

uni wissen 02 2017

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

Schillernd in Schwarz

Wie strikt sind die Regeln
in der Gothic-Szene?



Im Aufbau: Wie realistisch
sind Gewebe und Organe aus
dem 3-D-Biodrucker? > Seite 8



Im Wandel: Wie beeinflusst die
Globalisierung den katholischen
Glauben? > Seite 12



Im Klartext: Wie sieht guter
Unterricht für angehende
Engischlehrer aus? > Seite 40

UNI
FREIBURG



Bundesweit für Sie da:
Mit Direktbank und
wachsendem Filialnetz.

Für mich: das kostenfreie Bezügekonto¹

¹ Voraussetzung: Bezügekonto mit Online-Überweisungen; Genossenschaftsanteil von 15,- Euro/Mitglied.

Banken gibt es viele. Aber die BBBank ist die einzige bundesweit tätige genossenschaftliche Privatkundenbank, die Beamten und Arbeitnehmern des öffentlichen Dienstes einzigartige Angebote macht. Zum Beispiel das Bezügekonto mit kostenfreier Kontoführung.¹

Informieren Sie sich jetzt über die **vielen weiteren Vorteile** Ihres neuen Kontos unter Tel. 0 800/40 60 40 160 (kostenfrei) oder www.bezuegekonto.de



BB Bank

Die Bank für Beamte
und den öffentlichen Dienst



Neue
Produkte im
Sortiment

uni[!]shop

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

Jahresbericht 2017: Hinter Zahlen stehen Menschen

Die positive Entwicklung der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg lässt sich nicht ausschließlich in Zahlen fassen. Denn hinter den Zahlen stehen Menschen und ihre Leistungen. Mit dem herausnehmbaren Jahresbericht zeigt die Universität in kompakter Form die Daten und Fakten des vergangenen Jahres.



An dieser Stelle sollte der Jahresbericht 2017 der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg zu finden sein. Der Bericht ist auch auf den Internetseiten der Universität abrufbar:
www.pr.uni-freiburg.de/go/jahresbericht_2017

Forschung

Schwarze Szene, bunte Praktiken <i>Auf Musikfestivals lässt sich beobachten, welche Regeln die Gothic-Kultur bestimmen</i>	4
Biotinte mit lebenden Zellen <i>In Zukunft lassen sich funktionsfähige Gewebe und Organe möglicherweise drucken</i>	8
Katholizismus im Wandel <i>Ein Forschungsteam aus der Theologie untersucht, was die Globalisierung für die römisch-katholische Kirche bedeutet</i>	12
Wirkstoffe aus dem Computer <i>Was die Bioinformatik zur Entwicklung von Medikamenten beitragen kann</i>	16
Das Kreuz mit dem Kästchen <i>„Gendering MINT“ fördert den Austausch zwischen Geschlechterforschung und Natur- sowie Technikwissenschaften</i>	20
Suche nach Signalen <i>Wie Ideen aus der Informatik der Hirnforschung und klinischen Diagnostik nützen</i>	24
Blick in die Blackbox <i>Freiburger Forscher untersuchen, welche Faktoren Sprachbegabung beeinflussen</i>	28
Alles im grünen Bereich? <i>Hitze, Dürre, Frost – Versuche in Lichtkammern zeigen, wie Pflanzen auf diese Strapazen reagieren</i>	32
Verkehr in der Zelle <i>Bei ihrer Forschung zu Mitochondrien entdecken Wissenschaftler viele neue Proteine</i>	36
Lehre	
I become a little brother <i>Forschendes Lernen hilft angehenden Lehrern einer Fremdsprache, ihre Fertigkeiten für die Schulpraxis auszubilden</i>	40
Stumme und beredte Zeugnisse <i>In der Dermatologie des Universitätsklinikums Freiburg gehören Moulagen wieder fest zur Lehre</i>	44
Vermitteln und vernetzen <i>Eine App soll alle gründungsrelevanten Informationen bündeln und die Start-up-Kultur fördern</i>	48



Mit ihrer Kleidung und ihren Körperpraktiken demonstrieren die Besucher einer Veranstaltung, welcher Untergruppierung in der Gothic-Szene sie angehören.

Foto: Marina Kugelmann

Schwarze Szene, bunte Praktiken

Auf Musikfestivals lässt sich beobachten, welche Regeln die Gothic-Kultur bestimmen

von Sonja Seidel

Unruhiges Gemurmel erhebt sich unter der Kuppel des Leipziger Volkspalasts. Endlich betritt Alison Lewis, Sängerin des Duos Keluar, die Bühne. Sie rückt das Mikrofon zurecht, fährt sich noch einmal durch ihre blau gefärbten Haare und nickt ihrem Musikerkollegen zu. Ein rhythmisches Scheppern ertönt aus dem Synthesizer. Ein Klang, wie wenn zwei Metallstücke gegeneinanderschlagen. Die Menge drängt näher heran, darunter Martin und Philipp, die es bis in die erste Reihe geschafft haben. Martin schließt die Augen. Er lässt sich von Lewis' hypnotischer Stimme treiben, stampft, wie die Sängerin es vormacht, mit seinen Stiefeln auf den Boden und wirbelt seinen Oberkörper im Halbkreis herum. Bis ein Mann an Martin herantritt und ihn mit dem Ellenbogen anstößt.

Stillstehen als Protest

Prof. Dr. Markus Tauschek erinnert sich noch gut an diesen Vorfall. Der Kulturanthropologe betreibt Feldforschung auf drei deutschen Festivals der Gothic-Szene – auch auf dem Wave-Gotik-Treffen in Leipzig, auf dem die Berliner Band Keluar 2015 einen Auftritt hatte. Das Anrempeln, das dem Forscher zunächst als rüpelhaftes Verhalten eines Betrunkenen erschien, entpuppte sich im Gespräch mit Martin nach dem Konzert als nonverbales Zeichen: „Am Anfang durfte in der Gothic-Szene nicht getanzt werden. Man stand bei Konzerten einfach still da, als Protest gegen die Mainstream-Kultur, in der Tanzen zum Musikerlebnis gehört“, erklärt Tauschek. „Martins Interpretation war, dass der Mann sein Tanzen missbilligte und seine Auffassung davon, wie sich ein Gothic zu verhalten hat, nicht teilte.“

Wie handeln Menschen auf Gothic-Festivals? Welche Interaktionen gibt es? Wie konstituiert sich die Szene über diese Festivals, und wie verändert sie sich? Das sind Fragen, die Tauschek mit seinem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Projekt „Doing Popular Culture. Zur performativen Konstruktion der Gothic-Szene“ beantworten will. „Die kulturellen Regeln und Ordnungen der Szene sind nicht verschriftlicht. Es gibt keine Bibel, die einem sagt, was man auf den Festivals tun soll und wie man es tut“, sagt Tauschek. Deshalb fährt er auf Festivals wie das Wave-Gotik-Treffen, zu dem jährlich mehr als 20.000 Besucherinnen und Besucher aus aller Welt anreisen. Tauschek

„Das Ganze hat auch einen Volksfestcharakter“

mischt sich unter sie, besucht Konzerte, führt Interviews mit Szenemitgliedern und beobachtet das Geschehen.

Die Festivals spielen eine zentrale Rolle für die Szene: „Sie stabilisieren und transformieren sie gleichzeitig. Ihre Mitglieder können sich bei diesen Events immer wieder vergewissern, dass sie Teil einer großen Familie sind.“ Tauschek beschreibt die mehrtägigen Veranstaltungen, die er in Köln, Hildesheim und Leipzig besucht, als „hybride Konstrukte“, die sich aus vielen Elementen zusammensetzen. Bei dem Festival in Leipzig zum Beispiel ließen sich viele unterschiedliche kulturindustrielle Angebote beobachten. Es gebe dort Ausstellungen, Lesungen, Verkaufsmessen, einen Gottesdienst, Konzerte und Partys. „Das Ganze hat auch einen Volksfestcharakter“, sagt Tauschek.

Weltschmerz, Sehnsucht, Tod

Die Wurzeln dieser Szene liegen in den ausgehenden 1970er Jahren, als die Punk-Bewegung in England zunehmend zersplittert und progressive Bands deren von Gitarren dominierten Sound um Instrumente wie den Synthesizer erweitern. Ein neuer Musikstil, der so genannte Dark Wave, ist geboren. Robert Smith, Sänger der britischen Band The Cure, wird ihr wohl bekanntester Protagonist: Seine hochtoupiereten schwarzen Haare, die ihm wirr vom Kopf abstehen, eine dicke Schicht weißer Schminke, schwarz umrandete Augen und knallrot bemalte Lippen werden zu seinem Markenzeichen. Er singt von Weltschmerz, Sehnsucht und Tod wie in dem Lied „One Hundred Years“, das mit den Zeilen „It doesn't matter if we all die“ beginnt. Smith wird damit zum Idol einer sich formierenden Jugendbewegung: der Gothics.

Vieles davon wirkt heute nach: Das Tragen der Farbe Schwarz, die Berufung auf das Düstere, das Nachdenken und Sprechen über den Tod sind noch immer Merkmale der „schwarzen Szene“, wie sie auch bezeichnet wird.

„Was wir an den Gothics beobachten, gilt auch für andere soziale Kollektive“

„Aber das lässt sich nicht für alle Gothics behaupten“, erläutert Tauschek. Seine Untersuchungen zeigten, dass die Szene sehr heterogen sei. „Es gibt viele Untergruppierungen – sie alle haben unterschiedliche Kleidungsstile und teilweise einen unterschiedlichen Musikgeschmack.“

Am Pfingstwochenende, an dem Leipzig den Gothics gehört, findet auch ein Viktorianisches Picknick statt. Dort tummeln sich die so genannten Neo Romantics. Auf einer grünen Wiese sitzen sie verstreut in einzelnen Grüppchen; ein Paar hat es sich auf einer karierten Decke bequem gemacht. Der Mann trägt eine wilhelminische Uniform, ein Binokel sitzt auf seinem Nasenrücken. Seine Partnerin im weinroten Seidenkostüm, das eine schwarze Spitzenschluppe ziert, holt Erdbeertörtchen und eine Sektflasche aus ihrer Tasche. Neben ihnen dreht sich eine Schallplatte unter der Nadel des Gramophons, Musik aus einer vergangenen Zeit plätschert aus seinem Trichter. Drei junge Frauen in ausladenden Reifröcken stolzieren vorbei, wedeln sich mit einem Fächer Luft zu und beäugen eine Gruppe von so genannten Cybergoths. Deren Outfit: Schweißbrillen, neongrüne Haarsträhnen, Lederbodys und Plateaustiefel.

Zugehörigkeiten aushandeln

Abgrenzungsbestrebungen unter den verschiedenen Gruppen, das hat Tauschek auf den Festivals herausgefunden, sind ein wesentlicher Bestandteil der Szene. „Es wird untereinander so etwas wie Differenzmanagement betrieben: ‚Wir sind die richtigen Szenemitglieder, die anderen gehören nicht dazu.‘“ Manche Gothics sähen Gruppen wie die Cybergoths, die sich erst vor einigen Jahren der Szene angeschlossen haben, daher kritisch. Solche Zugehörigkeiten handeln die Grufftis, wie sie sich selbst auch nennen, über ihre Kleidung und über die Körperpraktiken aus, die sie betreiben. „Ich beobachte auf den Festivals einen sehr bewussten Umgang mit dem eigenen Körper, es werden mitunter auch Geschlechterrollen über Kleidungsstile infrage gestellt. Die Gothic-Szene zeichnet sich auch dadurch aus, dass spezifische Formen von Männlichkeit, Weiblichkeit oder etwas dazwischen inszeniert werden.“

Auch bestimmte Formen des Tanzens, so beobachtet es Tauschek, helfen dabei, die anderen einzuordnen: „Die Szenemitglieder haben unglaublich viel Wissen darüber, wie man sich bewegen muss, um als Mitglied einer Gruppe erkannt zu werden. Dieses Wissen können sie nur über ihren Körper ausdrücken.“ Trotzdem unterhielten sich die Festivalbesucher während und nach der Veranstaltung – beispielsweise in Internetforen – darüber, wie sie das Wave-Gotik-



Während des Wave-Gotik-Treffens gehört die Stadt Leipzig den Anhängern der Szene und ihrer Musik.

Fotos: Marina Kugelmann

Treffen erlebt hätten. Sie suchten nach Gemeinsamkeiten, auf die sie sich berufen könnten. Auch diese Selbst- und Fremdrelexion prägte die Szene.

