

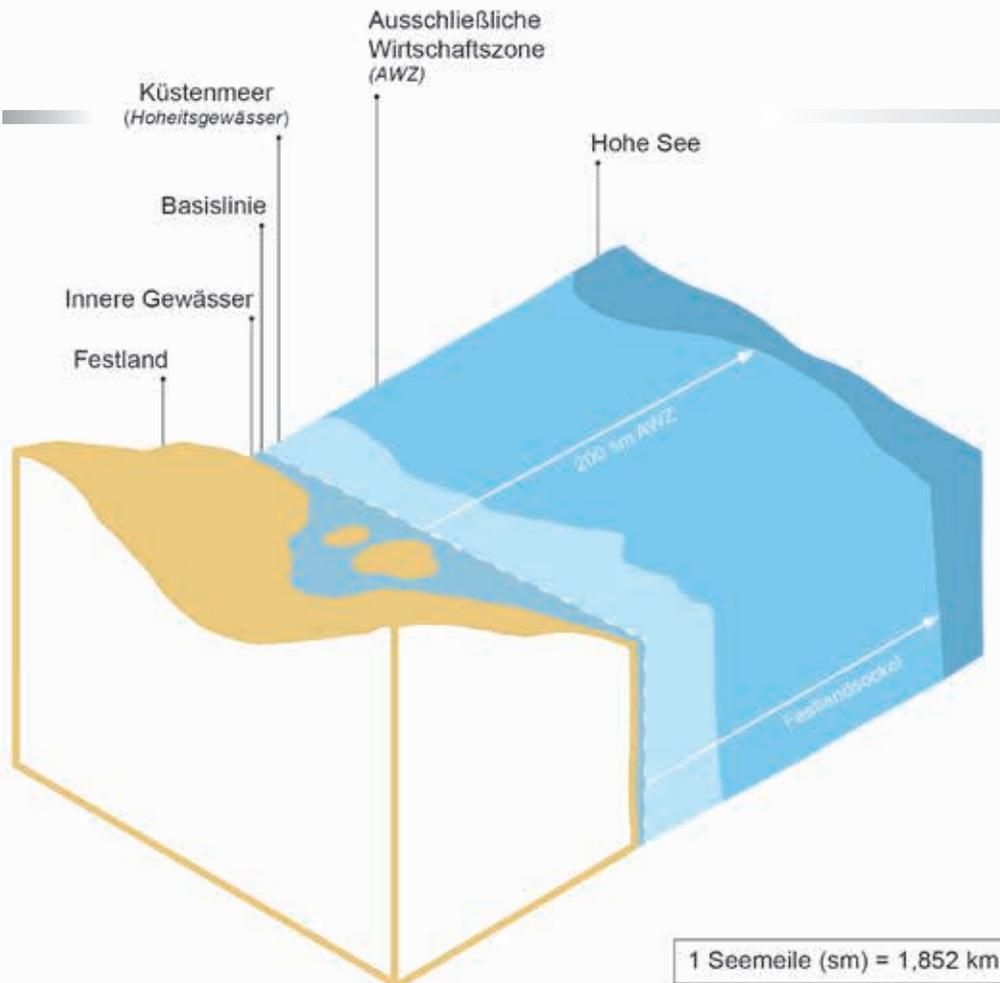
oder Cremes, die trockene, rissige Haut sanft pflegen wollen: Das Marketing für Produkte, die auf der DNA mariner Stoffe basieren, boomt.

Parzellen auf dem Meer

Vöneky ist davon überzeugt, dass Bioprospecting in den nächsten Jahrzehnten weiterhin an Bedeutung gewinnen wird. Umso wichtiger sei es jetzt, die Frage nach der Gerechtigkeit zu stellen: Bisher können es sich nur einige Staaten – zu den Vorreitern zählen Deutschland, Japan und die USA – leisten, genetische Ressourcen aus dem Meeresboden zu extrahieren, zu erforschen und kommerziell nutzbar zu machen. Ist das fair? Oder sollten auch Entwicklungsländer, vor deren Küsten die Expeditionen meistens stattfinden, ein Stück vom Kuchen abbekommen? „Das bestehende Seevölkerrecht sieht bislang keine Regelung dafür vor, wie die Nutzung der genetischen Ressourcen erfolgen soll“, resümiert Vöneky. Wie im Wilden Westen gehe es auf der Hochsee trotzdem nicht zu, betont die Rechtswissenschaftlerin. „Es gibt gute internationale Verträge, die einen verbindlichen normativen Rahmen setzen.“

„Wenn die neue Technik nicht mehr zum ‚alten‘ Recht passt, muss es überprüft werden“

Der wichtigste Grundpfeiler ist das Seerechtsübereinkommen (SRÜ) der Vereinten Nationen, das seit 1994 in Kraft ist. Von 168 Staaten ratifiziert, regelt es auch den Schutz der Meeresumwelt und enthält Vorschriften zur marinen Forschung sowie der Entwicklung und Weitergabe der dafür notwendigen Technologien. Außerdem stellt das Abkommen klar, welche Gebiete unter die Hoheit von Nationalstaaten fallen. Es teilt das Meer sozusagen in drei Parzellen mit drei Zonen ein: das Wasser, den Meeresboden und den Meeresuntergrund. Das Küstenmeer eines Landes erstreckt sich bis zu maximal 12 Seemeilen von den Basislinien des Festlandes. Daran schließen sich die ausschließliche Wirtschaftszone des jeweiligen Staates mit maximal 200 Seemeilen und dessen Festlandssockel an. Vereinfacht gesagt, darf ein



Das Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen stellt klar, welche Gebiete unter die Hoheit von Nationalstaaten fallen. Es teilt das Meer in Zonen ein.

Grafik: Svenja Kirsch

Nationalstaat innerhalb dieser Grenzen über die marinen genetischen Ressourcen verfügen – danach beginnt die Hohe See.

Das SRÜ wendet zudem ein Prinzip aus den 1960er Jahren an, das bisher für andere Grenzgebiete, zum Beispiel den Weltraum, galt: „Common heritage of mankind“ (CHM) ist ein ethisches Prinzip des internationalen Rechts, das auf Teilhabe basiert. Bestimmte Orte und Ressourcen, so die Argumentation, gelten als gemeinsames Erbe der Menschheit. Alle sollen von ihnen profitieren – und zwar nicht nur von ihrer Schönheit, sondern auch von ihrem wirtschaftlichen Potenzial. Bis ins kleinste Detail regelt das Seerechtsübereinkommen in solchen Fällen den finanziellen Ausgleich.

Auf Kompromisskurs

Die Vereinten Nationen haben den Handlungsbedarf erkannt. „Wenn die neue Technik nicht mehr zum ‚alten‘ Recht passt, muss es überprüft und unter Umständen ergänzt werden“, erklärt Vöneky. Demnächst soll die Staatengemeinschaft über die juristische Grundlage des Bioprospecting verhandeln – das Ziel einiger Staaten ist ein neuer völkerrechtlicher Vertrag

mit verbindlichen Normen und nicht nur mit Empfehlungen, die lediglich gute Absichten erkennen lassen. Bereits Ende 2017 hat ein UN-Komitee mit den Vorbereitungen zu möglichen Verhandlungen begonnen. Obwohl sich fast 170 Staaten mit dem SRÜ auf eine gemeinsame Grundlage berufen können, werden die Interessen weit auseinanderklaffen: „Es ist davon auszugehen, dass die Entwicklungsländer auch im Hinblick auf Bioprospecting das Prinzip des gemeinsamen Erbes der Menschheit geltend machen möchten – zumal es jetzt schon für die mineralischen Ressourcen des Tiefseebergbaus gilt“, sagt Vöneky. Allerdings gebe es hierfür keine gesicherte rechtliche Basis. Schließlich seien genetische Ressourcen nicht im selben Maße endlich und erschöpfbar wie mineralische.

Die Industrie- und einige Schwellenländer hingegen würden sich am anderen Ende des Spektrums positionieren und die Anwendung des CHM blockieren, vermutet die Forscherin. Ihnen gehe es um die Freiheit auf Hohen See: „Unternehmen brauchen wirtschaftliche Anreize. Man darf also kein völkerrechtliches System entwickeln, das für die Industrieländer nicht attraktiv ist und den Wettbewerb sowie jegliche Investitionslust bremst.“ Vöneky nimmt an, dass

die Staaten sich auf eine Kompromisslinie einigen, wenn es zu Verhandlungen kommt. Doch wie könnte ein Mittelweg aussehen? „Es ist vorstellbar, dass zum Beispiel die Bioprospecting-Vorreiter Forschungsergebnisse mit den Entwicklungsländern teilen, was auch Letzteren eine wirtschaftliche Perspektive eröffnen würde.“ Ferner sei denkbar, den Patentschutz nicht vollumfänglich zu verankern oder einen Teil der Gewinne den Entwicklungsländern zugutekommen zu lassen. „Natürlich werden das die Industrie- und Schwellenländer nicht gerne hören“, sagt Vöneky. Möglicherweise müsse man sich auch auf ganz neue Begriffe und Konzepte einigen. „Im Moment ist noch alles offen. Solche Vertragsverhandlungen dauern meistens Jahrzehnte. Davon darf man sich nicht erschrecken lassen.“ Wichtig ist aus Vönekys Sicht, dass die Verhandlungen überhaupt beginnen. Am Ende könne dann eine rechtliche Grundlage geschaffen werden, die für die nächsten 50 oder 100 Jahre gelte. Das sei, so die Freiburger Forscherin, den Verhandlungsmarathon wert.

Wahr und stimmig

Silja Vöneky kennt sich bestens mit Diplomatie aus. Seit 2001 ist sie Rechtsberaterin der deutschen Delegation bei den Antarktis-Vertragsstaaten-Konferenzen und hat vier Jahre lang den Haftungsannex zum Umweltschutzprotokoll des Antarktis-Vertrags mitverhandelt. 51 Staaten haben die Übereinkunft inzwischen ratifiziert, und sie gilt als eine der innovativsten des internationalen Umweltvölkerrechts. Auch dabei ging es um die Frage, wie man das Gebiet vor Umweltschäden schützen und den Südpol für friedliche Forschung bewahren kann.

Die Verhandlungen in Sachen Bioprospecting wird Vöneky, die seit 2017 Mitglied im völkerrechtlichen Beirat des deutschen Auswärtigen Amtes ist, ebenfalls begleiten. „Wir Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler tun das, was wir am besten können: Wir schreiben Aufsätze, in denen wir darlegen, warum bestimmte Regeln legitim oder nicht legitim sind.“ Ob ein Vertrag gerecht ist, sei eben nur die eine Frage. „Er muss auch mit dem übereinstimmen, was vorher da war.“ Eine konsequente Weiterentwicklung des Seevölkerrechts muss sich an den Pfeilern orientieren, die die Staatengemeinschaft bereits ordnen, und kann nicht einst getroffene Vereinbarungen missachten. „In diesem Sinne können wir sagen, was aus Sicht der Rechtswissenschaft ‚wahr‘ oder ‚richtig‘ ist“, betont Vöneky. „Wahrheit“ – das sei ein großes Wort, aber ihr Wert sei unverrückbar.



Chancengleichheit auf dem Mond: In den 1960er Jahren verhandelten die Vereinten Nationen über die Frage, wer den Weltraum zu welchen Zwecken nutzen dürfe. 1967 wurde schließlich der Weltraumvertrag geschlossen. Foto: NASA



Prof. Dr. Silja Vöneky hat seit 2010 die Professur für Völkerrecht, Rechtsvergleichung und Rechtsethik am Institut für Öffentliches Recht der Universität Freiburg inne. Sie studierte Rechtswissenschaft und Rechtsphilosophie an den Universitäten Freiburg, Bonn, Edinburgh und Heidelberg. Nach ihrer Dissertation, zum Schutz der Umwelt in bewaffneten Konflikten, und Referendarzeit begann sie ihre akademische Laufbahn am Max-Planck-Institut für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht in Heidelberg, wo sie zum Thema „Recht, Moral und Ethik“ habilitierte. Von 2012 bis 2016 war sie Mitglied des Deutschen Ethikrats und leitete die Arbeitsgruppe „Biosicherheit“. Seit 2001 berät sie verschiedene Bundesministerien völkerrechtlich. 2017 wurde sie zudem in den völkerrechtlichen Beirat des Auswärtigen Amtes berufen. Vönekys Forschungsschwerpunkte liegen im internationalen Recht und in der Rechtsethik.

Foto: Deutscher Ethikrat

Zum Weiterlesen

Vöneky, S. (2018): Bioprospecting – Marine genetische Ressourcen und das Seevölkerrecht der Zukunft. In: Freiburger Informationspapiere zum Völkerrecht und Öffentlichem Recht 7/2018. Abrufbar unter: www.jura.uni-freiburg.de/de/institute/ioeffr2/online-papers

Vöneky, S./Höfelmeier, A./Beck, F. (2017): Commentary, Art. 136: Common Heritage of Mankind, Art. 140: Benefit of Mankind, Art. 144: Transfer of Technology, Art. 148: Participation of Developing States in Activities in the Area. In: Proelss, A. (Hrsg.) (2017): United Nations Convention on the Law of the Sea: A Commentary, S. 949–1052.

Vöneky, S.: The Liability Annex to the Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty. In: König, D./Stoll, P.-T./Röben, V./Matz-Lück, N. (Hrsg.) (2008): International Law Today: New Challenges and the Need for Reform? Heidelberg, S. 165–197.



Interessante Komposition: Die nach oben zeigende Seite der Elektrode enthält die Mischung aus aktivem Kunststoff und Leitruß. Fotos: Klaus Polkowski

Umweltfreundliche Batterien

Keine Schwermetalle, schnellere Ladezeit, längere Haltbarkeit: Eine Freiburger Chemikerin entwickelt neuartige Akkus

von Anita Rüffer

Batterien und umweltfreundlich – ist das nicht ein Widerspruch in sich? Für Prof. Dr. Birgit Esser nicht: Ihre sind nämlich aus Kunststoff, enthalten also keine giftigen Schwermetalle, lassen sich schnell laden und halten lange. „Ich mag es, wenn meine Forschungen einen praktischen Bezug haben“, sagt die Forscherin, die am Institut für Organische Chemie der Albert-Ludwigs-Universität tätig ist. Nach ihrer Promotion wollte sich Esser nicht ausschließlich der Grundlagenforschung und neuen organischen Moleküleinheiten widmen, sie interessierte sich auch für deren Verwendungsmöglichkeiten. Die Freiburger Chemikerin fragte sich, ob diese Moleküleinheiten wohl dafür geeignet seien, elektrische Ladung zu speichern und damit die giftigen Schwermetalle in herkömmlichen Batterien zu ersetzen. „Das interessiert auch die Studierenden. Für sie ist es viel befriedigender, mit unterschiedlichen chemischen Strukturen von Kunststoffen zu experimentieren, wenn hinterher nicht alles im Mülleimer landet, sondern einen konkreten Nutzen hat.“

Handys, Laptops, E-Mobilität: Ohne leistungsfähige Batterien sähe die neue digitale Revolution alt aus. Anfang der 1990er Jahre haben Lithium-Ionen-Akkus ihren Siegeszug angetreten. Allein in einem Smartphone sind bis zu 30 unterschiedliche Metalle verarbeitet. Quecksilber, Mangan, Blei und Cadmium vergiften nicht nur Mensch und Umwelt, sie gelten auch als „Blut-“ oder „Konfliktminerale“: Häufig in Konfliktregionen wie dem Kongo unter ausbeuterischen Arbeitsbedingungen gewonnen, dienen sie bewaffneten Milizen zur Finanzierung blutiger Bürgerkriege. Deshalb ist die neunköpfige Arbeitsgruppe, die mit dem Batterieforschungszentrum der Universität Münster zusammenarbeitet, nicht nur wissenschaftlich, sondern auch ethisch-moralisch motiviert.

Experimentieren mit der Polymersynthese

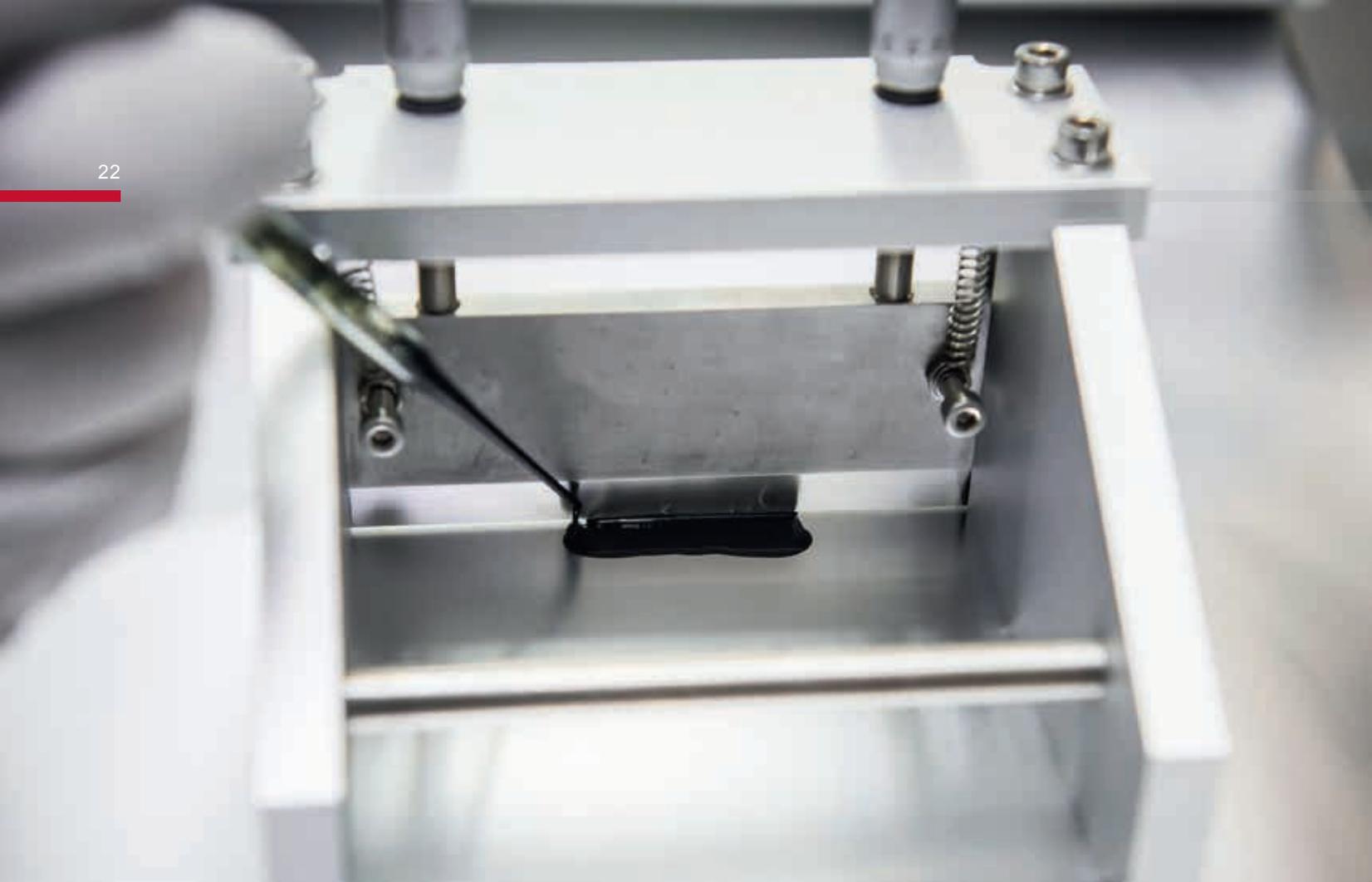
Eine winzige Menge eines weißen Pulvers ist die Grundkomponente des neuartigen Akkumaterials: ein Polymer-Kunststoff mit Namen Polyvinylphenothiazin. Die Hauptarbeit im Labor ist das Experimentieren mit der Polymersynthese, um verschiedene Strukturen und Synthesewegen auszuprobieren. Weil dieser Kunststoff

selbst nicht leitfähig ist, wird ihm ein Quäntchen Ruß zugesetzt. Der darin enthaltene Kohlenstoff kann Strom leiten. Durch Mischung mit einem Bindemittel und einer kleinen Menge Lösungsmittel entsteht ein tiefschwarzes Gel. Mit einer Pipette wird es auf Alufolie aufgetragen und dünn verteilt. Die Alufolie dient als Sammel­fläche für das aktive Material. Beim Trocknen des aufgetragenen Films verdunstet das Lösungsmittel. Zum Schluss wird eine Scheibe von der Größe einer Fingerkuppe aus der beschichteten Alufolie ausgestanzt – und fertig ist die Elektrode und damit die halbe Batterie. Zur ganzen wird sie, wenn sie einen Gegenpol bekommt.

„Ich mag es, wenn meine Forschungen einen praktischen Bezug haben“

In herkömmlichen Batterien oder Akkus bestehen die Elektroden aus unterschiedlichen Metalloxiden. „Wir haben das Schwermetalloxid auf der Kathode durch organisches Material ersetzt“, erklärt Esser. Die Kathode ist die Elektrode, die beim Entladen Elektronen aufnimmt. Die Anode, ihr Gegenpol, gibt Elektronen ab. Hier findet also beim Entladen eine Oxidationsreaktion statt. Eine komplette Kunststoffbatterie aus dem Freiburger Labor ist vorerst noch Zukunftsmusik. Die Anode besteht weiterhin aus Lithium. „Für sie ein passendes organisches Material zu entwickeln ist schwieriger“, so die Professorin. „Das kann nicht jeder Kunststoff. Viele Kunststoffe halten nicht lange genug.“ Esser und ihr Team sind aber dabei, auch für die Anode Materialien aus organischem Kunststoff zu entwickeln. Ihr Ziel ist es, am Ende „eine Batterie zu haben, die auf beiden Seiten aus Polymeren besteht“.

Der Testaufbau ist ein metallisches T-förmiges Rohr mit drei Öffnungen, das auch aus dem Sanitärfachhandel stammen könnte. Auf einer Seite wird die selbst hergestellte Kunststoffkathode platziert, auf der anderen eine Elektrode aus reinem Lithium. Dazwischen befindet sich



wie bei allen Batterien eine Membran als Separator. Ohne diesen gäbe es einen Kurzschluss, sobald Strom fließt. Die dritte Öffnung des T-Stücks dient der Spannungsmessung. Unzählige dieser Modelle sind über ein Gewirr aus Kabeln mit einem so genannten Batterie-Zyklierer verbunden: Pausenlos werden alle Labor-Akkus gleichzeitig ge- und wieder entladen. Sämtliche Vorgänge, die in der Batteriezelle ablaufen, werden über mehrere Tage bis Monate gemessen und aufgezeichnet. Der Monitor neben dem Zyklierer zeigt viele lilafarbene und grüne Lade- und Entladekurven.

„Es lassen sich auch Kunststoffe aus Biomasse entwickeln“

In puncto Spannung steht die Kunststoffbatterie mit 3,6 Volt einer Lithium-Ionen-Batterie in nichts nach. Allerdings kommt sie auf zwei Drittel weniger Speicherkapazität, gemessen in Amperestunden pro Kilogramm Gewicht. Wollte man ein Handy damit betreiben, was laut der Chemikerin möglich wäre, würde dessen Batterie das Dreifache einer herkömmlichen Batterie wiegen. Ein Elektroauto mit Kunststoffbatterien

zu betreiben erscheint daher auf lange Sicht eher unwahrscheinlich. Das hat auch mit der geringen Dichte von Kunststoff zu tun. Die Freiburger Forschenden tüfteln noch daran, wie sich die Dichte der aktiven Molekülgruppen erhöhen lässt, haben aber das von ihnen entwickelte organische Material für den Einsatz in Batterien schon mal als Patent angemeldet.

Überall dort, wo dünne Batterien gefragt sind und der Stromverbrauch niedrig ist, könnten die Energielieferanten aus Kunststoff Bedeutung erlangen: bei so genannten intelligenten Kleidungsstücken oder in der Medizintechnik, zum Beispiel bei Implantaten. Die Entwicklerinnen und Entwickler sind von den Eigenschaften des Materials begeistert. Es ist sehr dünn, flexibel und biegsam und in Windeseile aufladbar. Bis der Akku eines Handys voll ist, dauert es bekanntlich mindestens eine Stunde. Und mit der Zeit lässt dessen Leistung spürbar nach. Die in Freiburg und Münster entwickelten Batterien hingegen sind innerhalb von drei Minuten wiederaufgeladen, was sie der ungeordneten chemischen Struktur des Kunststoffs zu verdanken haben. Denn hier ist es nicht so wichtig, ob sich die Gegenionen aus dem Elektrolyten exakt an der richtigen Stelle anordnen. Lithium-Ionen-

Die Freiburger Forschenden tragen ein Gemisch aus aktivem Kunststoff und Leitruß auf Aluminiumfolie auf. Nach dem Trocknen können sie daraus die runden Elektroden ausstanzen.

Im Labor gibt es unzählige Modelle von Batterie-Testzellen, die an einen Zyklierer angeschlossen sind: So werden alle Akkus gleichzeitig ge- und wieder entladen.



Akkus mit ihrer akkurat geordneten Molekülstruktur nehmen es hingegen sehr genau: Die Ionen müssen den einzig richtigen, für sie passenden Platz finden. Das dauert etwas länger und resultiert in mehr Fehlstellen, wenn es schiefeht. Das führt schon nach 1.000 bis 2.000 Ladezyklen zu einer deutlich schrumpfenden Akkuleistung. Anders ein Kunststoff-Akku, der an Langlebigkeit kaum zu überbieten scheint: Sogar nach 10.000-maligem Laden und Entladen wurden nur sieben Prozent Verlust gemessen. Einziger Wermutstropfen: Kunststoff wird aus Erdöl gewonnen. „Aber“, sagt Esser, „es lassen sich auch Kunststoffe aus Biomasse entwickeln.“



Prof. Dr. Birgit Esser studierte von 2000 bis 2005 Chemie in Heidelberg und Bristol/England. Nach ihrer Promotion folgte 2009 ein dreijähriger Forschungsaufenthalt am Massachusetts Institute of Technology in Cambridge/USA. Anschließend war sie Nachwuchsgruppenleiterin am Kekulé-Institut für Organische Chemie und Biochemie der Universität Bonn. 2012 erhielt Esser den Marie Curie Career Integration Grant der Europäischen Union sowie ein Liebig-Stipendium des Fonds der Chemischen Industrie. Ein Jahr später wurde sie in das Emmy-Noether-Programm der Deutschen Forschungsgemeinschaft aufgenommen. 2015 folgte die Chemikerin einem Ruf als Professorin an die Universität Freiburg.

Fotos: Klaus Polkowski

Zum Weiterlesen

Kolek, M./Otteny, F./Schmidt, P./Mück-Lichtenfeld, C./Einholz, C./Becking, J./Schleicher, E./Winter, M./Bieker, P. M./Esser, B. (2017): „Ultra-high cycling stability of poly(vinylphenothiazine) as battery cathode material resulting from π - π interactions“. In: Science 10, S. 2334–2341. doi: 10.1039/C7EE01473

Speer, M. E./Sterzenbach, C./Esser, B. (2017): „Evaluation of cyclooctatetraene-based aliphatic polymers as battery materials: Synthesis, electrochemical and thermal characterization, supported by DFT-calculations“. In: ChemPlusChem 82, S. 1274–1281. doi: 10.1002/cplu.201700356

Speer, M. E./Kolek, M./Jassoy, J. J./Heine, J./Winter, M./Bieker, P. M./Esser, B. (2015): „Thianthrene-functionalized polynorbornenes as high-voltage materials for organic cathode-based dual-ion batteries“. In: Chemical Communications 51, S. 15261–15264. doi: 10.1039/C5CC04932F



Der Ort: Lahr im Schwarzwald. Reihenhäuser mit Pultdächern, angrenzende Gärten, spielende Kinder – es herrscht reges Treiben in der Wohnsiedlung Dinglingen. Die vorbeilaufende Straße ist ein Hauptverkehrsweg, von weit her kommen die Durchreisenden. Davon profitieren die Anwohner. Sie leben vom Handel mit Töpferwaren. Der Zeitraum: 100 bis 230 nach Christus. Das Römische Reich erreichte in einer friedlichen Phase die größte Ausdehnung seiner Geschichte. Prof. Dr. Alexander Heising von der Abteilung für Provinzialrömische Archäologie der Universität Freiburg konnte mit seinem Team nachweisen, dass Lahr bereits in der damaligen Zeit besiedelt und ein Handelszentrum am südlichen Oberrhein war. Für die Landesgartenschau 2018 hat der Archäologe ein Wohnhaus der Antike an gleicher Stelle wiederaufbauen lassen: „Das Bauwerk ist etwas Besonderes, das so noch nirgendwo steht.“

„Das Bauwerk ist etwas Besonderes,
das so noch nirgendwo steht“

Mehr als elf Jahre lang fanden auf einem Teil des heutigen Geländes der Landesgartenschau Ausgrabungen statt, die durch das Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg durchgeführt

wurden. Die Funde waren beachtlich: Die Archäologinnen und Archäologen dokumentierten über 9.200 Bestandteile der archäologischen Siedlungsstrukturen wie Pfostenlöcher, Balkengrübchen oder Sockelsteine von Häusern, zudem Brunnen, Töpferöfen, rund 50 Gräber sowie zahlreiche Keramikscherben und auch Fibeln, die benutzt wurden, um Kleider, Umhänge und Mäntel zusammenzuhalten. Durch einen überlagernden Humushorizont waren die ausgegrabenen Schichten sehr gut erhalten: Bis zu zwölf Siedlungshorizonte lagen übereinander, wodurch es möglich war, eine Baugeschichte für diesen Teil der Siedlung zu schreiben. „Die Grabung auf dieser größeren, zusammenhängenden Fläche war wichtig, um die Struktur der Siedlung besser zu verstehen“, erklärt Heising.

Wirtschaftliche Gründe: Gallier gründeten Siedlung

Der Vicus, so die damalige Bezeichnung für eine Dorfsiedlung, lag an einer logistisch und strategisch günstigen Stelle: Hier kreuzte die Römerstraße, die von Augst nach Mainz, also von Süd nach Nord führte, eine West-Ost-Passage, die durch Schwarzwaldtäler führte. In der heutigen Zeit wird der Hauptverkehr an gleicher Stelle durch Lahr geleitet: „Wir nehmen an, dass die

Für die Landesgartenschau 2018 in Lahr wurde nach den Vorgaben eines Freiburger Archäologen ein antikes römisches Streifenhaus im Maßstab 1:1 rekonstruiert. Fotos: Thomas Kunz

Antiker Neubau

Ein römisches Streifenhaus als lebendiger Ort der Geschichtsvermittlung

von Annette Kollefrath-Persch

damalige Fernstraße der Römer auf der rechten Rheinseite weitgehend identisch verlief wie die heutige Bundesstraße 3“, sagt der Freiburger Archäologe. „Der Ort bot sich als potenzielle Drehscheibe für den regionalen Verkehr und Handel geradezu an.“ Nicht nur von der Nord-Süd-Verbindung profitierten die Bewohnerinnen und Bewohner der Siedlung, sondern auch davon, dass die Schwarzwaldtäler in der römischen Zeit besiedelt waren. In Lahr wurden die landwirtschaftlichen Erzeugnisse aus dem näheren Umfeld gesammelt, konsumiert und die Überschüsse weiterverhandelt. Heising ist sich sicher, dass die Siedlungsgründung vorrangig wirtschaftliche Gründe hatte und keine militärstrategischen: „Es gibt keinen Hinweis auf die dauerhafte Anwesenheit von römischem Militär. Und auch der vergleichsweise späte Siedlungsbeginn spricht für einen zivilen Hintergrund.“ Die frühesten Münzen, die von den Archäologen gefunden wurden, stammen aus der Zeit um 100 nach Christus, einer Phase des Friedens im Römischen Reich.