Als Kulturanthropologin interessiert sich Tauschek genau für solche Praktiken. An der Gothic-Szene lasse sich beispielhaft untersuchen, nach welchen kulturellen Mustern und Ordnungen sich Kollektive zusammenfinden und wie Vergemeinschaftung in Gesellschaften stattfindet. „Populäre Kultur wie die der Gothics verrät viel darüber, wie Gesellschaft heute funktioniert. Man lernt etwas über die Kultur der breiten Masse, über Prozesse der Individualisie-

rung, über die Kulturindustrie und generell über gesellschaftliche Veränderungen, wenn man sich kleine Gruppen anschaut, die sich als Gegenkultur begreifen.“ Sein Forschungsprojekt läuft noch bis 2020. Die Ergebnisse, die daraus hervorgingen, ließen sich auch auf andere Gruppen übertragen. „Was wir an den Gothics beobachten, gilt auch für andere soziale Kollektive. Sie müssen sich über gemeinsame Grundlagen verständigen. Das tun sie über ihre Körper, über das Sprechen und über Praxisformen.

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



Prof. Dr. Markus Tauschek hat Volkskunde, Germanistik und Romanistik an der Universität Freiburg studiert. 2009 wurde er an der Universität Göttingen promoviert und anschließend als Juniorprofessor an die Universität Kiel berufen. 2015 kehrte er nach Freiburg zurück und übernahm die Professur für Europäische Ethnologie mit dem Schwerpunkt Populäre Kultur. Er ist zudem Direktor des Zentrums für Populäre Kultur und Musik (ZPKM) der Albert-Ludwigs-Universität. Zu seinen Forschungsschwerpunkten zählen Kulturerbe, populäre Kultur, Traditionskultur in der Spätmoderne, Wettbewerb und Konkurrenz, politische Anthropologie sowie Brauch- und Ritualforschung. 2015 hat die Deutsche UNESCO-Kommission Tauschek in das Expertenkomitee Immaterielles Kulturerbe berufen.

Foto: Klaus Polkowski



Gothic-Festivals setzen sich aus einer Vielzahl kulturindustrieller Angebote zusammen: So lädt eine Messe zum Kauf passender Möbel ein.

Zum Weiterlesen

Tauschek, M. (2017): Hybridisierung, Sensualität und Performanz. Das Wave-Gotik-Treffen in Leipzig. In: Betz, G./Hitzler, R./Niederbacher, A. (Hrsg.) (2017): Hybride Events. Zur Diskussion zeitgeistiger Veranstaltungen. Wiesbaden, S. 267–281.

Hitzler, R./Niederbacher, A. (2010³): Leben in Szenen. Formen juveniler Vergemeinschaftung heute. Wiesbaden.

Hodkinson, P. (2002): Goth. Identity, style, and subculture (Dress, body, culture), Oxford.

Biotinte mit lebenden Zellen

In Zukunft lassen sich funktionsfähige Gewebe und Organe möglicherweise drucken

von Jürgen Schickinger

Noch ist die Petrischale leer, aber das Potenzial neue Organe per 3-D-Druck herzustellen, ist vorhanden. Bis dahin werden jedoch noch viele Jahre vergehen. Prinzipiell lassen sich mit der Technik Knorpel, Knochen, Lebern und andere Organe naturgetreu nachbauen.

Foto: Jürgen Gocke

„Vereinfacht gesagt, arbeiten 3-D-Biodrucker wie Tintenstrahldrucker und übliche 3-D-Drucker“

Knie hinüber, Meniskus kaputt? Wäre es nicht prima, wenn die Ärztin oder der Arzt um die Ecke den ramponierten Knorpel durch einen neuen aus dem 3-D-Biodrucker ersetzen könnte? Das Potenzial dazu ist vorhanden. Prinzipiell ließen sich mit der Technik des „Bioprinting“ Knorpel, Knochen, Lebern und andere Organe naturgetreu nachbauen. „Bis zum Einsatz in der Klinik werden aber noch einige Jahre vergehen“, dämpft Prof. Dr. Günter Finkenzeller vom Universitätsklinikum Freiburg allzu hohe Erwartungen. Der Physiker Dr. Peter Koltay vom Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK) der Universität Freiburg stimmt zu: „Wir stehen beim Bioprinting noch ziemlich am Anfang.“ Allerdings zeichnen sich schon spannende Anwendungsmöglichkeiten ab. Auch darum befassen sich Koltay, leitender Wissenschaftler an der Professur für Anwendungsentwicklung, und Finkenzeller, Sektionsleiter für Forschung und Tissue Engineering an der Klinik für Plastische und Handchirurgie, mit dieser Technik.

Dreidimensionale Strukturen

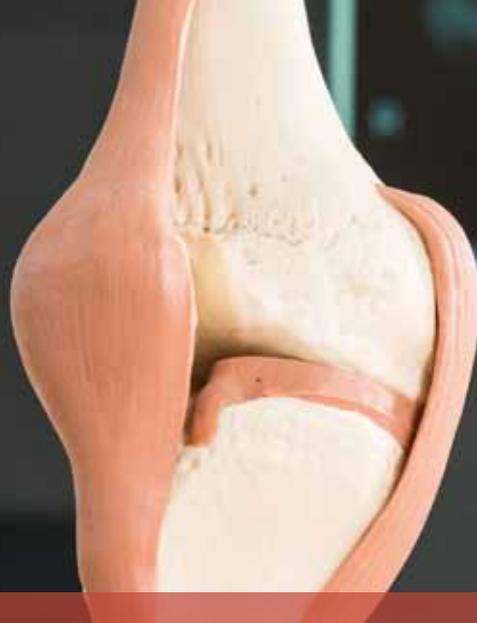
„Vereinfacht gesagt, arbeiten 3-D-Biodrucker wie Tintenstrahldrucker und übliche 3-D-Drucker“, erklärt Koltay. Statt Pigmenten oder Molekülen versprühen Biodrucker aber lebende Zellen. Anstelle unterschiedlicher Farben enthält Biotinte verschiedene Zelltypen. Beim Drucken lassen sich neben einer Fläche aus „blauen“ Zellen also „gelbe“ und „rote“ Zellen oder Zellgruppen platzieren. Wie beim Druck einer Grafik können die Orte der zellulären „Farbfelder“ vorher festgelegt werden. Tragen 3-D-Biodrucker dann eine Zellschicht auf die andere auf, entstehen geordnete dreidimensionale Strukturen. Grundsätzlich könnten diese Strukturen Organe wie Lebern und Nieren sein. „Doch so weit sind wir noch lange nicht“, sagt Koltay, der in der Mikrodosiertechnik forscht. Ihm gelang es, Biodrucker und -tinte zusammen mit Kolleginnen und Kollegen so zu optimieren, dass jeder Tropfen, der aus der Düse kommt – falls erwünscht – nur eine einzige Zelle enthält. „Das war ein entscheidender Schritt“, erzählt der Wissenschaftler. Mit der

Einzelzelldrucktechnik können etwa Krebsforscherinnen und -forscher Tumoren Zelle für Zelle analysieren, um therapeutische Angriffspunkte zu finden.

Finkenzeller stellt seit Jahren biologische Gewebe künstlich her, allerdings mittels Tissue Engineering (TE). Mit diesem Verfahren zum kontrollierten Aufbau von geordneten Zellverbänden produzieren manche Forscher künstliches Haut- und Knorpelgewebe. Finkenzeller hat auf diese Weise Knochengewebe erzeugt, das Blutgefäße aufweist und in Versuchstieren überleben kann. „Es wächst an und verbindet sich mit dem Blutgefäßsystem der Mäuse“, sagt er. Ein großer Erfolg – doch TE hat Grenzen: Es lässt sich vorab nicht festlegen, wo im Organismus Strukturen wie Blutgefäße entstehen. Sie wachsen spontan und zufällig. Ein Blutgefäß kann jedoch nur Zellen versorgen, die nicht weiter als etwa 0,3 Millimeter von ihm entfernt sind. „Zellen, die weiter weg lokalisiert sind, hungern und verkümmern.“ Finkenzellers Implantate sind um die 0,5 Millimeter klein. Sie überleben, weil alle darin enthaltenen Zellen genug Blut über die zufällig verteilten Gefäße erhalten. „Diese Verteilung würde bei größeren Konstrukten nicht ausreichen“, sagt der Biologe. Sie benötigen eine gezielte Vaskularisierung, den kontrollierten räumlichen Aufbau von Blutgefäßen.

Blutgefäße kontrolliert aufbauen

An diesem Punkt fanden Finkenzeller und Koltay 2015 zusammen: Mit Bioprinting wollten sie versuchen, die räumliche Verteilung und die Form von Blutgefäßen exakt zu steuern. „Wenn wir eine Verzweigung festlegen, möchten wir sie im gedruckten Gewebe wiedererkennen“, sagt Koltay. Schon das Austüfteln der Biotinte allein ist anspruchsvoll: Die Vorläufer der Knochen- und Blutgefäßzellen müssen einheitlich sein, beständig in ihren Eigenschaften, sich willig vermehren und prächtig heranreifen. All dies muss die Matrix der Biotinte – etwa eine Nährlösung oder ein Hydrogel – unterstützen. Sie braucht viele spezielle Eigenschaften. So werden



Als Einsatzgebiet für das Bioprinting bieten sich zunächst sehr einfache Gewebe an – beispielsweise Knorpel. Sie bestehen aus robusten Zellen und haben keine Blutgefäße.

Foto: Picture-Factory/Fotolia

Biodrucke nur dann stabil, wenn Matrix und Zellen ausreichend feste Verbindungen eingehen. „Das ist eine große Schwierigkeit“, sagt Koltay. Zu fest dürfe etwa ein Hydrogel als Matrix nämlich auch nicht sein: „Sonst behindert es die Versorgung und das Wachstum der Zellen.“

„Eine geeignete Biotinte zu charakterisieren war viel Arbeit“, sagt Finkenzeller. Selbst die Form, in der Zellen vorliegen, spielt eine Rolle. Zur Herstellung von Blutgefäßen eignet sich Biotinte mit Sphäroiden womöglich besser als Biotinte mit einzelnen Zellen. Sphäroide sind kleine Kügelchen, die aus rund 200 Zellen bestehen. Bis vor Kurzem waren Sphäroide aber schwer herzustellen. „Wir können das inzwischen vollauto-

„3-D-Bioprinting ist beispielsweise interessant für die Pharmazie- und Kosmetikbranche“

matisch und in großer Zahl“, freut sich Finkenzeller. Nun muss sich die Biotinte noch bewähren: Die Forscher experimentieren gerade mit dem Druck von 2-D-Mustern, um mehr Kontrolle über räumliche Positionen zu gewinnen. „Wir wollen einschichtige, flache Knochen erhalten, die an definierten Stellen Blutgefäße aufweisen“,

erklärt Finkenzeller. Der nächste Schritt bestünde darin, solche Zellschichten übereinanderzudrucken, um dreidimensionale Gebilde aufzubauen.

Der Traum vom Biodruckbaukasten

Parallel entwickeln die Wissenschaftler eine Art Standardgerät für 3-D-Bioprinting. „Technisch müssen im Moment alle, die Bioprinting einsetzen wollen, praktisch bei null anfangen“, erklärt Koltay. Sein Traumziel ist ein Biodruckbaukasten samt einem Satz an Werkzeugen und Materialien, mit dem sich bequem und erfolgreich drucken ließe. Dahin hoffen die Wissenschaftler in den nächsten drei Jahren zu gelangen. „Ein Biodrucker mit bewährten Biotinten wären eine gute Basis, um Bioprinting weiter zu kommerzialisieren“, sagt Finkenzeller. Er glaubt, dass sich viele Anwendungsgebiete aufbauen werden, sobald Unternehmen einfach und sicher zu bedienende Drucker anbieten können: „3-D-Bioprinting ist beispielsweise interessant für die Pharmazie- und Kosmetikbranche.“ Tierversuche finden hier nur zum Austesten neuer Substanzen statt, die vorher Tests zu Wirksamkeit und Verträglichkeit in Zellkulturen erfolgreich bestanden haben. Da die Zellkulturen nur aus einem Zelltyp bestehen und einen sehr einfachen Stoffwechsel haben, liefern sie unzuverlässige Ergebnisse. „Gewebe aus mehreren Zelltypen spiegeln die wahre Situation im Körper viel besser wider“, sagt Finkenzeller. Effiziente

Biodrucker könnten Organmodelle herstellen und so wahrscheinlich dazu beitragen, die Anzahl von Tierversuchen zu reduzieren.