Für den Freiburger Archäologen lassen die gefundenen Inschriften und Kleiderfibeln den Schluss zu, dass die Bewohner des Vicus Gallo-römer keltischen Ursprungs waren: „Wenn man das Tacitus-Zitat aus seiner Schrift ‚Germania‘ 29,3 wortwörtlich nimmt, haben die levissimus Gallorum, also die am wenigsten Gebundenen unter den Galliern, den Boden in Besitz genommen.“ Demnach waren die Neusiedler, die sich in



Bauweise „Haustyp Lahr“: Aufgrund der Bodenbeschaffenheit errichten die Siedler in Lahr ihre Häuser auf Sockelsteinen.

Lahr-Dinglingen niederließen, Handwerker, Kleinhändler, Fuhrleute, Tagelöhner und Gewerbetreibende mit ihren Familien. Sie waren freie Provinzbewohner ohne das Privileg des römischen Bürgerrechts. Sowohl die überlieferten Personennamen von Bewohnern der Siedlung wie „Ionicus“ oder „Donissus“ als auch die farbenfrohen Fibeln seien, so Heising, typisch gallisch. „Insofern wird sich der Vicus mit seinen Bewohnern kaum von den Siedlungen auf der anderen Rheinseite unterscheiden haben.“



Der Vicus Lahr-Dinglingen bestand bis circa 230 nach Christus. „In diesen knapp 150 Jahren entwickelte er sich recht dynamisch“, sagt der Archäologe. Basierend auf den zahlreichen Funden gehen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler von 180 bis 220 Bauparzellen aus. „Höchstwahrscheinlich lebten dort zur Blütezeit knapp 1000 Einwohner“, erklärt Heising, „da nicht alle Grundstücke gleichzeitig bebaut waren.“ Ab circa 180 nach Christus setzte bereits ein Schrumpfungsprozess ein: Die ausgegrabenen Schichten zeigen, dass ab dieser Zeit nicht mehr alle Häuser erneuert wurden. Die jüngsten Funde stammen aus den 230er Jahren. Schon wenig später scheint die Siedlung verlassen worden zu sein, da die Archäologen keine neueren Münzen mehr finden konnten: „Dieses frühe Ende ist erstaunlich.“ Offensichtlich handele es sich aber, so Heising, um ein überregionales Phänomen, das auch bei anderen Siedlungen entlang der rechten Rheinstraße zu beobachten sei. Als Grund vermutet der Forscher, dass sich die Verkehrsströme von der rechten auf die linke Rheintalstraße verlagerten und somit die Geschäfte wegbrachen. „Wir müssen in den nächsten Jahren untersuchen, ob auf der anderen Rheinseite zu dieser Zeit der gegenteilige Effekt eingetreten ist.“

Töpferwaren als Exportschlager

Die von den Freiburger Forschenden ausgewertete Fläche umfasst ein Dutzend Hausgrundstücke, die in einem Winkel der von Süd nach Nord führenden Rheintalstraße und der von West nach Ost verlaufenden Nebenstraße lagen. Alle Grundstücke waren einheitlich unterteilt: Die überdachte Veranda der Häuser, die Wohngebäude und Werkstatt zugleich waren, schloss direkt an die Straße an. Hinter dem Gebäude befand sich ein Hofbereich mit Brunnen, dahinter lag ein Garten für Nutzpflanzen. Außerdem wurden Überreste von Brennöfen gefunden – die Töpferei war das Haupthandwerk der Bewohner. Die Töpfereiprodukte aus Lahr-Dinglingen hatten eine typische Oberflächenstruktur und waren von hoher Qualität, berichtet Heising. Überreste der Produkte wurde in weit entfernten Siedlungen im Elsass, in der Schweiz und nordöstlich des Schwarzwalds gefunden: „Die Lahrer Ware muss ein Exportschlager gewesen sein.“

Die Häuser der Siedlung waren typische römische Streifenhäuser, wie sie in der Forschung bezeichnet werden. Sie standen Wand an Wand,

so wie moderne Reihenhäuser. Streifenhäuser hatten einen langgestreckten rechteckigen Grundriss und waren mit der Schmalseite zur Straße hin ausgerichtet. Das Satteldach, rekonstruiert Heising, war ebenfalls zur Straße ausgerichtet, damit das Regenwasser dorthin abgeleitet werden konnte und nicht in die Wände der Nebenhäuser lief. Die Häuser waren in ebenerdiger Schwellbalken-Bauweise errichtet. Die Archäologen entdeckten, dass in kurzen Intervallen immer wieder um- oder neu gebaut wurde. Weil die Holzbalken offenbar aufgrund der Bodenbeschaffenheit schnell verwitterten oder absackten, veränderten die Bewohner von Lahr-Dinglingen ein wichtiges Detail: Ab einem gewissen Zeitpunkt errichteten sie ihre Häuser auf Sockelsteinen. Diese Bauweise wird seit den Ausgrabungsergebnissen der Freiburger Archäologen in der Forschung als „Haustyp Lahr“ bezeichnet.

Nachbau im Maßstab 1:1

Abdrücke von Weidenruten auf der Innenseite von Wandfragmenten machen deutlich, dass die Wände mit Flechtwerk gefüllt waren, auf das Lehmputz aufgebracht wurde. Zudem fanden sich Reste von weißem oder auch rotem Kalkputz: Es sei typisch römisch gewesen, so Heising, die Außenwände weiß zu verputzen und im unteren Bereich der Fassade einen roten Schmutzstreifen aufzutragen. Im gesamten Ausgrabungsgebiet wurden auffallend wenige Dachziegel gefunden. Deshalb vermutet der Freiburger Professor, dass beim Decken des Dachs organische Materialien wie Holzschindeln zum Einsatz kamen: „Die Nähe zum Schwarzwald dürfte die Materialbeschaffung vereinfacht haben.“

„Alle Aussagen zum Aussehen und zur Gestaltung der Häuser oberhalb ihres Fundamentbereichs bleiben natürlich bis zu einem gewissen Grad Spekulation“, erklärt Heising. Das betrifft auch die Höhe der Streifenhäuser: Früher gingen die Forschenden von eingeschossigen Häusern aus, doch durch Grabungen in verschiedenen Regionen ist inzwischen erwiesen, dass es mehrgeschossige Bauten waren. Die Häuser im Vicus Lahr-Dinglingen waren wohl anderthalbgeschossig: Heising berechnete einen Giebelhöhe von 7,10 Meter. Für die Landesgartenschau 2018 in Lahr wurde nach den Vorgaben des Freiburger Archäologen ein Streifenhaus im Maßstab 1:1 rekonstruiert. Die Pläne basieren auf Bauprinzipien, die Heising aufgrund der Ausgrabungsfunde



Detailgetreue Rekonstruktion: Durch eigens dafür entwickelten Maschinen sehen die Balken des Neubaus aus als seien sie gehobelt.

Professor ist glücklich über das Ergebnis: „Es ist so authentisch wie möglich. Die Besucherinnen und Besucher sehen von den modernen Eingriffen nichts.“

Gartenbau nach antikem Vorbild

Für die Archäologen gab es bei den Ausgrabungen eine Überraschung: Sie stießen auf sieben Brunnen, vier waren sogar komplett. Am Boden der Brunnen waren organische Materialien und 303 verschiedene Arten von Pflanzensamen erhalten geblieben. Diese wurden durch Prof. Dr. Manfred Rösch vom Landesdenkmalamt ausgewertet – so erfuhr man, welche Pflanzen in den Gärten des Vicus wuchsen. Diese Pflanzen wurden in der „Lahrer Liste“ erfasst und veröffentlicht, und für die Landesgartenschau wurde eigens ein Garten mit diesen Pflanzenarten angelegt.

Der Freiburger Forscher wird den antiken Neubau regelmäßig besuchen, da es aus wissenschaftlicher Sicht interessant ist, wie sich die Witterung auf das Haus auswirkt. Aber nicht nur für Archäologen steht das Streifenhaus offen: Eingebunden in ein museumspädagogisches Konzept der Stadt Lahr und bespielt durch den ehrenamtlichen Arbeitskreis „Römeranlage“, soll es ein lebendiger Ort der Geschichtsvermittlung sein: „Für uns Wissenschaftler ist das eine schöne Sache, weil wir durch unsere Arbeit Bürgerengagement erzeugen konnten.“

www.pr.uni-freiburg.de/pm/online-magazin/forschen-und-entdecken/roemerhaus-alle-wege-fuehren-nach-lahr

rekonstruieren konnte. Eine Firma, die im Nachbau historischer Holzkonstruktionen erfahren ist, stellte das Streifenhaus in Fertigbauweise auf. Es wurde auf jedes Detail geachtet: So sägte das Handwerkerteam die Balken mit modernen Geräten, um sie abschließend mit einer eigens entwickelten Maschine so zu bearbeiten, dass sie aussehen, als seien sie wie in der Antike gehobelt und nicht gesägt worden. „Aber womöglich entspricht das Haus eher unseren heutigen Vorstellungen von einem solchen Streifenhaus als der antiken Realität“, gibt Heising zu bedenken. Das Resultat ist ein antiker Neubau: ein Haus, konstruiert nach historischen Bauplänen, ergänzt um die heutige Sicherheitstechnik. Der Freiburger



Prof. Dr. Alexander Heising studierte Provinzialrömische Archäologie, Frühgeschichtliche Archäologie und Alte Geschichte an den Universitäten in München und Freiburg. 1999 wurde er in Freiburg mit einer Arbeit zu den römischen Töpfereien von Mainz promoviert. Daran anschließend war er in der Abteilung Archäologie und Geschichte der römischen Provinzen sowie Hilfswissenschaften der Altertumskunde an der Universität Frankfurt a.M. tätig. Seit 2009 ist er Professor für Provinzialrömische Archäologie an der Albert-Ludwigs-Universität.

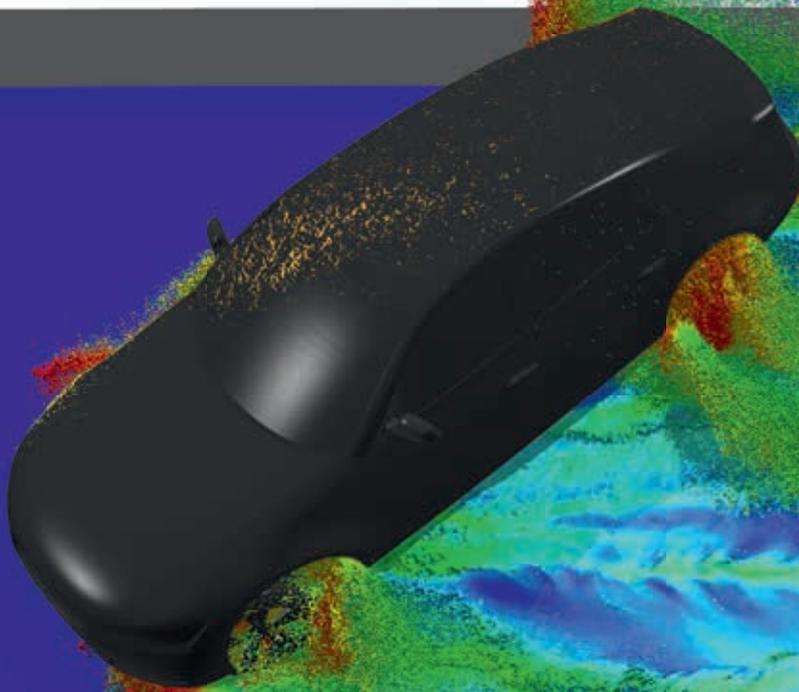
Fotos: Thomas Kunz

Zum Weiterlesen

Heising, A. /Bräuning, A. (2018): Entlang der Fernstraße. Die römische Siedlung von Lahr-Dinglingen. Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg Heft 80. Esslingen.

Heising, A. (2011): Römerforschung in Deutschland. Eine kurze Geschichte der Provinzialrömischen Archäologie. In: Freiburger Universitätsblätter 192, S. 61-76.

Heising, A. (2007): Figlinae Mogontiacenses. Die römischen Töpfereien von Mainz. Remshalden.



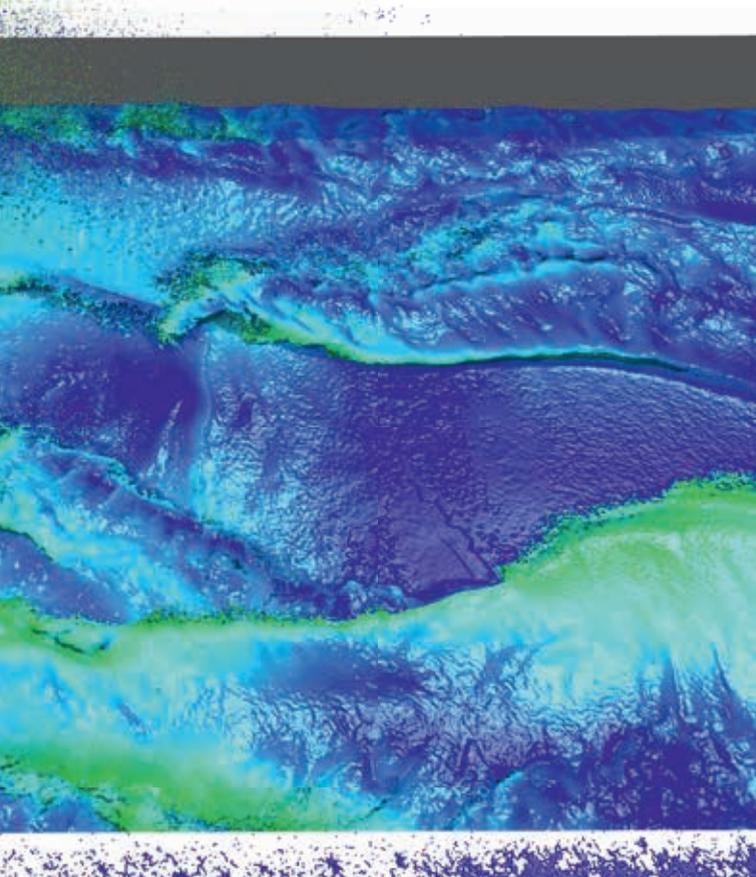
Berechenbare Fließwege

Dank der Software eines Freiburger Start-ups lässt sich das Verhalten von Flüssigkeiten bis zum letzten Tropfen simulieren

von Stephanie Streif

Wohin spritzt es? Die Software verdeutlicht, was passiert, wenn ein Auto mit hoher Geschwindigkeit durch eine breite Wasserrinne fährt, und durch Abbremsen aus der Spur gerät.

Foto: PreonLab / FIFTY2 Technology GmbH



Regentropfen prasseln auf das Autodach und rinnen über die Karosserie. Von unten spritzt Pfützenwasser gegen den Boden des Wagens. Klingt harmlos, ist es aber nicht: Schwappet Nasses – egal, ob Regenwasser oder funktionale Flüssigkeiten wie Öl und Benzin – unkontrolliert in ein Fahrzeug, kann das schnell teuer werden. Zum Beispiel, wenn ein Auto – obwohl geländegängig und mit Differenzialsperre ausgestattet – beim Durchfahren einer tieferen Furt stecken bleibt.

Die Wege, die Flüssigkeiten nehmen, wenn sie ins Auto gelangen, will darum kein Autobauer dem Zufall überlassen. Die FIFTY2 Technology GmbH, eine Ausgründung der Albert-Ludwigs-Universität, hat eine Software namens PreonLab entwickelt, mit der sich der Fließverhalten von Flüssigkeiten auf den Bildschirm bringen lässt. Ein Tool, das für die Automobilindustrie äußerst attraktiv ist. Markus Ihmsen ist einer der Gründer von FIFTY2. Wie auch seine Kollegen Christoph Gissler und Marc Gissler hat er Informatik an der Albert-Ludwigs-Universität studiert und dort in der Arbeitsgruppe Graphische Datenverarbeitung geforscht.

Anfangs ging es Ihmsen und Marc Gissler noch nicht um Flüssigkeiten im Speziellen, sondern um verformbare Körper und deren physikalisch basierte Animation im Allgemeinen. Erst während seiner Diplomarbeit spezialisierte sich Ihmsen auf Flüssigkeiten und ihre digitale Simulation. In seiner Doktorarbeit tauchte er in die Welt der Fluide ein, erforschte Datenstrukturen, Algorithmen und numerische Verfahren, die eine schnellere und präzisere Berechnung von Flüssigkeiten ermöglichen. Er forschte und publizierte dazu nicht alleine, sondern zusammen mit einem Mitdoktoranden und Prof. Dr. Matthias Teschner, Leiter der Arbeitsgruppe Graphische Datenverarbeitung.

„Wir haben gemerkt, dass unsere Forschung Marktpotenzial hat“

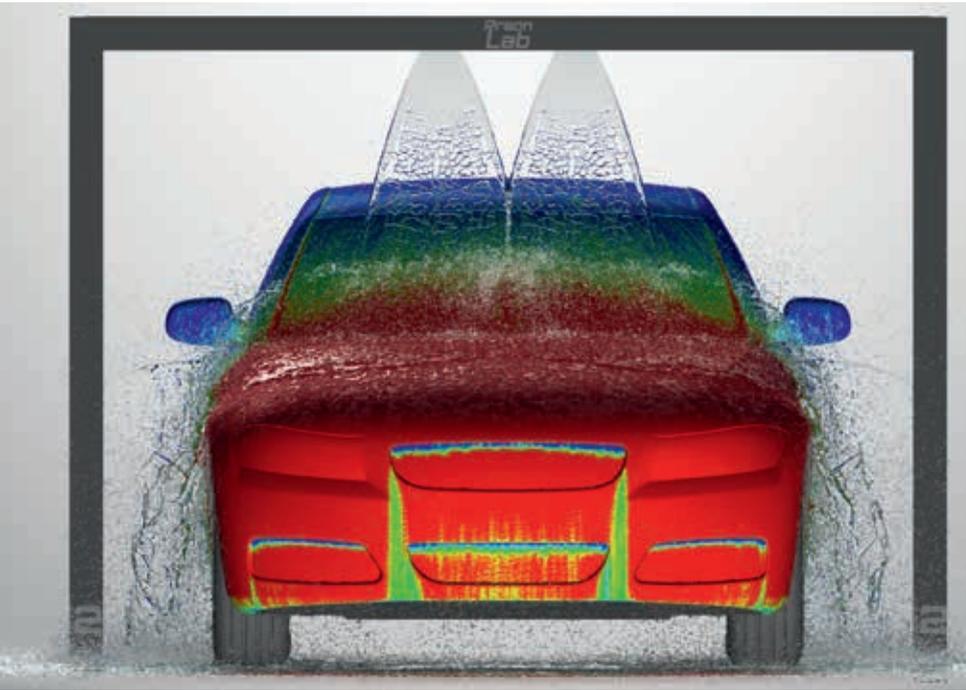
„Wir haben gemerkt, dass unsere Forschung Marktpotenzial hat“, erzählt Ihmsen. Sie veröffentlichten 2013 unter anderem ein Paper, in dem sie skizzierten, wie ihr hydrodynamisches Tool bei dem Trickfilmstudio Disney-Pixar zum Einsatz kam. 2014 interessierte sich eine österreichische Firma, die ihr Ingenieur-Know-how unter anderem an die Autoindustrie verkauft, für ihre Ergebnisse. Zu diesem Zeitpunkt stand für die Freiburger Forscher fest, dass es für ihre Software eine Ausgründung brauchte. Mit Unterstützung des Gründerbüros der Albert-Ludwigs-Universität und mit Fördergeldern des Exist-Forschungstransfers des Bundes sowie des Europäischen Sozialfonds starteten sie FIFTY2. Nun konnte PreonLab auf den Markt kommen. Das Geheimnis dieser Software: ihr partikelbasierter Code, der das Fließverhalten eines jeden Tropfens berechenbar macht. Dafür gab es den Förderpreis des Forums Angewandte Informatik und Mikrosystemtechnik der Universität Freiburg.

Die Bilder, die das Informatikerteam mit seiner Software auf den Bildschirm bringt, sind beeindruckend. Ihmsen klickt durch eine Präsentation, die farbig visualisiert, wie sich Öl durchs Getriebe bewegt, wie Regenwasser durch eine Autotür abfließt oder was passiert, wenn ein Auto mit einer Geschwindigkeit von 120 Kilometern pro Stunde durch eine breite Wasserrinne fährt.

„Mit wenigen Klicks lassen sich schon in der Vorentwicklung einzelne Bauteile optimieren“, sagt Christoph Gissler. Erreicht werde das unter anderem mithilfe von virtuellen Sensoren, die sich in die Simulation integrieren ließen, um noch mehr Infos, zum Beispiel bei der Fahrt durch die Wasserrinne den exakten Wasserstand in der

Verzögerungen, die daraus für ein Projektteam entstehen können. Auch darum ist PreonLab bei Autobauern beliebt. Mit der Anzahl der Kunden ist auch das Unternehmen gewachsen: Heute hat FIFTY2 acht Mitarbeiter. Der Jahresumsatz liegt im mittleren sechsstelligen Bereich.

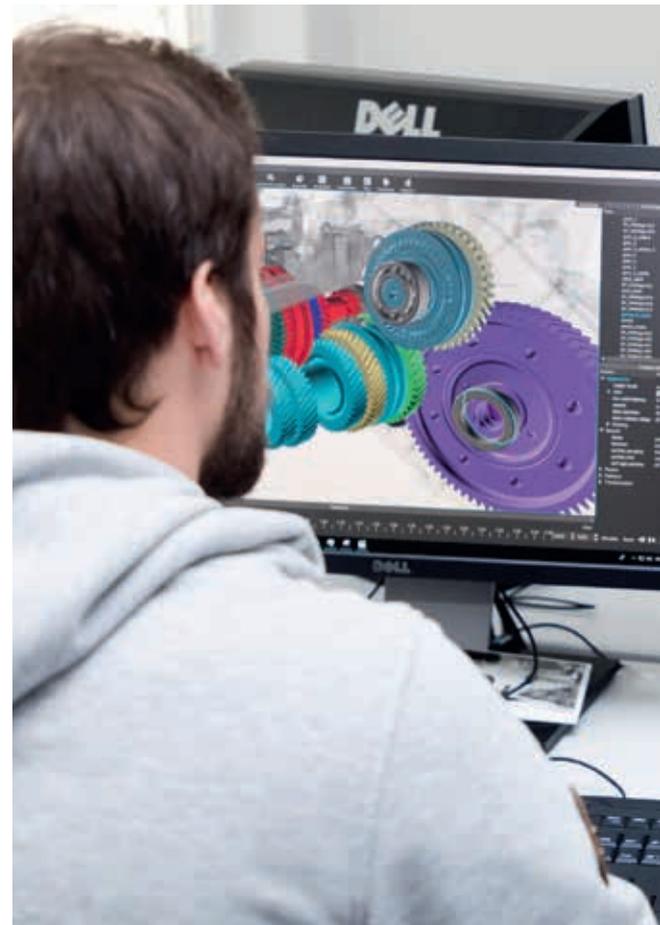
Die Grundfunktionalität von PreonLab lässt sich problemlos auf andere Bereiche und Geräte übertragen – auf Wasch- und Spülmaschinen oder auf den Wasserbau. Bei Waschmaschinen, so erklärt Marc Gissler, könne man den Wasserverbrauch bei gleichbleibendem Ergebnis optimieren. Und bei Spülmaschinen lasse sich erreichen, dass das Wasser tatsächlich mit jedem Teller, jeder Tasse und jeder Gabel in Kontakt komme. Noch während ihrer Zeit an der Universität simulierte die Forschergruppe im Auftrag eines Züricher Ingenieurbüros Unfallszenarien auf dem Rhein. Damals sollte die zulässige Schiffslänge von 110 auf 130 Meter erhöht werden. Die Freiburger klärten ab, welche Wege sich verdrängtes Wasser am Ufer nach einer Havarie suchen würde und



Autokarosserien müssen auch den Besuch einer Waschanlage unbeschadet überstehen. PreonLab zeigt, welche Teile besonders dicht sein müssen. Die rotmarkierten Bereiche kommen länger als 20 Sekunden mit Wasser in Kontakt, die blaue Bereiche hingegen weniger als 5 Sekunden. Grün ist der Mittelwert von 12.5 Sekunden. Fotos: : PreonLab / FIFTY2 Technology GmbH

Nähe des Kühlers, abzufragen. „Früher hätte man beim Prototypen spezielle Filter eingebaut und vor und nach der Fahrt durchs Wasser gewogen“, so Ihmsen. Das brauche es jetzt nicht mehr.

PreonLab war zwar nicht die erste Software dieser Art auf dem Markt, doch früher habe es Wochen gedauert, bis am Computer eine Szenerie aufgesetzt und durchgerechnet werden konnte, sagt Ihmsen: „Wir schaffen das in zwei Tagen.“ Je schneller irgendwo ein Mangel identifiziert werden kann, desto besser, denn die Kosten für einen zu spät entdeckten Bauteilfehler schrauben sich schnell in die Höhe, ganz zu schweigen von den



wie sich dadurch die Fließgeschwindigkeiten sowie die Strömungsverläufe verändern.

Vor Kurzem rückten die Ingenieure aus der Schweiz und die Informatiker aus Freiburg enger zusammen. Gemeinsam entwickeln sie jetzt eine auf den Wasserbau abgestimmte Software. Die werde künftig auch am Berg zur Anwendung kommen, denn infolge des Klimawandels werde in den nächsten Jahren einiges an Wasser den Berg hinunterfließen, erklärt Ihmsen. Das sei ein neues Feld, das man sich jetzt erschließen wolle.

Die Software PreonLab visualisiert, wie sich zum Beispiel Öl durchs Getriebe bewegt oder Regenwasser durch eine Autotür abfließt. Dadurch lassen sich schon in der Vorentwicklung einzelne Bauteile der Fahrzeuge optimieren.



Dr. Markus Ihmsen studierte Informatik an der Universität Freiburg. Als Doktorand und Forschungsassistent forschte er intensiv an neuen Datenstrukturen, Algorithmen und numerischen Verfahren, die eine schnellere und genauere Berechnung des Verhaltens von Flüssigkeiten ermöglichen. Seine Publikationen bildeten die Basis für die Ausgründung beziehungsweise das Produkt PreonLab. Seit 2015 leitet Ihmsen die technische Entwicklung bei FIFTY2 Technology.

Fotos: Jürgen Gocke



Dr. Marc Gissler studierte Informatik an der Universität Freiburg. Als Doktorand forschte er an räumlichen Datenstrukturen zur Kollisionserkennung und -vermeidung und deren Anwendung, zum Beispiel bei der Pfadfindung von Robotern. Seit Herbst 2016 ist er als Research & Development Engineer bei FIFTY2 Technology tätig.



Christoph Gissler studierte Informatik an der Universität Freiburg. Seit seinem Masterabschluss im Jahr 2015 ist er als Research & Development Engineer bei FIFTY2 Technology tätig. Zugleich ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter und Promotionsstudent in der Arbeitsgruppe Graphische Datenverarbeitung. Er beschäftigt sich vor allem mit der partikelbasierten Simulation von Flüssigkeiten und Festkörpern.



Zum Weiterlesen

Gissler, C./Band, S./Peer, A./Ihmsen, M./Teschner, M. (2017): Approximate Air-Fluid Interactions for SPH, Proc. VRIPHYS, Lyon. S. 1–10.

Ihmsen, M./Cornelis, J./Solenthaler, B./Horvath, C./Teschner, M (2014): Implicit Incompressible SPH. In: IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 20/3, S. 426–435.

Gissler, M./Ihmsen, M./Teschner, M (2011): Efficient Uniform Grids for Collision Handling in Medical Simulators. In: Int. Conf. on Computer Graphics Theory and Applications GRAPP. S. 79–84.

Das Bild im Fokus

Eine Flut visueller Eindrücke gehört zum Alltag aller, die morgens die Zeitung lesen, tagsüber im Internet surfen oder abends den Fernseher einschalten. Berichte ohne Bilder sind rar geworden, vor allem in Zeiten der Neuen Medien. In der Studie „Still Images – Moving People?“ untersucht Diana Panke, Professorin für Politikwissenschaft an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, zusammen mit Privatdozentin Dr. Stephanie Geise von der Universität Münster und Dr. Axel Heck von der Universität Kiel, ob die Emotionen, die das Betrachten von Medienbildern hervorruft, die Bereitschaft verändern, selbst politisch aktiv zu werden und Protest zu äußern. „Das Thema politischer Protest ist noch immer aktuell. Die Bilder, die während der Flüchtlingskrise, der Pegida-Demonstrationen oder des Arabischen Frühlings über die sozialen Medien transportiert wurden, haben sich eingepreßt“, erklärt Diana Panke die Idee zu dem Projekt, das von der Friede Springer Stiftung für eineinhalb Jahre mit rund 156.000 Euro gefördert wird.

Die Auswahl der Bilder

Zu Beginn ihrer Arbeit fasste die Forschungsgruppe ihr Konzept enger, indem sie sich auf die vier Politikfelder Sicherheit, Wirtschaft, Tierschutz und Bildung konzentrierte. Vor der eigentlichen Hauptstudie spielte die Auswahl der Bilder eine entscheidende Rolle. „Wir haben darauf geachtet, dass es möglichst unbekannte Fotos sind, denn wir wollen schließlich herausfinden, welche spontanen Reaktionen Medienbilder hervorrufen“, erläutert Panke. Das funktioniert nur, wenn die Bilder den Betrachtern fremd seien. In einer Selektionsstudie mit mehr als 40 Probandinnen und Probanden seien deshalb aus einem großen Pool von Medienbildern für jedes der vier Politikfelder vier Bilder – zwei positiv und zwei negativ bewertete – ausgesucht worden.

Im Fokus standen dabei Fotos von Protestgegenständen und Protestbewegungen. „Positiv bewertet wurde im Politikfeld Tierschutz beispielsweise das Foto eines Kükens, das auf einer grünen Wiese herumläuft, sowie ein Foto, das fröhlich demonstrierende Bürgerinnen und Bürger mit bunten Transparenten zeigt. Negativ wahrgenommen wurden hingegen Fotos einer Legebatterie und Aufnahmen von verummten Gestalten, die militant auftreten.“ Anschließend seien die Bilder wie gängige Medienberichte aufbereitet worden, indem jeweils Überschriften, Unter- und Autorenzeilen sowie ein Fließtext hinzugefügt wurden. Dabei seien die Texte und die Aufmachung relativ neutral gehalten worden, um ihre Vergleichbarkeit zu gewährleisten. „Nachdem wir das Design der Studie erstellt hatten, haben wir in einer kleineren Vorstudie mit 20 Teilnehmerinnen und Teilnehmern überprüft, ob es auch wirklich so funktioniert, wie wir das wollen.“

„Das Thema politischer Protest ist noch immer aktuell“

Die Hauptstudie mit 120 Probanden, allesamt Studierende der Universität Münster, lief dann wie folgt ab: Zunächst mussten die Teilnehmer am Computer einen detaillierten Fragebogen ausfüllen, mit dem unter anderem die Einstellungen zu den vier Politikfeldern abgefragt und der allgemeine Wissensstand zu den einzelnen Themen überprüft wurde. Anschließend wechselten die Probanden zu einem anderen Computer und bekamen aus jedem der vier Politikfelder jeweils einen Medienbericht zu lesen. Via Eye-Tracking, einer technischen Methode, wurden die Blickrichtung und die Dauer der Betrachtung gemessen.



Eine Studie untersucht, wie sich Medienbilder auf die Bereitschaft zum politischen Protest auswirken

von Judith Burggrabe

Was bewegt Menschen dazu, für ihre Werte einzutreten und politischen Protest auszuüben? Eine Studie der Universitäten Freiburg, Münster und Kiel untersucht, welche Rolle Medienbilder dabei spielen und ob die Betrachtung von Fotos Einfluss auf die Bereitschaft hat, selbst aktiv zu werden. Foto: Fotolia/Fitz



„Interessant für uns war vor allem, wie lange der Blick auf den Bildern verweilt und welche Bildelemente sich die Testpersonen besonders intensiv anschauen“, erklärt die Freiburger Wissenschaftlerin.