„Eine Grundtechnologie ist auch Voraussetzung für den Druck smarter, funktionsfähiger Gewebe, die in der Klinik eingesetzt werden können“, sagt Finkenzeller. Hier bieten sich zunächst sehr einfache Gewebe an – beispielsweise Knorpel. Knorpel besteht aus robusten Zellen und hat keine Blutgefäße. Also kommt der Meniskus aus dem Biodrucker doch? Finkenzeller rechnet damit, dass mindestens noch zehn Jahre vergehen werden, bis derartige Strukturen reif sind für den klinischen Einsatz. Bis funktionstüchtige, komplexe Organe wie Lebern und Nieren druckbar sind, wird es noch viel länger dauern. „Ich werde das nicht mehr erleben“, befürchtet Koltay. Für ihn werfen Ersatzorgane perspektivisch einige heikle Fragen auf – neben technischen auch immunologische, ethische und regulatorische. Die Diskussion darüber habe zum Teil noch nicht einmal begonnen, sagt er. Doch trotz aller Skepsis, was eine baldige klinische Anwendung von Organen aus 3-D-Biodruckern angeht, sind sich Peter Koltay und Günter Finkenzeller einig: „Diese Vision bleibt.“

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

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



Prof. Dr. Günter Finkenzeller
hat Biologie in Freiburg studiert und wurde 1992 promoviert. Ab 1993 war er Wissenschaftlicher Angestellter am Universitätsklinikum Freiburg. Anschließend arbeitete er an der Klinik für Tumorbio- logie und bei zwei Unternehmen. 2004 kehrte er ans Universitätsklinikum zurück – dieses Mal in die Abteilung für Plastische und Handchirurgie. Dort habilitierte er sich 2007 in experimenteller Medizin. Seit 2013 ist er als außerplanmäßiger Professor Sektionsleiter für Forschung und Tissue Engineering.
Foto: privat



Dr. Peter Koltay
hat Physik in Freiburg und Budapest/Ungarn studiert. Seine Doktorarbeit schrieb er am Freiburger Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE). 1999 begann er als Assistent an der Professur für Anwendungsentwicklung des Instituts für Mikrosystemtechnik (IMTEK) der Universität Freiburg. Seit März 2006 ist er am IMTEK Akademischer Rat und leitender Wissenschaftler. Er hat zwei Spin-offs der Universität Freiburg mit begründet: die BioFluidix GmbH und die cytena GmbH.
Foto: Jürgen Gocke



Menschliche Zellen unter dem Mikroskop: Sie können nur dann mit Blut versorgt werden, wenn sie nicht weiter als 0,3 Millimeter von einem Blutgefäß entfernt sind.

Foto: Klickit24/Fotolia

Zum Weiterlesen

Benning, L./Gutzweiler, L./Tröndle, K. et al. (2017): Cytocompatibility testing of hydrogels toward bioprinting of mesenchymal stem cells. In: Journal of Biomedical Materials Research Part A. doi 10.1002/jbm.a.36179

Strassburg, S./Nienhäuser, H./Stark, G. et al. (2016): Co-culture of adipose-derived stem cells and endothelial cells in fibrin induce angiogenesis and vasculogenesis in a chorioallantoic membrane model. In: Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine 10/6, S. 496-506.

Murphy, S. V./Atala, A. (2014): 3D bioprinting of tissues and organs. In: Nature biotechnology 32/8, S. 773-785.

www.nature.com/articles/nbt.2958



Die bunten Perlen des Rosenkranzes symbolisieren die neue Vielfalt des katholischen Christentums. Forscher der Universität Freiburg zeigen, dass in der Vielfalt eine neue Art von Einheit wachsen kann.

Foto: Adam Ján/Fotolia

Katholizismus im Wandel

Ein Forschungsteam aus der Theologie untersucht, was die Globalisierung für die römisch-katholische Kirche bedeutet

von Anita Rüffer

Die christlichen Kirchen scheinen dramatisch an Bedeutung zu verlieren: Immer mehr Menschen kehren ihnen hierzulande den Rücken. Insbesondere von der Aufklärung geprägte Katholikinnen und Katholiken tun sich schwer mit dem Zölibat und dem Ausschluss von Frauen aus den Weiheämtern. Das alles bildet kaum noch die Lebenswirklichkeit der Menschen ab und kommt daher höchst unzeitgemäß daher – zumindest aus europäischer Perspektive. Die aber erscheint selbst längst als unzeitgemäß, weil die Entwicklung in den letzten hundert Jahren mit Riesenschritten vorangegangen ist. Wer, wie Juniorprofessor Dr. Bernhard Spielberg von der Theologischen Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität in Freiburg und seine dreiköpfige Nachwuchsforscherguppe, den Blick auf die „globale Transformation des Katholizismus“ richtet – so der Titel ihres Forschungsprojekts –, kann erstaunliche Erkenntnisse gewinnen. Sie könnten Früchte tragen, nicht nur für die katholische Kirche, sondern für die Gesellschaft insgesamt.

Transnationale Organisation

Ein Blick auf die religiöse Weltkarte zeigt: Das Christentum hat sich rasant ausgebreitet, von 612 Millionen Christinnen und Christen im Jahr 1910 auf 2,2 Milliarden hundert Jahre später. In Europa ist die Anzahl der Christen von 406 auf 566 Millionen vergleichsweise geringfügig gestiegen. In anderen Erdteilen wie Amerika, Asien und Afrika sieht es dagegen anders aus. Analog dazu entwickelte sich die römisch-katholische Kirche: Sie wuchs von etwa 290 Millionen Mitgliedern im Jahr 1910 auf heute 1,2 Milliarden Mitglieder. Europa ist dabei längst nicht mehr der Nabel der katholischen Welt: 39 Prozent der Katholiken leben in Lateinamerika, nur noch 24 Prozent – im Jahr 1910 waren es noch 65 Prozent – in Europa, 16 Prozent in Afrika südlich der Sahara und 11 Prozent in Asien. „Es hat eine Entwestlichung stattgefunden“, diagnostiziert Bernhard Spielberg. „Die Gewichte haben sich auf die Länder des Südens und des Ostens verlagert.“

Mit einem Anteil von 17,5 Prozent an der Weltbevölkerung sei die katholische Kirche zu einer transnationalen Organisation geworden, die den Namen Weltkirche tatsächlich verdiene, so Spiel-

berg. Dass mit Franziskus erstmals ein Papst gewählt wurde, der nicht aus Europa, sondern aus Lateinamerika stammt, scheint der personalisierte Beweis für die geänderten Vorzeichen, unter denen diese Weltkirche steht. Mit seinem entschiedenen Eintreten gegen die Armut kommt der Mann aus Argentinien bei der europäischen Basis gut an. Seine klassische Sexualmoral oder die Ablehnung von Frauen für das Priesteramt findet weniger Zustimmung. Franziskus passt damit in keine der europäischen Schubladen, bedient weder progressive noch konservative Klischees.

Aufbrechen starrer Muster

Über Jahrhunderte hatte sich in Europa die Idee von der katholischen Kirche als Einheit unverrückbar eingenistet: Überall dienten die gleichen Rituale, Regeln, Farben und Formen als „Corporate Identity“. Noch bis in die 1960er Jahre wurde die Liturgie weltweit auf Latein gehalten. Und jetzt? Wird sie in den jeweiligen Sprachen der Völker gefeiert. „Im Gottesdienst reden und singen die Leute nicht mehr gleich. Die Priester sehen nicht mehr gleich aus“, konkretisiert Spielberg, was Globalisierung für den Katholizismus bedeutet. Was bleibt von ihm übrig, wenn sein einstiger „Markenkern“ nicht mehr funktioniert? Eine Frage, die auch alle anderen umtreibt, die von der Globalisierung betroffen sind und sich von ihr bedroht fühlen: politische Parteien, Nationen, Bürgerinnen und Bürger in der Stadt und auf dem Land.

„Es hat eine Entwestlichung stattgefunden“

Bernhard Spielberg und seine Nachwuchsforscherinnen und -forscher untersuchen, wie sich die katholische Kirche durch ihre eigene Globalisierung verändert. Dazu nehmen sie – nach der Identifizierung globaler Entwicklungslinien – drei bedeutsame Transformationen in den Blick. Die Doktorandinnen Anna-Maria Müller und Franziska Seidler sowie der Doktorand Simon Ruscher forschen dazu in drei unterschiedlichen Weltgegenden. „Die verschiedenen Denkansätze und Biografien sind eine



Bereicherung für unseren Forschungsgegenstand.“ Die einzelnen Fallstudien, die auf ethnologischer Feldforschung basieren, werden in drei theologische Dissertationen münden.

Eine neue Art von Einheit

Simon Ruscher hat sich bei multikulturellen Pfarreien an der Westküste der USA umgesehen. Dort teilen sich Menschen unterschiedlicher Herkunft und Kultur die Ressourcen einer Pfarrei. Sie alle sind Katholiken, praktizieren ihren Glauben aber ganz unterschiedlich. Die Leitung lässt ihnen Freiraum, ihre kulturelle Eigenständigkeit zu wahren, ohne sie jedoch in eine Parallel-

lichen Communities sind fest eingebunden in die Strukturen, Führungsebenen und gemeinsamen Feste ihrer Pfarrei. In der Vielfalt kann eine neue Art von Einheit wachsen. Solche „Shared Parishes“ können nach Ansicht des Pastoraltheologen Spielberg zum Lernfeld für die ganze Gesellschaft werden – auch hierzulande, wo Integration häufig mit Assimilation gleichgesetzt werde.

Franziska Seidler ist nach Kenia ins östliche Afrika gereist und wollte wissen, welche Rolle die Seelsorgerinnen und Seelsorger dort spielen. Ein Foto zeigt einen Seelsorger, der in seiner zivilen Kleidung kaum als Priester zu erkennen ist, im Gespräch mit Frauen. Sie notieren, was besprochen wird. Ein sakraler Raum mit Kreuz und einer Marienfigur dient auch als Ort der Bildung. „Der Priester als kirchliche Autoritätsperson steht in Afrika vor großen Herausforderungen“, erklärt Spielberg. „Er wird zum Kulturagenten, der Gräben überbrückt, wo Familienstrukturen und agrarische Gesellschaften sich wandeln und den Menschen die Fundamente des Zusammenlebens entzogen werden.“ Die Männer ziehen in die Stadt zum Geldverdienen, Frauen und Kinder bleiben auf dem Land zurück, die Globalisierung verändert das Leben

„Kirche ist kein Freilandmuseum“

gesellschaft zu entlassen. Gottesdienste auf Spanisch und Tagalog, der auf den Philippinen am weitesten verbreiteten Sprache, wechseln sich ab mit angloamerikanischen Gottesdiensten. Niemand muss sich an herkömmliche Mehrheitsrituale anpassen und kann sich gerade deshalb einem Ganzen zugehörig fühlen. Die unterschied-

der Menschen. Die Digitalisierung ist in Afrika weit fortgeschritten und ersetzt eine schlechte Infrastruktur. Die Priester nutzen die mobile Kommunikation – aber nicht, um die Menschen zu missionieren: „Ihr Selbstverständnis ist es, Menschen zur Eigenverantwortung zu ermutigen und dafür zu sorgen, dass sie gut leben können.“

Eigene kulturelle Ausprägung

Anna-Maria Müller schließlich hat in einer Region im nordöstlichen Indien herauszufinden versucht, welche Vorstellungen von Gott sich unter den dortigen Katholiken nach dem Ende der abendländischen Deutungshoheit entwickelt haben. Symptomatisch dafür ist der gekreuzigte Christus: Das riesige Kreuz im Chor der Kirche ist auf einen mächtigen Sockel aus drei aneinandergelagerten Baumstämmen montiert. Bäume gelten dem Volk der Adivasi als Träger von Spiritualität. Hier verbindet sich das traditionelle Gottesverständnis auf harmonische Weise mit dem christlichen. Das zeigt, wie eine Gesellschaft mit ihrer jeweiligen Kultur und die Lebenssituation der Menschen das Verständnis von Gott prägen. „Kirche ist kein Freilandmuseum“, sagt Spielberg. „Sie entwickelt in jeder Zeit und an jedem Ort ihre eigene kulturelle Ausprägung, sonst könnte sie gar nicht lebensrelevant werden.“ Dazu fällt ihm ein Zitat von Raimon Panikar ein, einem Vertreter des interreligiösen Dialogs: „Ich verließ Europa als Christ, ich entdeckte, dass ich ein Hindu war, und ich kehrte als Buddhist zurück – ohne jemals aufgehört zu haben, ein Christ zu sein.“

Das Fazit der Nachwuchsforscher: Das katholische Christentum steht vor der Herausforderung, sich – wie in seinen Anfängen – als lokal

jeweils unterschiedlich ausgeprägte Lebenshaltung mit entsprechend unterschiedlichen liturgisch-religiösen Ausdrucksformen zu verstehen, „und nicht primär als religiöse Weltanschauungsgemeinschaft, die unabhängig vom jeweiligen Kontext existiert wie ein Geheimbund“. Der Wandel dürfte weniger von den kirchlichen Institutionen ausgehen, als vielmehr durch die Migration zwischen den Ortskirchen eingeleitet werden. Politisch, prophezeit die Forschungsgruppe, könnte die Kirche zu einer „Agentin der Demokratisierung in einer multipolaren Weltordnung werden“. Der Theologe Karl Rahner prophezeite in den 1960ern, die eurozentristische katholische Kirche werde ein ganzes Jahrhundert brauchen, bis sie sich zur Weltkirche gewandelt habe. Knapp fünfzig Jahre bleiben ihr noch.