Der Eye-Tracker mache sichtbar, dass der Blickverlauf während des Betrachtens und Lesens nicht konsequent eine Richtung einhalte. „Das Auge springt hin und her: mal zum Text, dann wieder zurück zur Überschrift oder zum Bild“, erläutert sie. Dabei wussten die Teilnehmer nur, dass sie bei einer allgemeinen Studie zum Thema Medien mitmachen, nicht, dass es speziell

um die Wirkung von Bildern geht. „Manche haben sich beispielsweise die Texte ganz genau durchgelesen, weil sie nicht wussten, welche Fragen im Nachgang auf sie warteten.“

Nach dem Eye-Tracking folgte das Ausfüllen eines zweiten Fragebogens, mit dem die Forscherinnen und Forscher genauer ermittelten, wie die Bilder wahrgenommen wurden – ob positiv, negativ oder neutral – und welche Emotionen sie hervorgerufen hatten. Dieser zweite Fragebogen enthielt auch mehrere Fragen aus dem ersten Fragebogen, um durch einen Vorher-nachher-Vergleich Rückschlüsse auf eine möglicherweise

veränderte Bereitschaft der Probanden zum politischen Protest in den verschiedenen Politikbereichen ziehen zu können.

„Unser Forschungsdesign hat experimentellen Charakter, was in der Politikwissenschaft eher unüblich, aber gerade deshalb auch sehr innovativ ist“, sagt Panke. Ziel des Projekts sei es, eine Kausalität zwischen der visuellen Wahrnehmung, dem affektiven Verhalten – also der zunächst nicht bewussten Reaktion auf ein Bild – und dem daraus entstehenden Sinneseindruck sowie intentionalem politischen Handeln herzustellen. „Wir wollten so erfahren, ob Bilder das Potenzial haben, am Handeln etwas zu ändern“, sagt die Freiburger Forscherin. Politischer Protest könne sich in vielen verschiedenen nieder- und höher-schwelligeren Formen äußern: vom Sammeln von Unterschriften über die Teilnahme an Bürgerbewegungen bis hin zu militanten Aktionen.

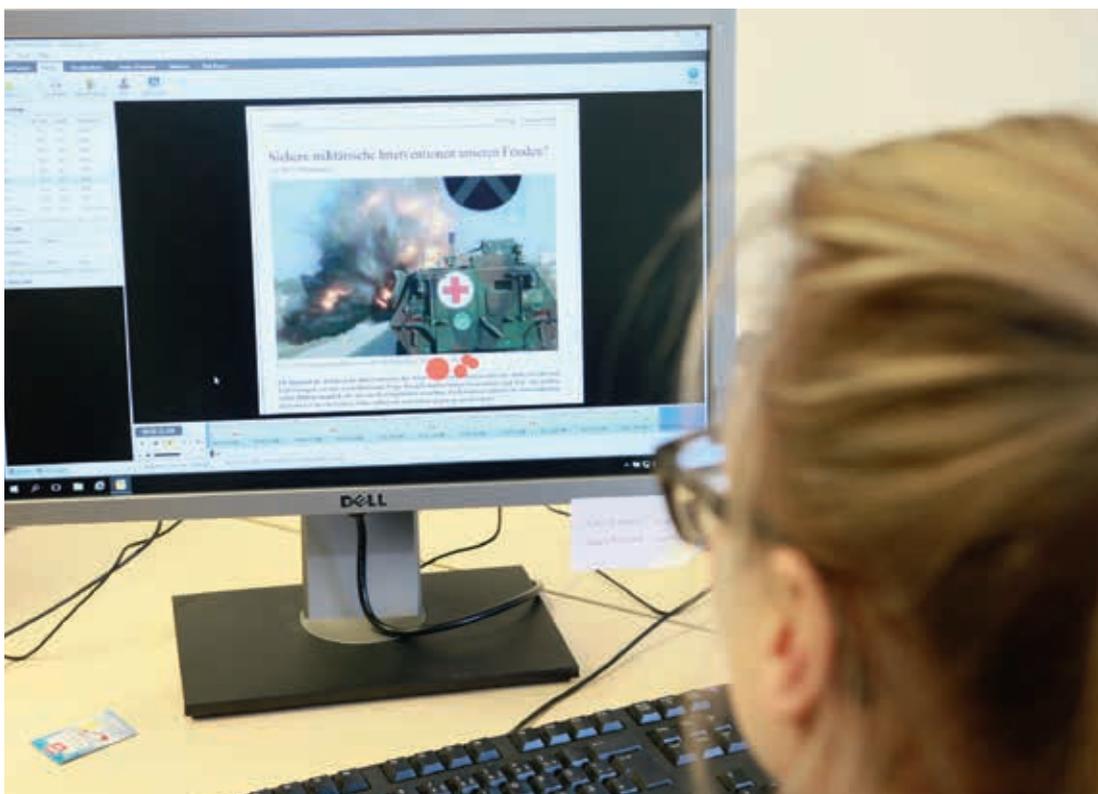
Erste Ergebnisse

Da das große Auswertungstreffen der Forschergruppe noch ausstehe, seien die Ergebnisse zunächst noch vorläufig. Vier Anfangshypothesen

gelte es zu überprüfen. „Was wir zum einen wissen wollten, ist, ob die Gesamtdauer der Bildbetrachtung einen positiven Effekt auf die Bereitschaft hat, sich politisch zu engagieren. Kurz gesagt: Ist die Bildwirkung stärker, je länger der Blick auf dem Bild verweilt?“ Diese erste Erwartung habe sich bislang bestätigt.

„Unser Forschungsdesign hat experimentellen Charakter

Die zweite Annahme der Forscher war, dass Bilder, die extreme Reaktionen hervorrufen – seien es positive oder negative –, einen stärkeren Einfluss auf die Bereitschaft zum politischen Protest haben. „Auf das Foto mit der Legebatterie beispielsweise reagierten die Probanden sehr ablehnend, weshalb wir hier eine stärkere Bereitschaft erwarten, sich später für den Tierschutz zu engagieren“, resümiert Panke. Oder, ins Positive gewendet: Ein kleines Küken, das munter auf einer saftiggrünen Wiese herumläuft, sollte stärkere Wirkungen auslösen als ein eher neutral gehaltenes Bild wie das einer Gruppe Hühner vor



Welche Bildelemente betrachten die Probanden besonders intensiv und welche Rückschlüsse lassen sich daraus auf die Bereitschaft zum politischen Protest ziehen? Die eigens für die Studie erstellten Medienberichte wurden in ihrer Aufmachung bewusst neutral gehalten, um die Vergleichbarkeit der Bildwirkung gewährleisten zu können.

Foto: Institut für Kommunikationswissenschaft, WWU Münster



Beim Eye-Tracking ist im Computer eine kleine Schiene aufgebaut, die den Blickverlauf der Pupille misst. Die Farben gelb und grün weisen auf eine kürzere Verweildauer hin, rot auf eine längere.

Foto: Institut für Kommunikationswissenschaft, WWU Münster



Diana Panke hat Politikwissenschaft, Öffentliches Recht und Betriebswirtschaftslehre an der Universität Mannheim studiert. 2007 wurde sie an der Freien Universität Berlin promoviert. Von 2007 bis 2012 unterrichtete sie am University College in Dublin/Irland erst als Lecturer, dann als Professorin. Seit Juli 2012 ist Diana Panke Professorin für Politikwissenschaft mit Schwerpunkt „Governance in Mehrebenensystemen“ am Seminar für Wissenschaftliche Politik der Universität Freiburg. Ihre Forschungsschwerpunkte sind unter anderem die Institutionen der Europäischen Union, internationale Verhandlungen, Regieren jenseits des Nationalstaats sowie vergleichende Regionalismusforschung.

Foto: privat

einem grauen Hintergrund. Diese Annahme sieht die Forscherin nach der Auswertung der Vorstudie bestätigt, allerdings fehle hier noch das Ergebnis aus der Hauptstudie.

Bislang noch nicht in die Auswertung einbezogen sind einige hinter der Bildauswahl stehende Hypothesen. So will das Team unter anderem herausfinden, wie empathisch die Probanden sind. Gibt es andere Reaktionen beim Betrachten von Protestgegenständen im Vergleich zur Betrachtung von Protestbewegungen? „Das ist im Prinzip das soziale Handlungsmodell. Ziel ist es, zu analysieren, ob sich Personen stärker angesprochen fühlen von Bildern, auf denen sie Personen sehen, die sich bereits politisch engagieren.“ Oder – das wäre das strategische Modell – „man sieht einen Protestgegenstand wie die Legebatterie, und daraus kristallisieren sich bestimmte Erwartungen und Interessen heraus, für die man sich einsetzen möchte“.

Hypothesenstatus

Was darüber hinaus immer mitschwingt, sei die Tatsache, dass nicht jeder Politikbereich jedem Individuum gleich wichtig und gleich nah ist. Auf die vier ausgewählten Politikfelder bezogen, erwartet die Forschergruppe stärkere Reaktionen bei den Themen Bildung und Tierschutz, weil diese eine größere Rolle im Alltag der Probandengruppe spielten. „Wirtschaft und

Sicherheit sind dagegen von der alltäglichen Lebenswelt der Studierenden weiter entfernt.“ Noch sei dies jedoch nicht abschließend untersucht.

„Bislang ist der Hauptbefund, dass die Betrachtungsdauer einen entscheidenden Unterschied macht. Was sich darüber hinaus versuchsweise zeigt, ist, dass auch bei der subjektiven Wahrnehmung große Unterschiede bestehen“, resümiert Panke. Nach dem Abschluss dieser Studie sei bereits eine weitere zum gleichen Thema in Planung, dann jedoch mit mehr Probanden und einem noch differenzierteren Projektdesign.

Zum Weiterlesen

Geise, S./Baden, C. (2015): Putting the image back into the frame: modeling the linkage between visual communication and frame-processing theory. In: *Communication Theory* 25/1, S. 46–69.

Anduiza, E./Jensen, M. J./Jorba, L. (2012): *Digital media and political engagement worldwide: a comparative study*. Cambridge.

Geise, S./Schumacher, P. (2011): Eyetracking. In: Petersen, T./Schwender, C. (Hrsg.): *Die Entschlüsselung der Bilder. Methoden zur Erforschung visueller Kommunikation*. Köln, S. 349–371.



Das ATLAS-Phantom

Zwei Freiburger Physiker suchen nach dem Teilchen, aus dem Dunkle Materie besteht

von Jürgen Schickinger

Der Teilchenbeschleuniger Large Hadron Collider ist 27 Kilometer lang und liegt 50 bis 150 Meter tief in der französischen und schweizerischen Erde: dort bringt er Protonen annähernd auf Lichtgeschwindigkeit.

Foto: 2012 CERN

Spurlosigkeit wird den unsichtbaren Täter verraten. Das Phantom entgeht selbst hochpräzisen Messgeräten wie dem ATLAS-Detektor im europäischen Kernforschungszentrum CERN. „Das Phantom hinterlässt in ATLAS keine direkten Signale“, sagt Prof. Dr. Karl Jakobs, experimenteller Teilchenphysiker am Physikalischen Institut der Universität Freiburg. Auch sein Institutskollege Prof. Dr. Gregor Herten will mit ATLAS das Teilchen finden, aus dem die mysteriöse Dunkle Materie besteht: „Es ist wie ein Kriminalfall.“ Die Teilchendetektive suchen nach einer Art weißem Fleck im Fingerabdruck. Bei den Teilchenkollisionen, durch die ihre „Verdächtigen“ entstehen, fehlt am Ende Energie. Diese Lücke in der Bilanz ist die heißeste Spur. Sie zeigt sich als charakteristische Signatur in ATLAS. Jakobs und Herten folgen demselben Täterprofil. Doch sie haben verschiedene Hauptverdächtige.

„ATLAS ähnelt einer extrem leistungsfähigen, hausgroßen Digitalkamera für Teilchenspuren“, sagt Jakobs. Der Detektor hat eine Auflösung von 150 Megapixeln und kann beachtliche 40 Millionen Fotos pro Sekunde schießen. So oft kollidieren Protonpakete im Herzen von ATLAS. Der Detektor ist Bestandteil des Large Hadron Collider (LHC), des Teilchenbeschleunigers im CERN in Genf/Schweiz. Dieser beschleunigt die Protonen annähernd auf Lichtgeschwindigkeit. Die Teilchen kollidieren bei einer Energie von 13 Teraelektronenvolt (TeV) oder 13 Billionen Elektronenvolt. Energie ist in Masse umwandelbar. Darum können bei Kollisionen alle Arten von Teilchen entstehen – auch Partikel, wie sie es kurz nach dem Urknall gab. Ihre Spuren erhascht ATLAS.

Fehlende Energie als Fingerabdruck

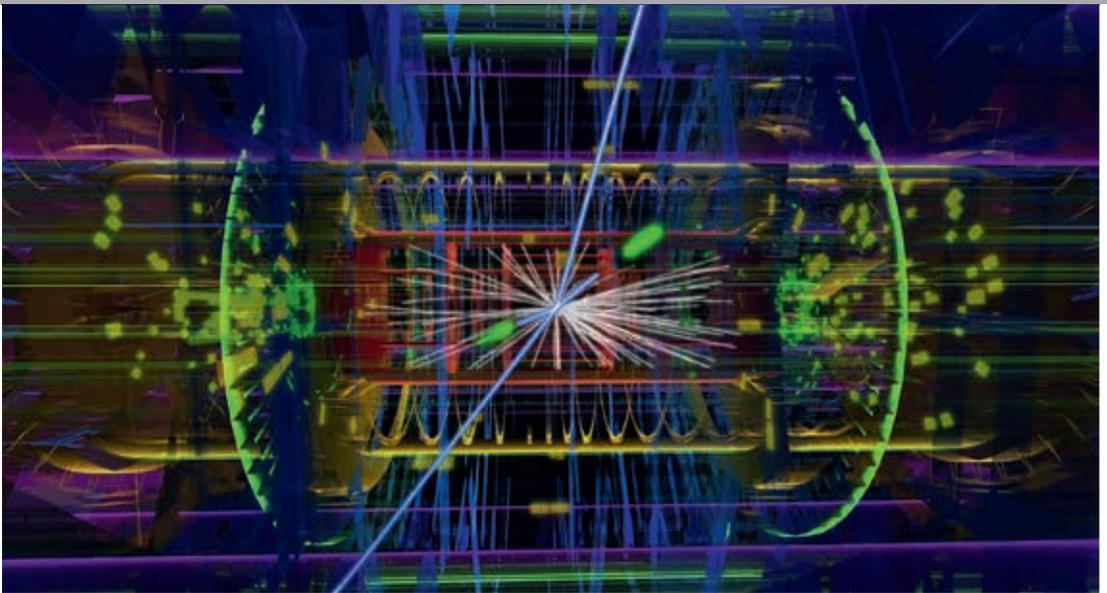
Leider haben Teilchendetektoren kein Gespür für die Partikel der Dunklen Materie. Sonst hätten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ihr Rätsel vermutlich längst gelöst. Doch ATLAS erkennt, wenn die Energiebilanz einer Kollision unausgeglichen war. „Die meisten Kollisionsprodukte fliegen in Stoßrichtung davon“, sagt Herten. Gelegentlich schießen aber Teilchen senkrecht nach oben und unten weg. Diese Teilchen detektiert ATLAS. Gehen

Teilchen mit einer bestimmten Energie nach oben weg, müssen zum Ausgleich auch Teilchen mit derselben Energie nach unten weggehen. Sonst fehlt Energie. „Das ist die Signatur, die wir suchen“, sagt Herten. Sie ist der Fingerabdruck, der potenzielle Dunkle-Materie-Teilchen kennzeichnet.

„Dunkle Materie macht fast ein Viertel der gesamten Energie im Universum aus“

„Ohne Dunkle Materie würde das ganze Universum anders aussehen“, sagt Jakobs. Galaxien rotieren. Dabei kreisen die Sterne um das Zentrum der Galaxie und werden von der Gravitation auf der Bahn gehalten. Je mehr Masse eine Galaxie hat, umso kräftiger ist die Gravitation. Doch in den 1930er Jahren entdeckte ein Wissenschaftler: Die Sterne am äußeren Rand kreisen zu schnell. Sie müssten davonfliegen wie ein Diskus aus der Hand eines rotierenden Werfers. Denn die Masse der sichtbaren Sterne reicht nicht aus, um genug Gravitation zu erzeugen, damit die äußeren Sterne auf ihren Bahnen bleiben. Mehr Masse musste her. Die Idee der Dunklen Materie war geboren, und weitere Beobachtungen verfestigten sie.