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



Noch bis in die 1960er Jahre wurde die Liturgie weltweit auf Latein gehalten. Heute wird sie in den jeweiligen Sprachen der Völker gefeiert.

Foto: elenakibrik/Fotolia



Juniorprofessor

Dr. Bernhard Spielberg hat Katholische Theologie an der Universität Würzburg studiert und war dort wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Pastoraltheologie. Im Jahr 2008 wurde er zum Doktor der Theologie promoviert und zum Akademischen Rat ernannt. 2014 habilitierte er sich in Pastoraltheologie und Homiletik. Im gleichen Jahr wurde er Juniorprofessor für Pastoraltheologie an der Universität Freiburg. Seine Forschungsschwerpunkte sind Lebensweltforschung, Kirchenentwicklung, Glaubenskommunikation und die Auswirkungen der Globalisierung der Kirche auf sie selbst. Seit 2015 forscht er als Junior Fellow mit seiner Nachwuchsforschungsgruppe in einem auf drei Jahre angelegten Projekt am Freiburg Institute for Advanced Studies (FRIAS).

Foto: privat

Zum Weiterlesen

Seidler, F. (2017): Zwischen Rom und Silicon Savannah: Priesterausbildung in Subsahara-Afrika. In: Lebendige Seelsorge 68 (1/2017), S. 42–46.

Spielberg, B. (2017): Weltkirche beginnt zwei Straßen weiter. In „Shared Parishes“ in den USA kommen katholische Kulturen in Konflikt – und Kontakt. In: Diakonia 48 (2/2017), S. 83–90.

Spielberg, B. (2011): Vitaminspritze aus dem Süden? Oder: Warum pastorale Südfrüchte nicht einfach zu importieren sind. In: Hennecke, C./ Samson-Ohlendorf, M. (Hrsg.)(2011): Die Rückkehr der Verantwortung. Kleine Christliche Gemeinschaften als Kirche der Nähe. Würzburg, S. 127–140.

Wirkstoffe aus dem Computer

Was die Bioinformatik zur Entwicklung
von Medikamenten beitragen kann

von Eva Opitz

Krebsdiagnosen sind trotz aller medizinischen Fortschritte eine Schreckensnachricht, die große Angst hervorruft. Pharmazeuten, Biologen, Bioinformatiker, Chemiker und Mediziner forschen weltweit nach Ursachen sowie effektiven Therapien. An der Universität Freiburg hat es sich Stefan Günther, Professor der Bioinformatik am Institut für Pharmazeutische Wissenschaften, zur Aufgabe gemacht, mit seinem Team und in Kooperation mit Kolleginnen und Kollegen aus angrenzenden Fachbereichen die moderne Wirkstoffforschung mithilfe der Informatik voranzubringen.

Die Suche nach neuen Wirkstoffen mithilfe von Computermodellen beruht auf dem Wissen, dass Proteine für den menschlichen Körper die wichtigste Klasse von Biomolekülen darstellen. „Sie führen nahezu alle Funktionen in der Zelle

aus“, sagt Günther. Proteine geben Signale über eine Kette von Proteinen, die miteinander wechselwirken, an die Zellen und in den Zellen selbst weiter. Ein solches Signal ist unter Umständen dafür verantwortlich, dass die Zelle sich unkontrolliert zu teilen beginnt. „Krebserkrankungen

haben immer etwas mit ungebremster Zellteilung zu tun“, erklärt Günther. Die Wissenschaft zieht daraus den logischen Schluss, dass diese Klasse von Molekülen auch für die Wirkungsweise von Medikamenten besonders wichtig ist. „Das am

**„Wir müssen in der übergroßen
Menge von herstellbaren
Kleinmolekülen das passende finden“**

Tödliche Krebszellen können unter dem Mikroskop wie harmlose Quallen aussehen. Wissenschaftler unterschiedlicher Fachrichtungen forschen weltweit nach Ursachen sowie effektiven Therapien.

Foto: psdesign1/Fotolia

nannten Kleinmoleküle erwiesen. Sie heißen so, weil sie im Vergleich mit den meisten Proteinen als Zwerge daherkommen: Ihre Größe beträgt im Durchschnitt ein Hundertstel der Größe eines gängigen Proteins. „Wenn ich weiß, welches Protein in diesem Prozess eine wichtige Rolle spielt, gehe ich daran, es mit einem Kleinmolekül zu blockieren.“ Der Signalweg wird dadurch gestört, die kranke Zelle teilt sich nicht mehr. Gefunden werden muss nun ein für die jeweilige Krankheit spezifisches Kleinmolekül, das nur dieses eine, krank machende Protein hemmt. Denn die gesunden Zellen sollen sich ja weiter teilen können, weil dies für den Menschen lebensnotwendig ist. Die stark hemmende Wirkung der Kleinmoleküle hat ihnen den Namen „Inhibitoren“ eingetragen. „Rund 80 Prozent aller Wirkstoffe sind inhibierende Kleinmoleküle“, berichtet der Forscher.

Schlüssel-Schloss-Prinzip

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sehen sich bei der Suche nach einem effektiven Inhibitor, aus dem ein Wirkstoff und später ein Medikament werden sollen, vor Probleme gestellt. „Es gibt unendlich viele unterschiedliche Kleinmoleküle, aber von den insgesamt 20.000 Proteinen in der menschlichen Zelle sind nur etwa 10.000 für die Wirkstoffforschung interessant, weil man sie mit ihren kleinen Verwandten beeinflussen kann“, sagt Günther. An diesem Punkt ist für den Wissenschaftler die Bioinformatik gefragt. „Wir müssen in der übergroßen Menge von herstellbaren Kleinmolekülen das passende finden, das für ein Medikament infrage kommt.“ Die Suche nach einem Wirkstoff wird zudem dadurch erschwert, dass eine Krankheit wie Krebs viele verschiedene molekulare Ursachen haben kann. Das macht die Suche teuer und komplex. Schon während der vorgeschriebenen klinischen Versuche ist ein Scheitern häufig.

meisten benutzte Wirkprinzip in der Medikamentenforschung besteht darin, dass Proteine gehemmt oder aktiviert werden.“

Weitgehend unerforschtes Land

Die Grundlagenforschung spiele dabei eine wichtige Rolle, denn von vielen Proteinen sei noch gar nicht bekannt, welche Funktion sie haben und inwieweit sie im Wechselspiel mit anderen Proteinen agieren, so der Forscher. „Das ist weitgehend unerforschtes Land.“ Biochemie und Molekularbiologie würden aus diesem Grund für die Pharmazie immer wichtiger, um Krankheiten auf molekularer Ebene und die Biochemie der Zelle besser zu verstehen. Als besonders wirkungsvoll im Prozess der Beeinflussung von Proteinen, die Krankheiten verursachen, haben sich die so ge-

Der Wissenschaftler sieht die Aufgabe der Bioinformatik darin, mithilfe des Computers das Modell eines Kleinmoleküls zu entwickeln und anhand dieses Modells dann möglichst viele Vorhersagen zu treffen – etwa über die Wirkung oder die Toxizität. Dank der großen Datenmengen und der Erfahrungen aus vorhergegangenen Experimenten müssen die Forscherinnen und Forscher nicht mehr alles ausprobieren, um den richtigen Wirkstoff zu finden. „Drei Viertel des Heuhaufens kann ich zur Seite schieben, weil ich weiß, die gesuchte Nadel ist nicht drin“, ist sich



Die Suche nach neuen Wirkstoffen mithilfe von Computermodellen beruht auf dem Wissen, dass Proteine für den menschlichen Körper die wichtigste Klasse von Biomolekülen darstellen. Zu sehen ist hier ein neu kreiertes Kleinmolekül, das so genannte XDM-CBP (grün), das an das Protein CBP (blau/rot, PDB-ID: 5NU3) gebunden ist. Das Kleinmolekül wurde von Arbeitsgruppen aus der Freiburger Chemie und Pharmazie entwickelt. Foto: Maksym Yemelyanov/Fotolia, Stefan Günther

Günther sicher. Die Informatik hätte inzwischen Methoden entwickelt, mit denen experimentelle Tests übernommen und Tierversuche ebenso eingeschränkt werden könnten wie die Menge der zu untersuchenden Moleküle.

„Unser Job ist es, mit theoretischen Methoden die Struktur eines Wirkstoffs aufzuklären“

Wenn die Bioinformatikerinnen und Bioinformatiker etwa ein Protein identifiziert haben, das bei der Entstehung einer bestimmten Form der Leukämie eine große Rolle spielt, suchen sie im ersten Schritt einen Kandidaten für einen Inhibitor. Unterstützt werden sie dabei durch die so genannte Röntgenkristallografie. Die Methode geht von der Kristallisation eines Moleküls aus, das seine räumliche Struktur preisgibt, sobald der Proteinkristall charakteristischer Röntgenstrahlung ausgesetzt wird. „Man kann sich das als Schlüssel-Schloss-Prinzip vorstellen“, erklärt

Günther. „Ausgehend von dem am Computer räumlich präsentierten großen Protein als unserem Schloss, ist unser Inhibitor der Schlüssel, den ich am Computer modelliere.“ Wenn das Modell des Ausgangsmoleküls, gefunden durch ein virtuelles Screening an einem leistungsstarken Computer, die Qualität eines Schlüssels aufweist, geht eine Bestellung an Chemielabore in aller Welt. Sie sind für diese Art Synthese qualifiziert und stellen die Inhibitoren schnell her. Was umgangssprachlich als passender Schlüssel beschrieben wird, heißt in der Sprache der Biochemikerinnen und Biochemiker Bindungsaffinität. Sie ist ein Indiz dafür, dass das Kleinmolekül die Bindung sucht, das Protein nicht mehr loslässt und dafür sorgt, dass es im Fall einer Krebserkrankung kein Signal zur unkontrollierten Zellteilung weitergibt.

Auf der Suche nach Bindung

Damit das funktioniert, wird zunächst ein Ausgangsmodell aus einer Handvoll chemischer Elemente zusammengestellt und in einem zweiten

Schritt am Computer weiter optimiert. Je höher die Bindungsaffinität zum Protein ist, als desto spezifischer erweist sich der Wirkstoff. Eventuell werden Elemente wie Chlor, Wasser- oder Sauerstoff nebst einem weiteren Benzolring hinzugefügt, sodass nach einigen Schritten der Optimierung das Molekül immer noch klein, aber schon etwa doppelt so groß ist wie vorher. Mit entscheidend sind Parameter wie Löslichkeit und die Fähigkeit, gut durch die Zellmembran zu kommen, um das große Protein in der Zelle zu erreichen. „In diesem Prozess gibt es schon mal Irrwege, auf denen unser Modell scheitert“, berichtet der Bioinformatiker.

Versuche mit etwa 60 Krebszelllinien brachten die Gewissheit, dass das vorliegende Protein bei dieser Form der Leukämie eine zentrale Rolle im Krankheitsverlauf spielt. „Alle Zelllinien, die wir mit unserem am Computer modellierten Molekül auf Wirksamkeit getestet haben, zeigten eine Reaktion“, so Günther. „Die einen weniger, die anderen,

vor allem die Leukämiezellen, mehr.“ Das habe alle am Prozess Beteiligten gefreut, denn sie seien zu Beginn lediglich von einer Hypothese ausgegangen. Günther erinnert daran, dass alle Versuche in einem sehr frühen, von der Grundlagenforschung geprägten Stadium stattfänden. „Unser Job ist es, mit theoretischen Methoden die Struktur eines Wirkstoffs aufzuklären.“ Wenn die Versuche die zelluläre Ebene verlassen und am Tiermodell fortgeführt werden, sind die Wissenschaftler dem Ziel, einen Wirkstoff zu finden, ein kleines Stück näher gekommen. „Wir reden jetzt von einem Wirkstoff, weil er Wirkung zeigt, aber es ist immer noch kein Medikament“, macht der Forscher klar. Dazu wird ein Wirkstoff erst, wenn alle Tests am Menschen erfolgreich waren und er nach sorgfältiger Prüfung am Markt zugelassen ist. „Das kann noch Jahre dauern.“

www.pharmazeutische-bioinformatik.de



Prof. Dr. Stefan Günther hat Biologie und Informatik an den Universitäten Bochum und Kiel studiert und anschließend den Masterstudiengang Bioinformatik an der Freien Universität Berlin abgeschlossen. Im Jahr 2008 wurde er promoviert. In seiner Doktorarbeit an der Charité Berlin entwickelte er unterschiedliche theoretische Modelle zur Vorhersage von Molekülinteraktionen und wendete diese an. 2009 wechselte Günther als Juniorprofessor ans Institut für Pharmazeutische Wissenschaften an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, wo er das neu eingeführte Fach Pharmazeutische Bioinformatik lehrt. Dort forscht er unter anderem an der Identifizierung neuer Wirkstoffe. Die mit Tenure Track ausgestattete Juniorprofessur wurde 2015 zur Dauerprofessur.

Foto: Patrick Seeger



Effektive Wirkstoffe werden erst dann zu Medikamenten, wenn alle Tests am Menschen erfolgreich waren und sie nach sorgfältiger Prüfung am Markt zugelassen sind – ein jahrelanger Prozess. Foto: Benjamin Nolte/Fotolia

Zum Weiterlesen

Günther, S./Hügler, M./Lukas, X. et al. (2017): Beyond the BET family: targeting CBP/p300 with 4-Acyl pyrroles. In: Angewandte Chemie International Edition 56/41, S. 12476–12480. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28766825>

Günther, S./Padilla, N./Zierp, P. F. et al. (2017): SeMPI: a genome-based secondary metabolite prediction and identification web server. In: Nucleic Acids Research 45/W1, S. W64–W71. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28453782>

Günther, S./Ntie-Kang, F./Telukunta, K. K. et al (2017): NANPDB: a resource for natural products from Northern African sources. In: Journal of Natural Products 80/7, S. 2067–2076. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28641017>

Das Kreuz mit dem Kästchen

„Gendering MINT“ fördert den Austausch
zwischen Geschlechterforschung und Natur-
sowie Technikwissenschaften

von Thomas Goebel



Wenn Prof. Dr. Anelis Kaiser für ein neuro-wissenschaftliches Experiment Bilder vom menschlichen Gehirn machen will, muss sie die Maschine für die Magnetresonanztomografie (MRT) zunächst mit einigen Daten zur Versuchsperson füttern: Namensinitialen, Geburtsdatum, Gewicht. Und Geschlecht. „Bevor ich nicht auf ‚F‘ für feminin oder Frau beziehungsweise ‚M‘ für maskulin oder Mann gedrückt habe, lässt sich das Gerät in der Regel nicht starten“, sagt Kaiser.

Nun ist es nicht so, dass sie diese Kategorien einfach für unerheblich halten würde. Die Psychologin ist seit Frühjahr 2017 Professorin an der Technischen Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg; seit vielen Jahren beschäftigt sie sich mit der Bedeutung von Geschlecht in verschiedenen technologischen Feldern und insbesondere in der Hirnforschung. Es sei aber doch bemerkenswert, sagt sie, dass unabhängig vom Experiment die Frage nach dem Geschlecht eindeutig und lediglich mit einem von zwei Buchstaben beantwortet werden müsse, ohne dass weiter definiert oder differenziert werden könne. „Da kann man schon einmal nachfragen, warum die Ingenieurinnen und Ingenieure, die das Gerät programmieren, genau die Kategorien Alter, Gewicht und Geschlecht als die Essenz eines Menschen vordefinieren – das nimmt der Forschung schon viel vorweg.“

Vielfalt statt Normen

„Gendering MINT“ hieß ein 2015 und 2016 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördertes Projekt an der Universität Freiburg, das nun für drei Jahre in die Verlängerung geht und sich mit genau den Fragen, wie Kaiser sie stellt, befasst. Untersucht werden Genderperspektiven in den so genannten MINT-Fächern, also Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik. „Wir wollen Transferwissen aufbauen“, sagt die Kulturwissenschaftlerin Dr. Marion Mangelsdorf, die beide Projekte koordiniert. Es geht um den Austausch zwischen der praktisch ausgerichteten Gleichstellungspolitik an MINT-Fakultäten und den eher theoretisch interessierten Gender Studies, aber auch ganz grundsätzlich um den Dialog zwischen Geschlechterforschung und Natur- und Technikwissenschaften.

Denn der ist häufig schwierig – falls es ihn überhaupt gibt. „Nehmen wir ein praktisches Beispiel aus der Medizin: den Herzinfarkt“, sagt Mangelsdorf. Frauen zeigten hier oft andere Symptome als Männer, was gravierende Auswirkungen selbst auf lebensrettende Maßnahmen haben könne. „Das wurde in der Vergangenheit nicht ausreichend erkannt, weil der männliche Körper bei Prävention, Diagnose und Therapie noch immer oft als Norm gilt.“ Nun sei es aber auch problematisch, die eine „männliche“ Norm einfach um eine zweite „weibliche“ zu ergänzen. Denn Geschlecht sei aus Sicht der Gender Studies eben nichts Starres oder Einheitliches: „Es geht darum, sensibler mit Vielfalt umzugehen.“ Hier gebe es – bei allen Verständigungsschwierigkeiten – auch Verbindungen zur personalisierten Medizin, die aktuell im Trend liegt.

„Es geht darum, sensibler mit Vielfalt umzugehen“

Die Gender Studies täten sich andererseits aber auch oft schwer mit den Natur- und Technikwissenschaften, sagt Anelis Kaiser. Damit meint sie gerade nicht, dass die Gender Studies den „biologischen“ Körper aus dem Blick verlieren würden und nur dekonstruieren wollten, wie ihnen gerne vorgeworfen wird. Diese festgefahrene Darstellungsweise müsse endlich durchbrochen werden. Für die Gender Studies gehe es um die Frage, wie sie mit durch naturwissenschaftliche Methoden erlangtem Geschlechterwissen umgehen können und müssen. Das bedeute auch, naturwissenschaftliche Forschungsmethoden anzuerkennen.

Informationsarme Klassifizierungen

Naturwissenschaften benutzen für ihre nachprüfbareren, wiederholbaren Versuchsanordnungen vordefinierte Kategorien. Anders gehe es auch gar nicht. „Die Frage, die mich beschäftigt, ist daher einfach und kompliziert zugleich“, sagt Kaiser. „Wie kann ich in der naturwissenschaftlichen Forschung zum Thema Geschlecht Klassifizierungen bilden, ohne einfach nur unreflektiert und automatisch die beiden informationsarmen

Kästchen F und M anzukreuzen, die normalerweise bei Experimenten zur Angabe des Geschlechts verlangt werden?“

„Marktinteressen werden bei der Entwicklung von Produkten oft über das Geschlecht strukturiert“

Bislang fanden im Rahmen des Projekts „Gendering MINT“ in Freiburg eine Konferenz und drei international besetzte Workshops statt – zu den Schwerpunkten Gleichstellung, Forschung und Lehre. „Wir denken diese drei Säulen zusammen“, sagt Mangelsdorf. „Wenn wir wollen, dass sich irgendwann in der Forschung bis hinein in die Labore etwas ändert, dann müssen wir ganz vorne in der Lehre anfangen und auch die Bedingungen modifizieren.“ Die Workshops dienten in diesem Zusammenhang dem Austausch von Erfahrungen. Es ging um die Frage, wie Genderperspektiven in den Natur- und Technikwissenschaften aussehen können.

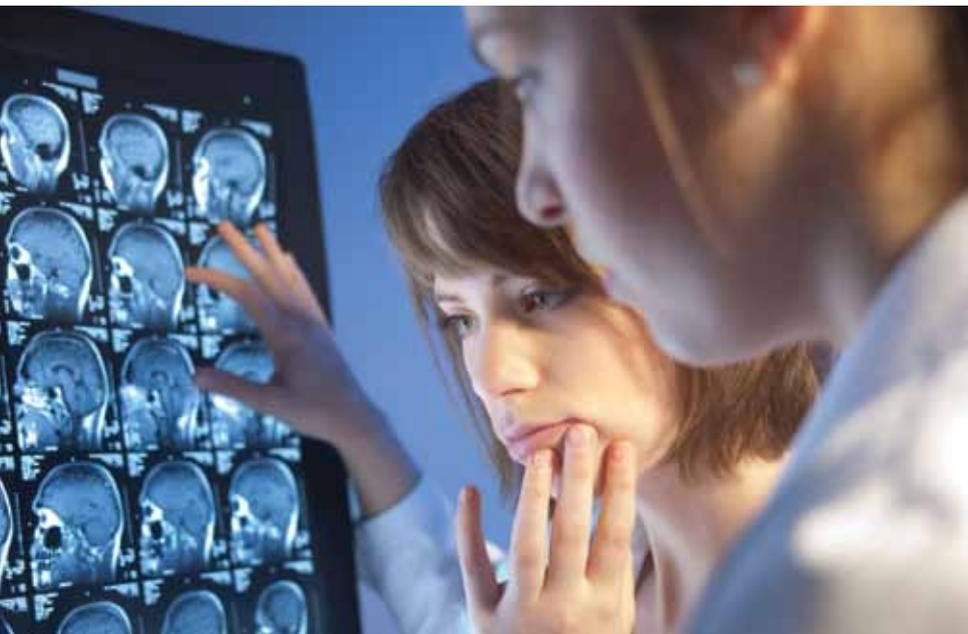
Mangelsdorf erzählt von einem Projekt, an dem sie selbst beteiligt war. Umweltwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler wollten sich mit der Biodiversität von Mangos in Indien beschäftigen

und dazu Kleinbäuerinnen und -bauern befragen: „Die Wissenschaftler waren es gewohnt, sich mit Mangos auseinanderzusetzen, aber nicht mit verschiedenen Interviewsituationen.“ Gemeinsam mit Mangelsdorf befassten sie sich nun auch mit den Lebensbedingungen und Rollenkonzepten der Menschen vor Ort, die für den Obstanbau auf dem Land zuständig waren, und bekamen so immer besseren Zugang zu deren vielfältigem Wissen über Mangopflanzen in der Region.

Unterschiedliche Designs

Das Interesse daran, sich über erfolgreiche Ansätze der Zusammenarbeit auszutauschen, wachse, sagt Mangelsdorf. Auch weil Förderprogramme der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) oder das Programm „Horizon 2020“ der Europäischen Union inzwischen auch in Natur- und Technikwissenschaften oft die Einbeziehung von Genderfragen verlangten. An Technischen Hochschulen und Fakultäten gebe es „Pionierinnen“ wie etwa die Informatikerin Corinna Bath, Professorin an der Technischen Universität Braunschweig und der Ostfalia Hochschule. Bei einem Freiburger Workshop berichtete sie, wie sie Geschlechterforschung und Technikentwicklung verknüpfe. „Marktinteressen werden bei der Entwicklung von Produkten oft über das Geschlecht strukturiert“, sagt Mangelsdorf. Das reiche von gleich funktionierenden, aber verschieden designten und unterschiedlich teuren Rasierern für Frauen und Männer bis zu rosa Computern. Baths Arbeit zielle dagegen auf eine „Entvergenschlechtlichung“ der Produktentwicklung.