Theoretisch muss es sechsmal so viel Dunkle Materie geben wie vertraute Materie – also die, aus der Gase, Flüssigkeiten und Schokolade bestehen. „Dunkle Materie macht fast ein Viertel der gesamten Energie im Universum aus“, sagt Herten. Entstanden ist sie wohl beim Urknall vor gut 13 Milliarden Jahren. Somit ist Dunkle Materie stabil. Sie darf nicht leuchten und muss ausreichend Masse besitzen, um die Gravitationseffekte erklären zu können – und um Galaxien zusammenzuhalten. Auch über die Teilchen der Dunklen Materie ist bisher wenig bekannt. Sie dürften, so Jakobs, aber nur schwach mit herkömmlicher Materie wechselwirken. Dadurch können sie einen Teilchendetektor wie ATLAS durchfliegen, ohne Spuren zu hinterlassen.



Teilchen mit passender Täterbeschreibung tragen die wenig schmeichelhafte Bezeichnung WIMP – „Schwächling“ auf Englisch. Die Abkürzung steht für „weakly interacting massive particles“. Diese theoretischen Kandidaten für Dunkle Materie hat kein Physiker je gesehen oder gemessen. Neutrinos hingegen sind bekannt und erfüllen einige der geforderten Kriterien: Sie leuchten nicht, sind stabil und schwach wechselwirkend. „Auch sie sind extrem schwer nachzuweisen“, sagt Jakobs. Neutrinos passieren die Erde und ATLAS unbeeindruckt. Doch sie taugen nicht als Dunkle-Materie-Kandidaten: Ihnen fehlt die Masse, das „M“, zum echten WIMP. „Wir suchen ein neutrinoähnliches Teilchen, aber mit viel mehr Masse“, fasst Jakobs zusammen.

raren Neutrinoereignisse von noch rareren Dunkle-Materie-Ereignissen sicher zu unterscheiden. Statistisch gesehen eine schwierige Aufgabe.

Für Jakobs und Herten wäre Supersymmetrie, genannt SUSY, die eleganteste Lösung des Dunkle-Materie-Rätsels. Susy ist eine Erweiterung der Standardtheorie der Teilchenphysik. Diese erklärt zwar die meisten Phänomene, aber eben nicht alle. „Supersymmetrie würde viele Probleme auf einmal lösen“, sagt Jakobs. Susy zufolge müsste jedes Teilchen ein supersymmetrisches Partnerteilchen besitzen – etwa jedes Quark und jedes Gluon ein Susy-Quark und Susy-Gluon. Die kämen allerdings als Kandidaten für Dunkle Materie nicht infrage: Quarks und Gluonen entstehen zwar bei Protonenzerfällen, zerfallen aber blitzschnell und sind instabil. Entsprechend stünden auch ihre Susy-Partner damit am Anfang von Zerfallsketten. Susy-Quarks und Susy-Gluonen würden in immer leichtere Susy-Teilchen zerfallen. Am Ende der Kette stünde das leichteste Susy-Teilchen, das Lightest Supersymmetric Particle (LSP). Dieses kann gar nicht mehr weiter zerfallen. „LSP wäre ein idealer WIMP-Kandidat“, sagt Jakobs.

Die Freiburger Professoren fahnden an diesem Punkt in leicht unterschiedliche Richtung: Jakobs vermutet den Ursprung der LSP-Zerfallskette bei Quark-Partnerteilchen, Herten eher bei Susy-Gluonen. Allerdings entstand bei den Kollisionen bisher kein Susy-Teilchen. Dafür können die Forscher nun einfache Susy-Modelle ausschließen: Bei Kollisionsenergien von 13 TeV

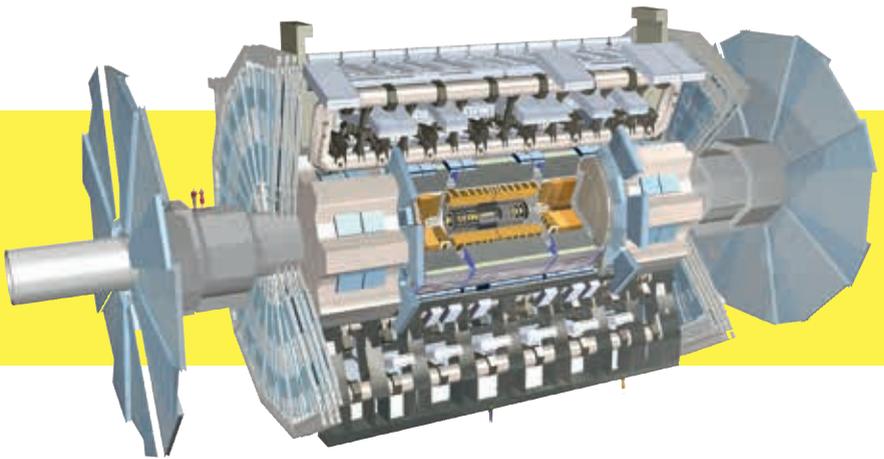
Der hochpräzise, schalenförmig aufgebaute ATLAS-Detektor hat eine Auflösung von 150 Megapixeln und kann 40 Millionen Fotos pro Sekunde schießen.

Illustration: 2014 CERN

„Über den Untersuchungsfokus ihrer Projekte entscheiden die Studierenden selbst“

Unglücklicherweise haben Neutrinos und Dunkle Materie denselben Fingerabdruck: Bei Protonenkollisionen verursachen sie identische Lücken in der Energiebilanz. „Wir müssen den Neutrinohintergrund genau kennen und abziehen“, sagt Herten, „unsere Hauptarbeit ist, alle bekannten Möglichkeiten auszuschließen – auch Messfehler.“ Und das bei zwei Millionen Kollisionen pro Sekunde. „Die meisten davon sind langweilig“, sagt er. Ein spezieller Filter sortiert die Niete in Millionstel Sekunden aus. Im kleinen Rest fahnden die Physiker und ihre Mitarbeiter nach Signaturen mit fehlender Kollisionsenergie. Zuletzt gilt es, die äußerst

hätten Susy-Quarks und Susy-Gluonen mit Massen bis zu 2 TeV entstehen sollen. Die Physiker nehmen deshalb an, dass die Susy-Teilchen wohl schwerer oder die Modelle seltener sein müssen, weil die Zerfälle, bei denen sie entstehen, komplizierter sind. Allerdings gibt es Fachleute, die andere hypothetische Teilchen für Dunkle Materie favorisieren, zum Beispiel Axionen oder sterile rechtshändige Neutrinos. „Wir schauen auch andere Signaturen an und probieren vieles aus“, sagt Herten. Jakobs pflichtet ihm bei: „Es ist die Aufgabe der Wissenschaft, in alle Richtungen zu blicken.“



„Ich würde gerne noch erleben, was Dunkle Materie ist“, sagt Herten. Dazu muss der LHC mehr Messdaten abwerfen. Ab 2026 wird er fast zehnfach effizienter laufen. „Wir müssen LHC und ATLAS voll ausreizen“, fordert auch Jakobs. Beide arbeiten momentan am Ausbau des ATLAS-Experiments, um seine Leistungsfähigkeit den höheren zukünftigen Anforderungen anzupassen. So werden auch in Freiburg neue Detektorkomponenten gebaut, und die Leistungsfähigkeit der Elektronik wird gesteigert. In der LHC-Maschine soll die Intensität der Protonpakete noch weiter erhöht werden, damit mehr Teilchen miteinander kollidieren. Die Kollisionsenergie soll auf 14 TeV steigen. Jakobs und Herten, die Jäger der Dunklen Materie, hoffen zumindest noch auf Kollisionen, bei denen mehr Energie verloren geht, als das Standardmodell erklären kann. Dann nämlich gäbe es jenseits davon etwas: womöglich sogar die elegante Supersymmetrie.



Prof. Dr. Karl Jakobs hat Physik in Bonn studiert und wurde 1988 an der Universität Heidelberg promoviert. Nach Stationen am CERN in Genf und am Max-Planck-Institut in München trat er 1996 eine Professur an der Universität Mainz an und wechselte 2003 auf die Professur für Experimentelle Teilchenphysik an die Universität Freiburg. Seit 2017 ist Jakobs als erster Deutscher Wissenschaftlicher Leiter des ATLAS-Projekts. Zusammen mit seinen rund 35 Mitarbeitern forscht er über das Higgs-Boson, über Dunkle Materie und arbeitet am Ausbau des ATLAS-Experiments. Für seine herausragenden Beiträge zur Entdeckung des Higgs-Teilchens wurde er 2015 mit der Stern-Gerlach-Medaille der Deutschen Physikalischen Gesellschaft ausgezeichnet.
Foto: privat



Prof. Dr. Gregor Herten hat Physik in Aachen studiert, wo er 1983 auch seine Promotion abschloss. Als Fellow im CERN begann er 1984, mit Teilchendetektoren zu arbeiten. Die Tätigkeit setzte er auch fort, nachdem er 1986 eine Professur am MIT im amerikanischen Cambridge angetreten hatte. Seit 1992 forscht und lehrt er als Professor für Experimentelle Physik am Physikalischen Institut der Universität Freiburg. Herten und seine 20-köpfige Arbeitsgruppe suchen nach supersymmetrischen und anderen neuen Teilchen. Im ATLAS-Projekt kümmern sie sich speziell um die Analyse der Datenmassen aus Kollisionen.
Foto: privat

Zum Weiterlesen

Ababoud, M. et al. [ATLAS Collaboration] (2017): Search for a scalar partner of the top quark in the jets plus missing transverse momentum final state at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector. In: Journal of High Energy Physics 12, S. 85.

Ababoud, M. et al. [ATLAS Collaboration] (2016): Search for squarks and gluinos in final states with jets and missing transverse momentum at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector. In: European Physical Journal C 76, S. 392.

Aad, G. et al. [ATLAS Collaboration] (2015): „Summary of the ATLAS experiment's sensitivity to supersymmetry after LHC Run 1 – interpreted in the phenomenological MSSM. In: Journal of High Energy Physics 10, S. 134.

*Studieren im Tandem: Das Freiburger
Lehrprojekt der Ethnologie erfährt große
Anerkennung. Foto: Boggy/Fotolia*



Besser nicht allein im Feld

Transkulturelle Teams in der Ethnologie bereiten Studierende auf Kooperation in der Arbeitswelt vor

von Mathias Heybrock

Bronisław Malinowski war der Indiana Jones der Ethnologie: Ein unerschrockener Abenteurer, der in die entferntesten Weltgegenden reiste und sich darum bemühte, die Funktionsweisen fremder Gesellschaften zu verstehen. „Den einsamen Helden“, nennt Prof. Dr. Judith Schlehe den 1942 gestorbenen Anthropologen. „Er ist der Vater der Feldforschung“, erklärt die Direktorin des Freiburger Instituts für Ethnologie, „ihm verdanken wir die Etablierung der Methode der teilnehmenden Beobachtung.“

„Wir gehen noch immer allein ins Feld“

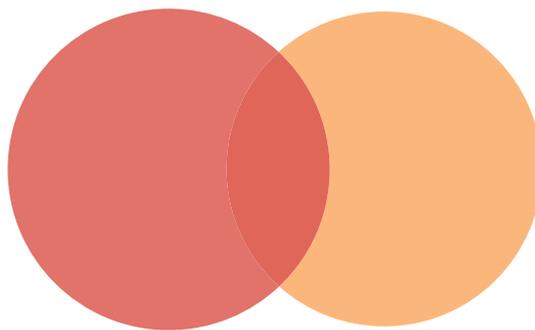
Dass die Ethnologie jedoch heute in einem Bereich immer noch arbeitet wie zu Malinowskis Zeiten – das wundert Schlehe dann doch. „Wir gehen allein ins ‚Feld‘, wie wir das nennen“, sagt sie. „Und nach der Rückkehr sitzen wir allein vor dem Computer, werten allein unsere Interviews und Beobachtungen aus, schreiben Berichte und Aufsätze. Auch wir sind immer noch einsame Helden.“

Transkulturelle Teams

Die Freiburger Forscherin hält diese Arbeitsweise für überholt: „Wir leben inzwischen in einer vernetzten Welt“, konstatiert sie. „Die Arbeitswelt ist von Kooperation geprägt, zunehmend auch im internationalen Bereich.“ Deswegen hat Schlehe das Modell transkultureller Teams in die Freiburger Ethnologie eingeführt. Zuerst in die Lehrforschung – also die Praktika „im Feld“, bei denen die Studierenden mit den Methoden des Fachs vertraut gemacht werden. Dabei wurden zunächst internationale Zweiergruppen gebildet: Studierende aus Freiburg kooperierten mit Studierenden von Partneruniversitäten in Indonesien. Indonesien gehört zu den Forschungsschwerpunkten Schlehes, sie unterhält dorthin lebhaft Beziehungen. Später wurde dieses Konzept weiterentwickelt. Inzwischen sind größere Teams unterwegs; teilweise wird dabei mit anderen Fächern wie der Politikwissenschaft kooperiert.

An einem Beispiel aus dem Jahr 2016 erläutert die Professorin, welche Erfahrungen die Studierenden dabei machen: Für eine Lehrforschung im indonesischen Makassar trafen

drei junge Menschen zusammen – eine Ethnologin der dortigen Universität, eine Politikwissenschaftlerin der in Yogyakarta angesiedelten Gadjah-Mada-Universität sowie eine Freiburger Ethnologiestudentin. Yogyakarta liegt auf der indonesischen Insel Java und ist von Makassar gut 1.000 Kilometer Luftlinie entfernt. Gemeinsamer Forschungsgegenstand war die Selbstwahrnehmung weiblicher Mitglieder einer lokalen islamischen Studierendenorganisation. Der Inselstaat Indonesien ist muslimisch geprägt. In den Interviews sprachen die Frauen zunächst selbstbewusst über ihre Rolle in der Studierendenorganisation. Nach der Heirat freilich, schränkten sie ein, würden sie sich aus der Öffentlichkeit zurückziehen, um daheim Kinder großzuziehen. Die Aussagen deckten sich mit dem, was die Studentin aus der Partneruniversität in Yogyakarta über das Rollenverständnis

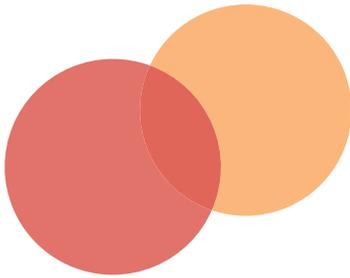


konservativer muslimischer Kreise wusste. Umso verblüffter war sie, als sie sah, dass das tatsächliche Verhalten verheirateter Frauen keineswegs der Einschätzung der jungen Studentinnen entsprach, denn in Makassar beschränken Ehefrauen sich selten auf ein Leben in den eigenen vier Wänden, sondern sind im öffentlichen Leben sehr präsent. Im Gespräch mit ihrer Kollegin vor Ort erfuhr die Studentin, dass es sich dabei um ein typisches Merkmal der lokalen Kultur handelt. Die ist zwar muslimisch, lässt aber einen größeren Spielraum bei der Auslegung religiöser Regeln, als in entsprechenden Kreisen in der Heimat der Studentin üblich. Dieser kleine innerindonesische Culture Clash wirkte sehr inspirierend auf sie. Auch die Freiburger Studentin profitierte davon. Hätte sie nur zusammen mit einer Partnerin aus der Region geforscht, wäre ihr das lokale Verhalten als landestypisch erschienen. So wurde klar: Das Rollenverständnis muslimischer Frauen in Indonesien kann regional sehr unterschiedlich sein.