Die Erfahrungen aus den Workshops sollen jetzt in das Folgeprojekt „Gendering MINT digital“ einfließen. Dieses von Mangelsdorf und Prof. Dr. Sigrid Schmitz von der Humboldt-Universität zu Berlin ausgearbeitete Projekt startet Ende 2017 und wird vom BMBF für drei Jahre mit insgesamt knapp 840.000 Euro gefördert. „Wir werden einen digitalen Modulbaukasten mit Video-, Audio-, Bild- und Textmaterialien aufbauen, die es ermöglichen, Gender als Querschnittsthema in MINT-Studiengängen zu vermitteln“, sagt Verbundkoordinatorin Mangelsdorf. Auch Beispiele aus den Bereichen Gleichstellung und Forschung werden multimedial aufbereitet: „Ich werde zum Beispiel Anelis Kaiser mit einem Videoteam ins Labor folgen und zeigen, wie sie mit Studierenden Fragestellungen diskutiert und mit Forschungskolleginnen und -kollegen ein Experiment aufbaut.“



Wer für ein neurowissenschaftliches Experiment Bilder vom menschlichen Gehirn machen will, muss einige Daten zur Versuchsperson eingeben – beim „Geschlecht“ sind nur die zwei Auswahlmöglichkeiten F oder M vorgesehen. Ohne Angabe lässt sich die Maschine für die Magnetresonanztomografie nicht starten. Foto: pix4U/Fotolia

Projektpartner ist die Hochschule Offenburg; das Videoteam steht unter der Leitung von Prof. Daniel Fetzner. Und über die Humboldt-Universität zu Berlin werden auf deren Dokumentenserver die verschiedenen frei abrufbaren Module schließlich zusammengeführt. Kaiser erwartet, dass sich durch die Begleitung ihrer Arbeit positive Rückwirkungen ergeben: „Ich bin im Labor auf diese Reflexion von außen angewiesen – ich denke, nur so kann genderinformierte empirische Forschung in den Natur- und Technikwissenschaften aussehen.“

Deren Potenzial sei groß. Die technische Entwicklung schreite rasend schnell voran, in der Hirnforschung zum Beispiel gebe es alle vier, fünf Jahre bessere bildgebende Verfahren. Doch trotz dieser spannenden Entwicklungen würden immer die gleichen langweiligen Genderfragen untersucht, nämlich beispielsweise, ob beim Lösen einer mentalen Aufgabe Frauenhirne anders arbeiten als Männerhirne. „Mein Ziel ist es, irgendwann die Fragestellerinnen und Fragesteller zu überzeugen, dass diese Frage unterkomplex ist – und deshalb nicht einfach mit Ja, aber auch nicht einfach mit Nein beantwortet werden kann.“

www.genderingmint.uni-freiburg.de



Rosa Rasierer: Viele Gebrauchsgegenstände werden für Frauen und Männer unterschiedlich design – mit dem Ziel, am Markt erfolgreich zu sein. Die Forschung zielt dagegen auf eine „Ent-Vergeschlechtlichung“ der Produktentwicklung.

Foto: gavran333/Fotolia

Zum Weiterlesen

Mangelsdorf, M. (Hrsg.) (2017): Handreichung Gendering MINT. Vernetzung und Austausch von Genderperspektiven in den Natur- und Technikwissenschaften. Freiburg (im Druck).

Eliot, L./Richardson, S.S. (2016): Sex in context: limitations of animal studies for addressing human sex/gender neurobehavioral health disparities." In: Journal of Neuroscience 36/ 47, S. 11823-11830.

Buitendijk, S./Maes, K. (2015): Gendered research and innovation: integrating sex and gender analysis into the research process.

www.leru.org/index.php/public/publications/category/advice-papers



Prof. Dr. Anelis Kaiser hat Allgemeine Psychologie an der Universität Basel/Schweiz studiert und wurde dort 2008 mit einer Arbeit über Geschlecht in der Hirnforschung promoviert. Sie war unter anderem wissenschaftliche Assistentin am Zentrum Gender Studies der Universität Basel mit dem Schwerpunkt Geschlechterforschung und Naturwissenschaften und arbeitete 2013 bis 2016 als Marie-Heim-Vögtlin-Fellow am Institut für Sozialpsychologie und Soziale Neurowissenschaft der Universität Bern/Schweiz. Sie ist Mitbegründerin des transdisziplinären Netzwerks „NeuroGenderings“. Seit April 2017 ist Kaiser Professorin am Institut für Informatik der Universität Freiburg. Sie leitet die Arbeitsgruppe „Gender Studies in MINT“ – also Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik.

Fotos: Patrick Seeger



Dr. Marion Mangelsdorf hat freie Malerei, Kulturpädagogik, Philosophie und Kulturwissenschaften in Bonn-Alfter, Düsseldorf, Berlin und Freiburg studiert. 2006 wurde sie im Fach Kultursoziologie an der Freien Universität Berlin promoviert. Ihr Thema: „Von der Ankunft der Wölfe in der Technoscience“. Sie ist Mitbegründerin des 1998 entstandenen Zentrums für Anthropologie und Gender Studies (ZAG) an der Universität Freiburg, seit 2015 Geschäftsführerin der Freiburger Gender Studies, Projektkoordinatorin des Projekts „Gendering MINT“ und wissenschaftliche Mitarbeiterin im Sonderforschungsbereich „Muße“. Zu ihren Forschungsinteressen gehören partizipative Methoden der empirischen Sozial- und Kulturwissenschaften, das Verhältnis von Mensch und Tier, Gender in Wissenschaft und Technik sowie Kunst.



Es ist ein mühsamer Lernprozess für angehende Fachärztinnen und Fachärzte: Was genau bedeuten diese Linien im Elektroenzephalogramm, kurz: EEG? Was sagen diese Hirnströme aus? Ist die Patientin oder der Patient gesund? Liegen die Ausschläge noch im Bereich des Normalen? Oder handelt es sich um erste Anzeichen einer Erkrankung? Selbst ausgebildete Ärzte lernen erst durch jahrelange Praxis, Muster zu erkennen und zu vergleichen, die

„Die Theorien dazu sind schon seit Jahrzehnten im Umlauf“

Hirnströme eines gesunden Menschen von denen eines kranken zu unterscheiden. Das alles könnte irgendwann mal viel schneller gehen und Ärzten und Patienten viel Zeit sparen, findet Privatdozent Dr. Tonio Ball von der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. Der Arzt und Neurowissenschaftler will gemeinsam mit seinem Team des Freiburger Exzellenzclusters BrainLinks-BrainTools zeigen, wie Ideen aus der Informatik für die Hirnforschung und klinische Diagnostik genutzt werden können.

Vor Kurzem setzten sie einen selbstlernenden Algorithmus ein, um menschliche Hirnsignale zu entschlüsseln, die via EEG gemessen wurden. Die Ergebnisse wurden im Fachmagazin „Human Brain Mapping“ veröffentlicht. Der Algorithmus war zum Beispiel in der Lage, sowohl ausgeführte als auch nur vorgestellte Fuß- und Handbewegungen oder die imaginierte Rotation von Gegenständen zu erkennen. „Wenn wir das auf Signale und Muster übertragen, die für Krankheiten typisch sind, haben wir ein Mittel, um diese möglicherweise frühzeitig erkennen zu können“, sagt Tonio Ball. Auch eine verbesserte Kommunikation für Schwerstgelähmte durch eine Gehirn-Computer-Schnittstelle, ein Roboterarm oder eine automatisierte Diagnostik sind denkbare Anwendungen. „Wir stehen noch ziemlich am Anfang, sehen aber zahlreiche vielversprechende Möglichkeiten.“

Selbstlernenden Algorithmen werden von den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern keine Merkmale zur Auswertung vorgegeben, sie bauen sich vielmehr aus riesigen Mengen an Rohdaten und Messergebnissen einen eigenen „Erfahrungsschatz“ auf. „Das ist so, als würden

Fällt bei einem Fußballspiel ein Tor, brandet Jubel auf – ein eindeutiges Signal. Nach solchen eindeutigen Mustern sucht auch der selbstlernende Algorithmus der Freiburger Forscher, der dafür das Gehirn scannt.

Foto: privat

Suche nach Signalen

Wie Ideen aus der Informatik der Hirnforschung und klinischen Diagnostik nützen

von Claudia Fäßler

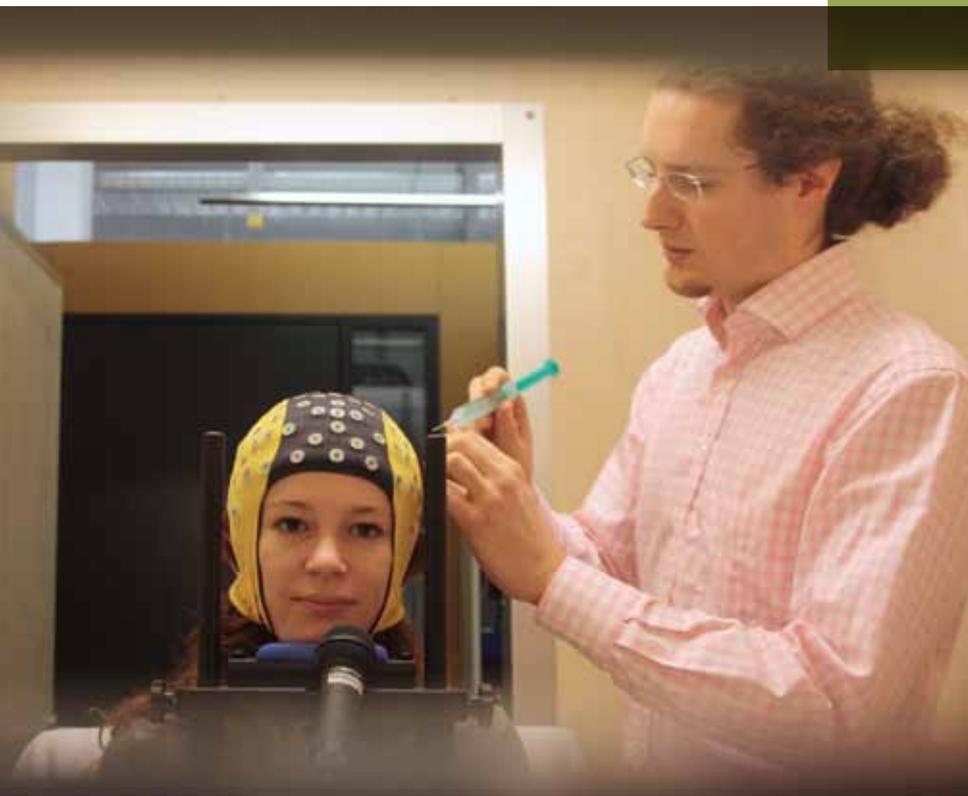
Sie lernen, welchen Stil ein Zeichner hat, und schließlich nur anhand dieses Stils erkennen können, ob ein Bild von ihm ist“, erklärt Balls Mitarbeiter Robin Schirrmeister das Grundprinzip. Der bereits erwähnte Algorithmus bildet auf künstliche Weise neuronale Netzwerke nach, ist vom Gehirn inspiriert – und ebenfalls kompliziert. Deep Learning

Deep Learning

Ein Erfolgsgeheimnis dieses Algorithmus lautet „Deep Learning“. Diese Methode basiert darauf, dass viele verschiedene Verarbeitungsschichten zum Einsatz kommen. Zur EEG-Entschlüsselung nutzten die Freiburger Forscherinnen und Forscher bis zu 31 dieser Schichten. In der Regel kann ein Modell umso genauere Aussagen treffen, je mehr Schichten es hat. Angelehnt ist das an die Natur: Natürliche Muster setzen sich oft aus Untermustern zusammen. Beim „Entblättern“ stößt man auf immer kleinere Muster und legt so quasi Schicht um Schicht eines komplexen Ganzen frei. Nach dem gleichen Prinzip entschlüsselt auch der visuelle Kortex im Gehirn visuelle Muster. „Die Theorien dazu sind



Ein Roboterarm wird durch die Gehirnsignale eines Probanden gesteuert: Der Roboter greift nach einer im Regal stehenden Flasche, füllt anschließend einen Becher mit der gewünschten Menge Flüssigkeit und gibt diesen weiter an den Probanden. Diesen Versuch führte das Team von Tonio Ball zusammen mit den Kollegen der Freiburger Robotik durch. Foto: Martin Völker



Um ein verwertbares Elektroenzephalogramm, kurz EEG, zu bekommen, benutzen die Forscher stumpfe Kanülen, um kleine Mengen leitfähiges Gel zwischen Elektroden und Kopfhaut der Probanden anzubringen.

Foto: Michael Veit

manent und gleichzeitig gesendet werden und verschiedene Signalmuster an verschiedenen Stellen des Kopfes ergeben.

„Stellen Sie sich vor, das EEG ist ein Mikrofon, das in ein ausverkauftes Stadion gehalten wird“, sagt Schirrmeister. „Sie hören ein großes Gesamttrauschen und nehmen viel Aktivität wahr, haben aber keine Chance, die Gespräche einzelner Personen zu verfolgen. Dementsprechend können wir auch nicht jede einzelne Nervenzelle verfolgen. Wenn jedoch bei einem Tor alle klatschen oder bei einem Foul die ganze Menge buht, dann können Sie das als eindeutiges Signal erkennen.“ Das ist stark vereinfacht, doch nach solch erkennbaren Mustern scannt der selbstlernende Algorithmus das Gehirn. Er lernt, Gleichartiges und Informatives aus viel Kleinkram herauszufiltern – unter anderem deshalb, weil ihm seine Programmiererinnen und Programmierer einen Grundsatz mit auf den Weg gegeben haben: Dinge, die sehr ähnlich aussehen und die sich sehr nahe sind, sind oft gleichartig.

Noch viel ungenutztes Potenzial

Für Tonio Ball und sein Team gilt es jetzt, die bisherigen Ergebnisse zu verfeinern. Ihre Vision ist es, dass der selbstlernende Algorithmus zuverlässig bei der Diagnose neurologischer Erkrankungen helfen kann. Ein prominentes Vorbild gibt es bereits: ein Screening zur Erkennung von Hautkrebs. Der entsprechende Algorithmus hat inzwischen so viel gelernt, dass er Hautkrebs sicherer diagnostizieren kann als ein Arzt – zumindest, wenn ausschließlich Bilder zur Diagnose herangezogen werden. „Vermutlich nimmt das Programm Feinheiten wahr, die ein menschlicher Betrachter übersieht“, sagt Tonio Ball. Doch die Wissenschaftler arbeiten nicht nur an

schon seit Jahrzehnten im Umlauf, aber erst mit der Rechenleistung heutiger Computer wurde das Modell praktikabel“, sagt Schirrmeister.

Erkennbare Muster

Das Prinzip hat sich bei der Bilderkennung schon bestens bewährt: „Wir haben da inzwischen Programme, die nicht nur sagen können, ob auf dem Bild ein Hund, eine Katze oder ein Mensch zu sehen ist“, so Schirrmeister, „sondern sie wissen auch, ob es sich bei dem Hund um einen Dackel, einen Golden Retriever oder einen Schäferhund handelt.“ Die hohe Anzahl der möglichen Verarbeitungsschichten erlaubt – der Name sagt es schon – die Lösung vielschichtiger Aufgaben. „Das ist eine sehr aktuelle Entwicklung, und wir sind ganz vorn mit dabei, das Deep Learning für Gehirndaten zu adaptieren“, sagt Tonio Ball. Eins zu eins lässt es sich von der Bilderkennung aber nicht übertragen. Das fängt bereits damit an, dass ein Bild statisch ist, das Gehirn jedoch permanent an verschiedenen Orten Daten sendet, hier also ein räumlicher und zeitlicher Prozess analysiert werden muss. Und neben dem einen, für Wissenschaftler oder Arzt in dem jeweiligen Fall relevanten Signal gibt es noch eine Menge weiterer Signale, die per-

der Weiterentwicklung ihres Algorithmus, sie wollen auch wissen, wie er lernt. „Dazu müssen wir Methoden entwickeln, die uns dabei helfen, zu verstehen, was genau da vor sich geht und über welche Signalwege die künstlichen neuronalen Netzwerke funktionieren.“

„Ich bin mir sicher, dass wir auf diesem Gebiet noch viele Überraschungen erleben werden“

In selbstlernenden Algorithmen, die die Absichten des Nutzers anhand seiner Hirnsignale erkennen, steckt noch viel ungenutztes Potenzial, da sind sich Ball und Schirrmeister sicher. Außer medizinischen Anwendungsmöglichkeiten steht zurzeit auch das „brain signal-based spelling“, das hirnsignalbasierte Buchstabieren, im Fokus der Forschung. Das Denken eines Wortes allein soll genügen, um es auf dem Bildschirm erscheinen zu lassen. Noch schafft das System höchstens ein paar Buchstaben pro Minute. Kein Grund aufzugeben, meint Tonio Ball: „Ich bin mir sicher, dass wir auf diesem Gebiet noch viele Überraschungen erleben werden.“

www.tnt.uni-freiburg.de



Privatdozent Dr. Tonio Ball hat von 1993 bis 2002 Humanmedizin in Freiburg und Paris/Frankreich studiert und wurde 2005 promoviert. Im Jahr 2014 folgte seine Habilitation an der Universität Freiburg. Er leitet das Translational Neurotechnology Lab am Universitätsklinikum Freiburg und ist Mitglied des Exzellenzclusters Brain-Links-BrainTools sowie des Bernstein Center Freiburg. Er forscht hauptsächlich zu Schnittstellen zwischen Gehirn und Computer, die Bewegung und Sprache aus der Gehirnaktivität entschlüsseln. Im Rahmen seiner Forschung beschäftigt er sich mit der Optimierung von Mess- und Analysemethoden. Ziel ist es, möglichst viele Informationen aus neuronalen Messungen zu gewinnen.
Fotos: Roland Berkemeier

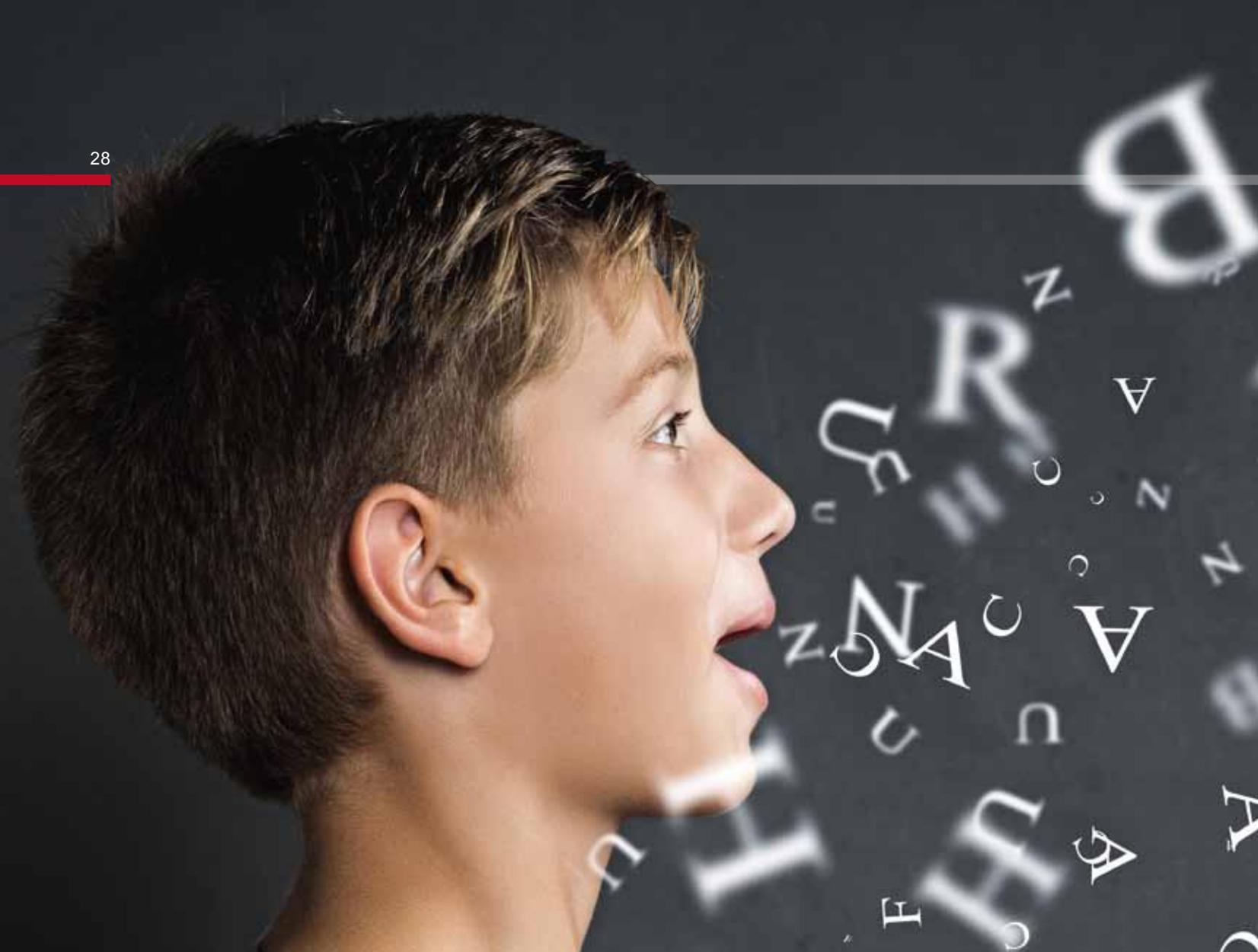


Robin Tibor Schirrmeister hat an der Technischen Fakultät der Universität Freiburg seinen Master in Informatik abgeschlossen und arbeitet nun als Doktorand am Translational Neurotechnology Lab. Er beschäftigt sich mit der Schnittstelle von künstlicher Intelligenz und Medizin und hat sich auf das so genannte Deep Learning und dessen Anwendung auf das Elektroenzephalogramm (EEG) spezialisiert.

Zum Weiterlesen

Ball, T./Schirrmeister, R. T. et al. (2017): Deep learning with convolutional neural networks for EEG decoding and visualization. In: Human Brain Mapping 38/11, S. 5391–5420.
doi: 10.1002/hbm.23730
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/hbm.23730/full>

Esteva, A./Kuprel, B./Novoa, R.A. et al. (2017): Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. In: Nature 542, S. 115–118. doi:10.1038/nature21056
<http://www.nature.com/nature/journal/vaop/ncurrent/full/nature21056.html>



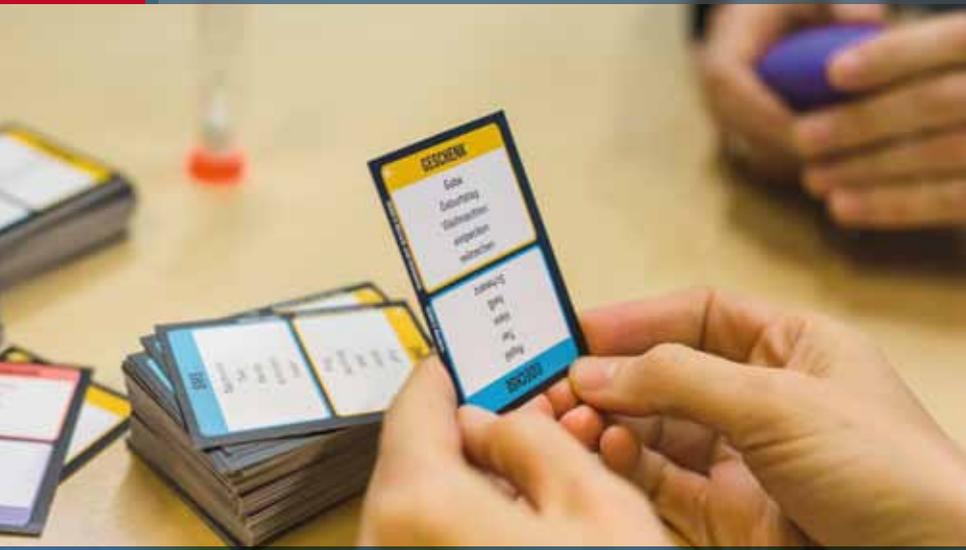
Blick in die Blackbox

Freiburger Forscher untersuchen, welche Faktoren Sprachbegabung beeinflussen

von Julia Dannehl

Sprache produzieren, Sprache verstehen: Wie gut diese Kompetenzen ausgeprägt sind, hat ein Forschungsteam bei 131 Schülern zwischen 12 und 17 Jahren untersucht.

Foto: lassedesignen/Fotolia



Das Gesellschaftsspiel „Tabu“ als Vorbild: Die Schüler sollten ein Bild beschreiben, durften aber bestimmte Begriffe dabei nicht verwenden. Die Forscher wollten damit herausfinden, wie viele sprachliche Äußerungen ein Proband produziert und wie aussagekräftig diese sind.

Foto: Sandra Meyndt

Um den aktiven Wortschatz zu testen, zeigten die Forscher den Probanden Bilder von einzelnen Gegenständen, die benannt werden sollten. „Wir messen die Zeit vom Erscheinen des Bildes bis zur Äußerung des Schülers“, erklärt Dr. Daniel Müller-Feldmeth, wissenschaftlicher Mitarbeiter bei diesem Projekt. Je schneller jemand reagiere, desto sicherer sei er in der Verwendung des jeweiligen Wortes – das gelte allerdings nur, wenn der Begriff auch korrekt sei: „Die lustigsten Antworten gab es beim Bild eines Stethoskops. Von ‚Doktor-Dings‘ über ‚Abhör-Dings‘ bis hin zu ‚Hörgerät‘ war alles dabei.“

„Damit wir individuelle Unterschiede beobachten können, darf die Aufgabe nicht zu einfach sein“

Um herauszufinden, ob ein Proband tendenziell mehr oder weniger sprachliche Äußerungen produziert und wie aussagekräftig diese sind, machten sich die Forscher das Prinzip des Gesellschaftsspiels „Tabu“ zunutze: Die Schüler sollten zwei Minuten lang ein Bild beschreiben, auf dem eine komplexe Situation zu sehen war, etwa ein Unfall. Am Rand des Bildes abgedruckte Begriffe durften sie dabei nicht verwenden. „Die Tabu-Wörter und der Zeitfaktor sind wichtig, um das Ganze etwas zu erschweren“, erklärt Müller-Feldmeth. „Damit wir individuelle Unter-

schiede beobachten können, darf die Aufgabe nicht zu einfach sein.“ Um trotzdem einen Anreiz zu schaffen, das Bild so genau wie möglich zu beschreiben, verwendeten die Forscher einen Trick: „Wir sagten den Probanden, dass einem Mitschüler eine andere Variante des Bildes vorgelegt würde. Anhand ihrer Erklärung sollte dieser die Unterschiede zwischen den Versionen finden.“ Die Anzahl der in der Bildbeschreibung verwendeten Nomen nutzten die Forscher als Vergleichswert. In diesem Rahmen wurde zwischen Schülern, die viel sprechen, und solchen, die wenig sprechen, unterschieden. In einem weiteren Schritt soll die Qualität der Äußerungen untersucht und in Relation zur Wortanzahl gesetzt werden.