„Allein inhaltlich war das eine wichtige Erkenntnis“, fasst Schlehe zusammen. Doch auch methodisch lasse sich viel aus der Geschichte lernen:

„Die Arbeitswelt ist von Kooperation geprägt“

„Wir erkennen, wie subjektiv unser Blickwinkel ist, auch in der Forschung – und wie sehr wir dazu neigen, ihn dennoch zu generalisieren.“ Das Wichtige sei, so die Institutsleiterin, unterschiedliche Perspektiven, Positionen und Erfahrungen zusammenzubringen. Die Studierenden sollen erleben und reflektieren, was es heißt, gemeinsam zu forschen: sowohl in der eigenen, vertrauten Gesellschaft als auch in der fremden, unvertrauten. Das Programm ist nämlich reziprok: Die Teams forschen zunächst in Indonesien, im Folgejahr dann in Freiburg, wo sie sich beispielsweise mit der Jugendorganisation der Partei AfD befassen.



Studierende aus Freiburg kooperieren mit Studierenden von Partneruniversitäten in Indonesien. So können sie unterschiedliche Perspektiven, Positionen und Erfahrungen zusammenbringen.

Fotos: privat

„Es ist immer noch die große Ausnahme, dass Ethnologinnen und Ethnologen aus Asien, Afrika oder Lateinamerika in und über Europa forschen“, betont Schlehe: „Unser Konzept aber vollzieht den längst überfälligen Bruch mit der kolonialen Tradition des ‚Weißen in der Fremde‘. Es hilft, die scheinbaren Gegensätze zwischen ‚Eigenem‘ und ‚Fremdem‘ zu überwinden.“

Weltweit einzigartig

Weltweit einzigartig sei dieser Ansatz: „Ich spreche mit vielen Kollegen überall auf dem Globus darüber – und habe bis jetzt noch nie jemanden sagen hören: ‚Ach, das kenne ich auch von einer anderen Universität.‘“ Die Direktorin der Freiburger Ethnologie findet das fast ein bisschen traurig: „Ich würde mich freuen, wenn wir Nachahmer fänden. Ich bin felsenfest davon überzeugt, dass es genau solche Konzepte braucht – und zwar in vielen Fächern.“ Von der Universität Freiburg und der Gadjah-Mada-Universität in Yogyakarta erfahren Schlehe und ihre indonesischen Projektpartner große Anerkennung: „Während das Programm früher vom Deutschen Akademischen Austauschdienst gefördert und von unserer Uni und der Partneruniversität in Yogyakarta mitfinanziert wurde, wird es heute komplett von den Universitäten getragen“, freut sich die Ethnologin. Ab 2018 beteiligt sich im Rahmen von Eucor – The European Campus auch die Universität Basel an diesem Lehrkonzept.

Inzwischen bildet die Direktorin, die längst selbst im Tandem forscht, auch auf Promotions-ebene Teams. „Ich kooperierte dabei zum Beispiel mit einem Kollegen der Australian National University Canberra aus dem Bereich der Cultural Studies“, sagt sie. Diese Doktoranden-Tandems haben nach gegenseitigen Gastaufenthalten bereits gemeinsam in Fachzeitschriften publiziert, zum Beispiel einen Aufsatz über die Erfahrungen von Indonesierinnen und Indonesiern als Studierende, Pilger oder Hausangestellte in der arabischen Welt.

Seminare für die berufliche Praxis

Die exzellenten Erfahrungen, die Schlehe mit kooperativem Forschen gemacht hat, haben sie dazu bewogen, das Konzept auf die Lehre zu übertragen. Seit letztem Semester gestalten Lehrkräfte der Ethnologie manche Seminare gemeinsam mit Fachleuten aus der beruflichen

Praxis: aus Museen, aus der Flüchtlingshilfe, der Entwicklungszusammenarbeit oder der visuellen Anthropologie. So lernen Studierende vielfältige Arbeitsbereiche außerhalb der Universität kennen, können erste persönliche Kontakte knüpfen und die Möglichkeit eines Praktikums erfragen. Umgekehrt berichten die Fachleute, dass sie den Kontakt mit den Studierenden als sehr inspirierend erleben und aus deren Fragen und Anmerkungen neue Impulse für den Arbeitsalltag ableiten. „Für den Umgang mit komplexen Problemen in der globalisierten Welt sind unsere Studierenden bestens ausgebildet“, sagt Schlehe. „Sie arbeiten differenziert und situativ, sind sowohl empathisch als auch kritisch, und sie verstehen es, Fragen zu stellen, die zu neuen Umgangs- und Verständnisweisen und Lösungen führen.“

Für die Zukunft könnte sich die Freiburger Professorin durchaus noch eine Erweiterung ihres Modells vorstellen: „Wenn afrikanische Ethnologen mit asiatischen und europäischen kooperieren würden, um die Dynamiken unserer Gegenwartskulturen pluriperspektivisch zu erforschen – dann wäre ein kleines Fach der Initiator einer großen, zeitgemäßen Innovation.“ Schon jetzt aber ist Schlehes Konzept interkulturellen Forschens für sie das „Projekt meiner Karriere, auf das ich am stolzesten bin“.



Prof. Dr. Judith Schlehe hat in Freiburg und Zürich Ethnologie, Soziologie und Psychologie studiert. 1987 wurde sie im Fach Ethnologie promoviert, 1997 habilitierte sie sich zu dem Thema „Geisterbilder im Kontext javanischer Lebensweisen“. Seit 2002 ist Schlehe Professorin am Institut für Ethnologie der Universität Freiburg und dessen Direktorin. Zahlreiche Feldforschungen haben sie seit 1989 nach Indonesien und in viele andere Länder geführt, zum Beispiel in die Mongolei.

Foto: Klaus Polkowski



Fremde Welten fernab der Universitäten: In Indonesien besuchten die Studierenden die Höhlen von Rammang-Rammang mit prähistorische Wandmalereien. Von Freiburg aus ging es gemeinsam in den Schwarzwald zu den Vogtsbauernhöfen.

Zum Weiterlesen

Lücking, M./Eliyanah, E. (2017): Images of Authentic Muslim Selves: Gendered Moralities and Constructions of Arab Others in Contemporary Indonesia. In: Social Sciences, Vol. 6 (3).

Schlehe, J./Hidayah, S. (2014): Transcultural Ethnography: Reciprocity in Indonesian-German Tandem Research. In: Huotari, M./Rüland, J./Schlehe, J. (Hrsg.): Methodology and Research Practice in Southeast Asian Studies. Basingstoke. S. 253–272.

Schlehe, J. (2013): Wechselseitige Übersetzungen: Methodologische Neuerungen in transkulturellen Forschungsk Kooperationen. In: Bierschenk, T./Krings, M./Lentz, C. (Hrsg.): Ethnologie im 21. Jahrhundert. Berlin. S. 97–110.

Seminarrückblick mit rotem Faden

Anhand von E-Portfolios können Lehrende die Reflexionskompetenzen ihrer Studierenden bewerten

von Sarah Schwarzkopf



Wie können Therapierende Empathie ausdrücken? In einem neu konzipierten Seminar gehen Studierende der Psychologie dieser und anderen Fragen nach: Dafür erstellen sie E-Portfolios, um erlangtes Wissen zu vernetzen und zu überdenken. Foto: New Africa/Fotolia

In Prüfungen Wissen abfragen oder wissenschaftliches Arbeiten in Hausarbeiten üben – das reicht Dr. Lena Krämer vom Institut für Psychologie an der Universität Freiburg nicht: „Manchmal ist das Lernziel nicht Wissenserwerb oder Handlungskompetenz. Manchmal ist es Reflexion.“ Deshalb lehrt sie ihre Studierenden, Gesprächsführung in verschiedenen therapeutischen Situationen zu analysieren. Zu Semesterende sollen die Studentinnen und Studenten nicht nur das richtige Verhalten im Erstgespräch, in schwierigen Therapiesituationen oder beim Abschluss einer Therapie beschreiben können: „Wichtig ist, dass sie das Ganze auch auf einem höheren Niveau reflektieren und auf einer tieferen Ebene durchdringen können“, erklärt Krämer.

Früher stand am Ende dieses Seminars eine schriftliche Wissensabfrage. Von elf Fragen mussten die Studierenden drei auswählen und auf jeweils einer DIN-A4-Seite beantworten. „Ich war damit aber unzufrieden“, so Krämer, „da so nicht das geprüft wurde, was ich vermitteln will.“ Als sie das Seminar übernahm, war deshalb ihre Idee, nicht mehr nur das Wissen, sondern auch die Fähigkeit zur Reflexion zu prüfen. „Ein zentraler hochschuldidaktischer Begriff ist Constructive Alignment: Das Lernziel, die Lernaktivität und das, was man am Ende prüft, müssen übereinstimmen. In meinem Seminar sollen die Studierenden nicht nur Wissen erwerben, sondern ihr Wissen auch vernetzen und überdenken“, erläutert sie. Um dieses neue Lernziel abzu prüfen, lässt Krämer die Seminarteilnehmerinnen und -teilnehmer am Semesterende E-Portfolios erstellen. Dafür zeichnete die Universität Freiburg die Psychologin 2017 mit dem E-Learning-Förderpreis aus, der jährlich für innovative Konzepte im Bereich Lehre vergeben wird.

Portfolios sind Sammelmappen, die es in vielen Variationen gibt: Abhängig von der Zielsetzung des Seminars, unterscheidet sich die vorgegebene Struktur, und oftmals werden sie nicht bewertet. Krämer hingegen benotet die in ihrer Lehrveranstaltung entstandenen Portfolios am Ende des Seminars. Die Studierenden beschreiben darin einen Prozess – in diesem Fall den eigenen Lernprozess: Sie dokumentieren und diskutieren schriftlich, welche Erfahrungen sie gemacht haben, und beschreiben ihre Lern-

gewinne mit Bezug auf eine eigene Fragestellung. Die Umsetzung erfolgt als sogenanntes E-Portfolio auf der Onlineplattform ILIAS der Albert-Ludwigs-Universität.

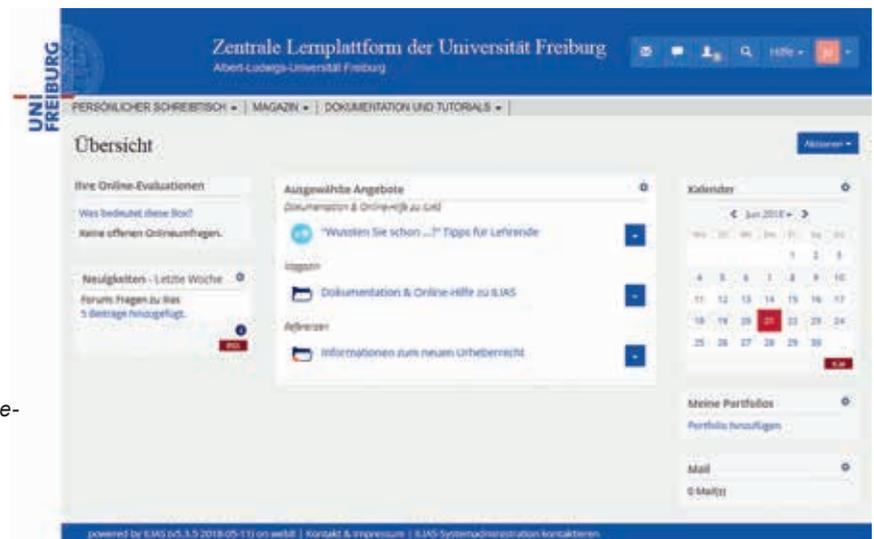
„Ich musste mich selbst erst in das Thema einarbeiten“, erzählt Krämer, die vorher noch nie mit E-Portfolios zu tun hatte. Sie besuchte im Rahmen der hochschuldidaktischen Weiterbildung Seminare am Rechenzentrum: „Das war am Anfang ziemlich kaltes Wasser, viel Zeit floss in die Vorbereitung. Die Unterstützung des hochschuldidaktischen Teams der Universität Freiburg war dabei Gold wert.“ Das Besondere an Krämers Konzept ist, dass sie als Dozentin das Thema nicht vorgibt, sondern die Studenten es selbst entwickeln. „Das Portfolio ist ein Schriftstück zur Beantwortung einer selbst gewählten Fragestellung durch und zur Reflexion des Gelernten“, erklärt die Psychologin. Im Laufe des Semesters arbeiten die Teilnehmer ein Thema heraus, das sie im Kontext des Seminars besonders beschäftigt hat, und formulieren dazu eine individuelle Frage. Eine Studentin fragte sich zum Beispiel, wie Therapeutinnen und Therapeuten Empathie ausdrücken können.

„In meinem Seminar sollen die Studierenden ihr Wissen vernetzen und überdenken“

Beantworten sollen die Studierenden ihre Frage am Ende des Seminars. Bis dahin lernen sie verschiedene therapeutische Gesprächssituationen kennen. Die angemessene Kommunikation von Empathie war also eine Frage, die sich für die Studentin wie ein roter Faden durch das ganze Seminar zog. Im Laufe des Semesters sammelte sie alle Materialien zu dem Thema, die für ihren Lernprozess wichtig waren, und konnte ihre persönliche Sammlung jederzeit auf ILIAS in einer eigenen Portfolio-Umgebung ergänzen. Dort können Texte aller Art eingestellt werden, eigene Mitschriften aus dem Seminar, Power-Point-Folien, Grafiken oder Bilder. „Bei einem elektronischen Portfolio können das auch YouTube-Links, Audio- oder Videomitschnitte sein. Das ist das Spannende, das gerade das E-Portfolio ausmacht“, findet Krämer. Wenn die Studierenden im

E-Portfolios statt klassische Sammelmappe: Die Seminarunterlagen werden auf der Onlineplattform ILIAS der Universität erstellt und bearbeitet.

*Fotos: jozsitoeroe/Fotolia,
Universität Freiburg*



Rollenspiel die erste Stunde mit einem Patienten nachstellen, können sie zum Beispiel mit ihren Handys ihre eigene Lernerfahrung aufnehmen, um sie im Nachhinein zu reflektieren.

Am Ende des Semesters beschäftigen sich die Seminarteilnehmer in ihrem Portfolio mit ihrer persönlichen Fragestellung – unter Einbeziehung von Materialien aus der Sammelmappe. Drei davon beschreiben die Studierenden detailliert und setzen sie miteinander in Zusammenhang: Diese müssen zentral für ihre Fragestellung sein und gleichzeitig relevant zu ihrem Lernprozess beigetragen haben. Aus der Ich-Perspektive erklären die Teilnehmer, welche Materialien ihnen wichtige Erkenntnisse vermittelt haben. So wählte die Studentin für ihr E-Portfolio den Audiomitschnitt eines Rollspiels im Seminar, den sie zur Analyse verbaler Kommunikation von Empathie nutzte. Ein YouTube-Video einer Therapiesituation trug zu ihrem Verständnis von nonverbaler Kommunikation. Eine einzelne PowerPoint-Folie half ihr zu verstehen, wie man durch Schweigen Empathie aus-

drücken kann. „Reflexion bewerte ich im Portfolio an ganz verschiedenen Stellen“, erklärt Krämer: „Wie gut haben die Studierenden es geschafft, aus dem Seminar heraus eine Fragestellung zu entwickeln? Wie gut können sie etwas analysieren im Hinblick auf einen einzelnen Bestandteil ihrer Mappe? Wie gut können sie das zusammenfassen und breit und multiperspektivisch reflektieren?“

Gutes Instrument, um Seminare zu strukturieren

Da die Studierenden viele Vorbehalte hatten, nimmt sich die Freiburger Psychologin Zeit für eine gute Einführung und erklärt zu Beginn ihre genauen Bewertungskriterien. „Das E-Portfolio ist für viele Studierende etwas Neues, vielleicht auch Erschreckendes“, erzählt sie – die meisten haben mit so etwas noch nie gearbeitet und wissen nicht, was auf sie zukommt: „Die Auseinandersetzung mit dem eigenen Lernprozess ist auch eine Auseinandersetzung mit den eigenen Schwächen beziehungsweise Entwicklungspotenzialen.“ So könnten Studierende bei einem missglückten Rollenspiel zum Beispiel merken, dass sie sich in einer Situation besser anders verhalten hätten. „Viele Studierende waren bis zum Ende des Semesters skeptisch – aber im Nachhinein habe ich sehr positive Rückmeldungen erhalten zu diesem Prüfungskonzept, das einen zwingt zu überlegen, was man in einer Veranstaltung gelernt hat“, berichtet Krämer. Auch sie selbst hat der Ansatz überzeugt: „Das E-Portfolio ist ein gutes Instrument, um die Struktur einer Veranstaltung zu stärken.“ Dadurch, dass jeder seinen individuellen roten Faden ver-

folgt, entwickelt sich eine spannende Dynamik. Die Studierenden beschäftigen sich viel intensiver mit den Lerninhalten und denken darüber nach, wie die einzelnen Sitzungen miteinander zusammenhängen. Sie bereiten die Stunden besser vor und denken im Vorfeld mehr darüber nach, was sie den anderen mitgeben können: „Das Highlight war ein Improvisationstheater zum Thema Paargespräch: Das Publikum bestimmte, wie der Therapeut sich als Nächster verhalten sollte“, erinnert sich Krämer. Mit dem Preisgeld hat sie das Konzept bereits weiter verbessert und für Lehrende und Studierende Videotutorials zur Einführung in die Technik gedreht. Die sind über ILIAS frei verfügbar – ein erster Schritt, um die Idee auch an andere Fachbereiche der Universität Freiburg heranzutragen.

Videos und PowerPoint-Folien: In den E-Portfolios erklären die Studierenden aus der Ich-Perspektive, welche Materialien ihnen wichtige Erkenntnisse lieferten.

Foto: Universität Freiburg



Dr. Lena Krämer

studierte Psychologie an der Universität Freiburg und promovierte dort 2013. Seitdem arbeitet sie als Akademische Rätin in der Abteilung für Rehabilitationspsychologie und Psychotherapie am Institut für Psychologie der Universität Freiburg. Sie forscht zum Aufbau von Gesundheitsverhalten, zur psychotherapeutischen Versorgung körperlich und psychisch erkrankter Menschen sowie zu internetbasierten Gesundheitsinterventionen. Zudem leitet sie Lehrveranstaltungen zur Klinischen Psychologie, Gesundheitspsychologie sowie Methodenseminare.

Foto: Patrick Seeger

« Portfolio bearbeiten

UNI FREIBURG

E-Portfolio: Empathie

Titelseite Einleitung **Sitzung 1: Erstgespräch** Sitzung 2: Diagnosestellung Sitzung 3: Abschluss Reflexion Literaturverzeichnis

Bei dem ersten Artefakt handelt es sich um ein Video aus der Seminarstunde „Erstgespräch“. Es zeigt einen Ausschnitt eines Interviews mit Carl Rogers aus dem Dokumentarfilm „Die Kraft des Guten“. Carl Rogers beschreibt darin die drei wichtigsten Bedingungen der von ihm entwickelten klientenzentrierten Gesprächsführung: Empathie, Akzeptanz sowie Echtheit.

Vor dem Hintergrund meiner Fragestellung habe ich dieses Artefakt ausgewählt, da [...]

Zum Weiterlesen

Degenhardt, M. (2014): Portfolioarbeit in der Hochschullehre. Konzept – Anwendungsbereiche – Beispiele. In: Berendt, B./Fleischmann, A./Wildt, J./Schaper, N./Szczyrba, B. (Hrsg.): Neues Handbuch Hochschullehre (Basisjournal), Berlin, S. 57–82.

Wilkins, U. (2011): Zwischen Kompetenzreflexion und Profilpräsentation: Integration von E-Portfolio-Funktionalität in ILIAS. In: Köhler, T./Neumann, J. (Hrsg.): Wissensgemeinschaften. Digitale Medien – Öffnung und Offenheit in Forschung und Lehre, Münster, S. 102–112.

Degenhardt, M./Karagiannakis, E. (2008): Lerntagebuch, Arbeitsjournal und Portfolio. Drei Säulen eines persönlichen Lernprozess-Begleiters. In: Berendt, B./Voss, H. P./Wildt, J. (Hrsg.): Neues Handbuch Hochschullehre, Lehrmethoden und Lernsituationen, Berlin, S. 1–16.

Die erstaunliche Konferenz

Eine Zusammenarbeit mit dem Literaturhaus eröffnet Studierenden der Germanistik neue Zugänge zu Texten

von Jürgen Reuß



Ein Literaturstudium ist eine vielseitige Angelegenheit: Die Studierenden vertiefen sich in die Schriften vergangener Epochen, analysieren literarische Techniken und recherchieren die Lebensgewohnheiten von Autorinnen und Autoren. Zudem stellen sie Bezüge zu den Zeitumständen her und spüren den Abdrücken nach, die kulturelle, wissenschaftliche, politische und gesellschaftliche Diskurse im literarischen Werk hinterlassen haben. Weertje Willms, Professorin für Neuere Deutsche Literatur am Deutschen Seminar der Universität Freiburg, sieht es als Kern ihrer Lehrtätigkeit, den Literaturwissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern das nötige Rüstzeug und die Kompetenz zu vermitteln, um einen Roman, ein Gedicht, einen Autor oder eine Epoche so umfassend wie möglich aufzuschlüsseln. Allerdings gibt es bei der Vielfalt und Komplexität ihres Fachs einen Aspekt, den man aus ihrer Sicht noch verbessern könnte: „Der Zugang

zur Literatur ist im Studium rein rezeptiv.“ Zwar erlernen die Studierenden im Laufe ihres Studiums verschiedene Techniken, um aus literarischen Texten so viele Informationen wie möglich zu gewinnen, aber wie sieht es mit ihrer Kompetenz in Bezug auf den umgekehrten Vorgang aus? Könnten Studierende der Literaturwissenschaften ihr großes Wissen über Textstrategien, Versmaße und literarische Techniken auch in die Praxis umsetzen und selbst einen literarischen Text verfassen?

Studierende wechseln in die Ich-Perspektive

Die naheliegende Frage lautet natürlich zunächst: Warum sollten sie das tun? Hätten sie Autorin oder Autor werden wollen, hätten sie nicht Literaturwissenschaft, sondern eher an Kunsthochschulen kreatives Schreiben studiert. Genau diese Trennung von Wissenschaft und Literaturproduktion

Kreative Spielwiese für Studierende und die junge Leserschaft: Ein Literaturseminar mit anschließender Konferenz eröffnet neue Zugänge zu Kinder- und Jugendbüchern.

Foto: wip-studio/Fotolia

hält Willms jedoch für nicht zwingend und verdeutlicht das an einem einfachen Beispiel: „Ich kann in meinen Seminaren wochenlang über den Unterschied von Ich-Erzähler und Autor sprechen, und am Ende kommt es doch zu Verwechslungen. Wenn ich aber die Studierenden bitte, selbst einen Text in der Ich-Perspektive zu verfassen, und sie ihre eigene Ich-Erzählung dann von einer anderen Person, zum Beispiel einer Schauspielerin, vorgelesen bekommen, wird dieser Unterschied ganz anders spürbar.“ Auch das wissenschaftliche Verständnis etwa von Textformen oder Gattungsentwicklungen werde verbessert und erweitert. Deshalb bietet Willms Seminare an, in denen sie die wissenschaftlich-theoretischen Aspekte eines Themas mit einer kreativ-praktischen Umsetzung verbindet. Wie das in der Praxis aussieht, verdeutlicht Willms anhand des Projektseminars „Genderaspekte im Kinder- und Jugendbuch“, das sie für das Haupt- und Masterstudium im Sommersemester 2018 am Deutschen Seminar leitet.

„Der Zugang zur Literatur ist im Studium rein rezeptiv“

Zunächst machen sich die Studierenden mit Kinder- und Jugendliteratur aus den vergangenen drei Jahrhunderten vertraut. Sie untersuchen mit gewohnter literaturwissenschaftlicher Methodik, welche Rollenzuschreibungen sich finden lassen und wie diese sich historisch gesehen verändern. Zudem betrachten sie, wie herrschende kulturelle und gesellschaftliche Diskurse das Bild von Jungen und Mädchen beeinflussen und wie sich der heutige Genderdiskurs in dieses Tableau einordnet.

Nach diesen Vorarbeiten folgt der entscheidende zweite Schritt, die praktische Umsetzung des theoretisch Erarbeiteten. Das Besondere dabei: Die Zielvorgabe ist schon fixiert, hat sogar schon einen Namen – „Die erstaunliche Konferenz. Mit Pippi, Harry, Maulina und Jugendbuchexpert*innen ab 12 Jahren“ – und wird zum Semesterende im Literaturhaus Freiburg stattfinden. Diese konkrete Ankündigung verdeutlicht, was Willms so formuliert: „Kreative Elemente in dieser Weise zu integrieren geht nur mit Kooperationspartnern.“ In diesem Fall ist der Kooperationspartner das Literaturhaus Freiburg in Person der Leiterin des Jungen Literaturhauses, Birgit Güde. Ihr Part ist es,



Griff zum Stift: Zunächst arbeiten die Studierenden mit gewohnter literaturwissenschaftlicher Methodik.

Foto: Constanze Knothe

in Zusammenarbeit mit Willms und den Studierenden eine kreative Spielwiese für die Begegnung zwischen künftigen Wissenschaftlern, einer jungen Leserschaft und Autoren zu bereiten.

Die Studierenden werden dabei zum einen in die organisatorische Vorbereitung eines kulturellen Großevents eingebunden und erhalten Einblicke in die praktische Kulturarbeit. Zum anderen werden sie mit Jugendbuchautoren in Workshops die Umsetzung ihrer theoretischen Kompetenz in kreative Textarbeit erproben können – und das, ein weiterer sehr wichtiger Punkt, im Kontakt mit Jugendlichen. Dieser Aspekt ist nicht nur der Professorin wichtig, da ein Großteil ihrer Studierenden später an Schulen unterrichtet wird, sondern auch der Leiterin des Jungen Literaturhauses: „Von den rund 20 Lehrerinnen und Lehrern, mit denen wir vom Literaturhaus regelmäßig Projekte machen, hat rund ein Viertel früher einmal Seminare von Weertje Willms besucht.“ Für Güde ist das von großer Bedeutung, denn um die Chance zu bekommen, Kindern und Jugendlichen das Erlebnis Literatur näherzubringen, ist sie auf die Vermittlung von engagierten Lehrern angewiesen.

Begeisterung bei allen Beteiligten

Auch wenn Güdes Interesse weniger der Forschung als dem gelingenden Literaturerleben von Kindern und Jugendlichen gilt, kann sie Willms' Beobachtung bestätigen, dass die kreative Umsetzung zu stärkeren Aha-Erlebnissen führt als ein rein rezeptives Verarbeiten. „Das funktioniert erstaunlicherweise besonders gut mit Lyrik“, weiß Güde zu berichten. Ihr Lieblingsbeispiel ist ein Junge, der bei einer früheren Veranstaltung begeistert nachfragte: „Ich kann wirklich alles selbst bestimmen? Wo ich

das Wort hinsetze? Ob ich es klein- oder großschreibe? Wo ich eine neue Zeile anfangen?“ Diese Begeisterung ist kein Einzelfall. Bei der jüngsten Schreibwerkstatt an einer Schule wollte die Klasse das Läuten zum Ende der Stunde gar nicht wahrhaben und feilschte um jede Minute Verlängerung.

„Kreative Elemente in dieser Weise zu integrieren geht nur mit Kooperationspartnern“

Begeisterung ist auch für die Freiburger Germanistin ein Kriterium, um einzuschätzen, ob ihr innovatives Lehrangebot einen Bedarf trifft. Das scheint der Fall zu sein, denn zum einen gibt es stets eine hohe Anzahl von Bewerberinnen und Bewerbern für die zur Verfügung stehenden Seminarplätze, und zum anderen lernen sich Studierende wie Lehrende bei der gemeinsamen Projektarbeit noch einmal anders kennen, können in herkömmlichen Seminaren unentdeckte Talente plötzlich zur Geltung bringen und für Wissenserwerb und -vermittlung fruchtbar machen. Dieser Mehrwert wird im Seminarprozess konkret sichtbar. Willms belegt das mit den Ergebnissen früherer kreativer Kooperationsseminare. Zu den Themen „Familienkreise“, „Briefe an die Liebe“ und „Transkulturelle Literatur der Gegenwart“ sind Broschüren entstanden, die die literarischen Ausflüge angehender Literaturwissenschaftler festhalten und auch großes grafisches und künstlerisches Talent hervorgekitzelt haben.

Die Studierenden können so nicht nur ihr Wissen vertiefen und ihr literaturwissenschaftliches Verständnis erweitern, sondern sich auch in möglichen zukünftigen Berufsfeldern erproben. Die Lehrenden können, wie Willms für sich resümiert, bei solchen Seminaren viel für sich selbst mitnehmen, und die Kooperationspartner freuen sich über den Einzug des dualen Bildungssystems auch in die Geisteswissenschaft, weil sie so qualifizierte Mitarbeiter finden und zukünftig an Schulen vermehrt auf offene, interessierte Pädagogen treffen.

Dass solche Seminare nicht häufiger angeboten werden, kann Willms nachvollziehen: „Der Arbeitsaufwand ist sehr viel höher als bei herkömmlichen Seminaren.“ Dennoch ist die Professorin überzeugt, dass Seminare dieser Art eine große Bereicherung für das Curriculum der Literaturwissenschaft wären. Deshalb arbeitet sie daran, aus ihren Ideen und Erfahrungen ein übertragbares Lehrkonzept zu entwickeln, das sie auf Wunsch auch an interessierte Kolleginnen und Kollegen weitergeben würde.



Prof. Dr. Weertje Willms hat Komparatistik, Slavistik und Psychologie in Moskau, Mainz und München studiert und wurde 1999 in München promoviert. Sieben Jahre später erfolgte die Habilitation für die Fächer Komparatistik und Neuere Deutsche Literaturwissenschaft. Seit 2009 ist sie akademische Mitarbeiterin am Deutschen Seminar der Universität Freiburg, wo sie 2014 zur außerplanmäßigen Professorin ernannt wurde. Zu ihren Forschungsschwerpunkten gehören deutsch-russische Kulturbeziehungen und Literaturvermittlung. Für eines ihrer Lehrprojekte mit kreativen Anteilen wurde sie 2015 mit dem Lehrpreis der Universität Freiburg ausgezeichnet.

Fotos: Thomas Kunz



Birgit Güde studierte Dramaturgie in München und schloss im Fach Arts du spectacle in Paris ab. Anschließend absolvierte sie ein Masterstudium am Institut für „Art in Context“ an der Universität der Künste Berlin. Danach arbeitete sie freiberuflich in Projekten der kulturellen Bildung in Frankfurt am Main. Seit 2015 ist sie verantwortlich für das Junge Literaturhaus Freiburg und baut dort das Programm für Kinder und Jugendliche aus.



Ab auf die Bühne: Nach den Vorarbeiten folgt die praktische Umsetzung. In einem früheren Seminar inszenierten die Studierenden die Ergebnisse als Theateraufführung.

Foto: Constanze Knothe

Zum Weiterlesen

Anthologie der Texte aus dem Workshop: „Landkarten der Poesie“:
https://portal.uni-freiburg.de/nd/inhalte/cmsportal/pdfs/pdf_anthologie_familienkreise

Anthologie der Texte aus dem Workshop: „Familienkreise und andere Formen“:
<https://portal.uni-freiburg.de/nd/inhalte/cmsportal/pdfs/anthologie>

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

Annette Kollefrath-Persch (verantwortliche Redakteurin),
Judith Burggrave, Nicolas Scherger, Rimma Gerenstein,
Sonja Seidel

Anschrift der Redaktion

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Albert-Ludwigs-Universität
Fahnenbergplatz, 79085 Freiburg
Telefon 0761/203-8909
Fax 0761/203-4278
E-Mail uniwissen@pr.uni-freiburg.de

Auflage

9.000 Exemplare

Gestaltung, Layout

Jürgen Oschwald

Fotos Titelseite:

lassedesignen/Fotolia, tiero/Fotolia,
Montage: Jürgen Oschwald

Druck und Herstellung

Hofmann Druck, Emmendingen

uni'wissen ist klimaneutral auf 100 Prozent Altpapier gedruckt.
Das Papier ist mit dem Umweltzeichen „Blauer Engel“ zertifiziert.

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 0761/203-8909
Fax 0761/203-4278
E-Mail uniwissen@pr.uni-freiburg.de
www.wissen.uni-freiburg.de