Erste Ergebnisse

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler wollten außerdem herausfinden, ob Sprecherinnen und Sprecher, die erfolgreicher Sprache produzieren, auch besser mit Variation in der Sprache umgehen können. Deshalb wurden den Probanden eingesprochene Sätze vorgespielt, die durch Hintergrundgeräusche schwerer zu verstehen waren. Einige dieser Sätze entsprachen dem Standarddeutschen, andere wiesen einen koreanischen Akzent auf oder waren in pfälzischem Dialekt gesprochen. Die Aufgabe bestand darin, so viel vom Gehörten aufzuschreiben wie möglich. „Ein großer Wortschatz hilft hier natürlich“, sagt Müller-Feldmeth. „Aber vor allem muss man in der Lage sein, ein Wort in abgewandelter, nicht standardisierter Form zu erkennen.“ Um herauszufinden, inwiefern die Sprecheridentität das Hören beeinflusst, wurde den Schülern bei einigen Sätzen zusätzlich das Bild eines asiatischen beziehungsweise eines weißen Sprechers vom kaukasischen Typ gezeigt.

Die erhobenen Daten sind noch nicht vollständig ausgewertet, Zwischenergebnisse liegen aber vor. „Der Zusammenhang zwischen Sprechen und Verstehen zeigt sich deutlich“, sagt Hanulíková. Wer sich besser ausdrücken könne, zeige auch bessere Ergebnisse bei den Verstehensaufgaben. Daraus könne jedoch nicht geschlossen werden, dass jemand, der Sprache gut verstehe, Sprache auch gut produzieren könne. „Wenn jemand zum Beispiel sehr schüchtern ist, kann es sein, dass er sehr gut versteht, was andere sagen, sich aber nicht traut, selbst viel zu sprechen.“

Einsprachig deutsche Probanden hätten zudem einen größeren Wortschatz als diejenigen, die zweisprachig aufgewachsen seien. Allerdings gebe es große Abweichungen innerhalb der Gruppen, erläutert Hanulíková: „Die beiden Probanden mit dem kleinsten passiven Wortschatz sind zum Beispiel auch einsprachig deutsch aufgewachsen.“ Unabhängig von Ein- oder Mehrsprachigkeit hätten Vorbefragung und Studie erneut gezeigt, dass der Wortschatz umso ausgeprägter sei, je mehr Bücher im Elternhaus zu finden seien.

Das Team konnte zudem Ergebnisse aus vorgegangenen Studien Hanulíkovás bestätigen, nach denen das Bild des Sprechers die Wahrnehmung des Akzents beeinflusst: Wurde bei der Satzverstehensaufgabe ein asiatisches Gesicht gezeigt, nahmen die Probanden plötzlich



„Doktor-Dings“, „Abhör-Dings“, „Hörgerät“: Bei einem Test zum aktiven Wortschatz sollten Schüler abgebildete Gegenstände korrekt benennen – was ihnen beim Stethoskop nur teilweise gelang.

Foto: zeralein/Fotolia

einen Akzent wahr – auch wenn dieser gar nicht da war. Gleichzeitig verstanden sie die Sätze, die mit koreanischem Akzent gesprochen wurden, tatsächlich besser, wenn sie ein Bild von einem asiatischen Gesicht sahen, als wenn ihnen eine weiße Person kaukasischen Typs gezeigt wurde.

Weitere Ergebnisse werden folgen, wenn alle Daten ausgewertet sind. Dann werden auch detaillierte Vergleiche zwischen Schularten sowie zwischen mono- und bilingualen Sprechern möglich sein.

www.adrianahanulik.de



Juniorprofessorin Dr. Adriana Hanulíková hat an der Humboldt-Universität (HU) zu Berlin Germanistische Linguistik, Anglistik und Spanisch studiert. Nach ihrer Promotion an der HU und dem Max-Planck-Institut für Psycholinguistik (MPI) in Nijmegen/Niederlande war sie Postdoktorandin am MPI. Von 2010 bis 2013 war sie Marie-Curie-Fellow am Basque Center on Brain, Cognition and Language in Donostia-San Sebastián/Spain. Seit 2013 ist sie Juniorprofessorin für Sprache und Kognition an der Universität Freiburg. Zu ihren Forschungsschwerpunkten zählen Sprachwahrnehmung und individuelle Unterschiede in den Sprachfähigkeiten in einer Muttersprache und einer Fremdsprache.

Foto: Thomas Kunz



Dr. Daniel Müller-Feldmeth hat Philosophie, Soziologie und Kognitionswissenschaften an der Universität Freiburg studiert. Nach seinem Magisterabschluss 2008 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter im Projekt „ELoC: Empirical Analysis of local coherence effects in sentence processing“. Von 2009 bis 2012 promovierte er am Graduiertenkolleg „Frequenzeffekte in der Sprache“. Anschließend war er wissenschaftlicher Mitarbeiter bei den Projekten „PopSci: Understanding Science“ und „SignTrak: Signage, Eye-tracking and Airport Navigation“ im Sonderforschungsbereich Spatial Cognition. Seit 2014 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter in Adriana Hanulíkovás psycholinguistischem Labor.

Foto: privat

Zum Weiterlesen

Hanulíková, A. (2017): The effect of perceived ethnicity on text comprehension under clear and adverse listening conditions. In: Linguistics Vanguard (im Druck).

Hanulíková, A./van Alphen, P.M./van Goch, M.M. et al. (2012): When one person's mistake is another's standard usage: the effect of foreign accent on syntactic processing. In: Journal of Cognitive Neuroscience 24/4, S. 878–887. doi: 10.1162/jocn_a_00103

Hanulíková, A./Dediu, D./Fang, Z. et al. (2012): Individual differences in the acquisition of a complex L2 phonology: a training study. In: Language Learning 62 (Supplement S2), S. 79–109. doi:10.1111/j.1467-9922.2012.00707.x

Videobeitrag über das Forschungsprojekt:

www.pr.uni-freiburg.de/go/video-hanulikova



Alles im grünen Bereich?

Hitze, Dürre, Frost – Versuche in Lichtkammern zeigen, wie Pflanzen auf diese Strapazen reagieren

von Stephanie Streif



In dieser fensterlosen Kammer untersuchen Forscher der Universität Freiburg, wie Pflanzen auf unterschiedliche Klimaextreme reagieren. Licht und Temperatur lassen sich hoch- und runterregulieren und auch die Wasser- und Luftzufuhr ist veränderbar. Derweil erfassen drei Messgeräte alle Stresssymptome der Pflanze.

Foto: Klaus Polkowski

In der Wüste Arizonas steht ein gläserner Kuppelbau namens Biosphäre 2. Es ist ein von der Außenwelt unabhängiges Ökosystem, ein Treibhaus, in dem eine Miniaturwelt bis unters Glasdach wächst – mit Regenwald, Savanne, Mangroven und einem eigenen Ozean. Alles da. Für Christiane Werner, Professorin für Ökosystemphysiologie an der Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen der Universität Freiburg, ist Biosphäre 2 das perfekte Forschungslabor. Dort wird sie testen, wie Pflanzen mit der Atmosphäre interagieren. 2018 soll es so weit sein.

Noch arbeitet Werner, die vor zwei Jahren an die Albert-Ludwigs-Universität berufen wurde, ganz am Ende der Georges-Köhler-Allee am Freiburger Flugplatz. Sie erforscht, wie Pflanzen auf Stress – verursacht durch Dürre, Frost oder andere Klimaextreme – reagieren. Bis auf die molekulare Ebene hinunter untersucht sie mit ihrem Team die Anpassungsmechanismen von Pflanzen. Dafür hat sie einen Consolidator Grant

„Wir messen in den Ästen, den Blättern, der Wurzel, im Zuckersaft und in der Luft“

des Europäischen Forschungsrates (ERC) bekommen. Der ERC fördert bahnbrechende Forschungsprojekte herausragender Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit hoch dotierten Grants. Hinter dem Haus mit der Nummer 53 stehen in einem angebauten Container Werners Lichtkammern: eine fensterlose Box mit zwei Türen, vor der eine selbst gebaute Filteranlage rattert. Im Innern der Kammer ist es taghell. LED-Lämpchen leuchten von oben auf die Pflanzen hinunter. An einer Wand hängen sieben gläserne Küvetten – kleine, längliche Gefäße, zwischen denen Schläuche verlaufen, die innen mit Teflon beschichtet sind. Hier drinnen müsse alles supersauber zugehen, erklärt Werner. Darum die Filteranlage draußen und das Teflon drinnen. Die Technik der drei Messgeräte, die sich vorne bei der Tür stapeln, kommt unscheinbar daher, doch sie hat es in sich.

Wer Werners Vorgehen verstehen will, sollte wissen, was stabile Isotope sind: zuverlässige Indikatoren dafür, ob eine Pflanze Stress hat oder nicht. Obwohl in allen Elementen des Periodensystems Isotope vorkommen, assoziieren die meisten Nichtchemikerinnen und Nichtchemiker damit Elemente wie Uran oder Cäsium,

die unter Aussendung radioaktiver Strahlung zerfallen. Doch die meisten Elemente – wie Wasserstoff, Stickstoff oder Kohlenstoff – zerfallen nicht. Sie sind stabil, und ihre Kernmasse ist mal leichter, mal schwerer. Werner holt aus: „Das Isotopengemisch, das der Mensch zum Beispiel in Form von Essen und Trinken zu sich nimmt, wird in seinem Gewebe gespeichert.“ Des-

halb könne man etwa anhand einer Haarprobe und der darin enthaltenen Wasser- und Sauerstoffisotope nachvollziehen, ob ein Mensch viel gereist sei und wohin. Doch während es einem Menschen egal ist, wie viel schwere und wie viel leichte Sauerstoff- und Wasserstoffisotope in seinem Tee schwimmen, selektiert die Pflanze bei der Aufnahme von Kohlendioxid die darin enthaltenen Kohlenstoffisotope. „Ein für die Fotosynthese zentrales Enzym mag die schweren Kohlenstoffisotope nicht“, erklärt Werner. „Geht es der Pflanze gut, diskriminiert sie diese bei der Kohlendioxidaufnahme, geht es ihr schlecht, diskriminiert sie weniger.“ Das seien deutliche Signale, und diese messe sie sowohl in der Pflanze als auch in der Luft.

Doch zurück in die Lichtkammer: In den Küvetten arbeiten Pflanzen unter Zufuhr von Licht und Luft. Begleitet vom Brummen der Lüftung, betreiben sie Fotosynthese. Dabei werden sechsgliedrige Kohlenstoffmoleküle – Zucker – gespalten und in Teilen zum Aufbau der Pflanze benutzt. Der Rest verlässt die Pflanze als Kohlendioxid oder als Volatile Organic Compounds, kurz VOCs, das sind sekundäre Stoffwechselprodukte. Auch sie haben Isotope,

die man messen kann – mit dem PTR-MS-TOF, einem Massenspektrometer, mit dem sich Atommassen und Isotopenhäufigkeiten bestimmen lassen. Die beiden anderen Geräte in Werners Lichtkammer messen, was unter der Küvette und in der Pflanze passiert: Das erste sei noch relativ klassisch, so Werner. Es messe die Konzentration von Kohlendioxid. Die Box darunter ist ein Isotopenlaser, der die stabile Isotopenzusammensetzung im Kohlendioxid analysiert. Gemessen wird dabei immer, was an Isotopen hinein- und wieder herausgeht. Dieser Vorher-nachher-Vergleich liefert Werner und ihrem Team wichtige Indizien im Hinblick darauf, wie die Pflanze verstoffwechselt.

Pflanzen unter Stress

Weil Werner wissen will, wie Pflanzen auf Klimaextreme reagieren, macht sie ihnen mitunter auch richtig Stress. Licht und Temperatur lassen sich in beiden Kammern hoch- und runterregulieren. Auch die Wasser- und Luftzufuhr wird verändert. Derweil erfassen die drei Messgeräte alle Stresssymptome der Pflanze. „Wir messen in den Ästen, den Blättern, der

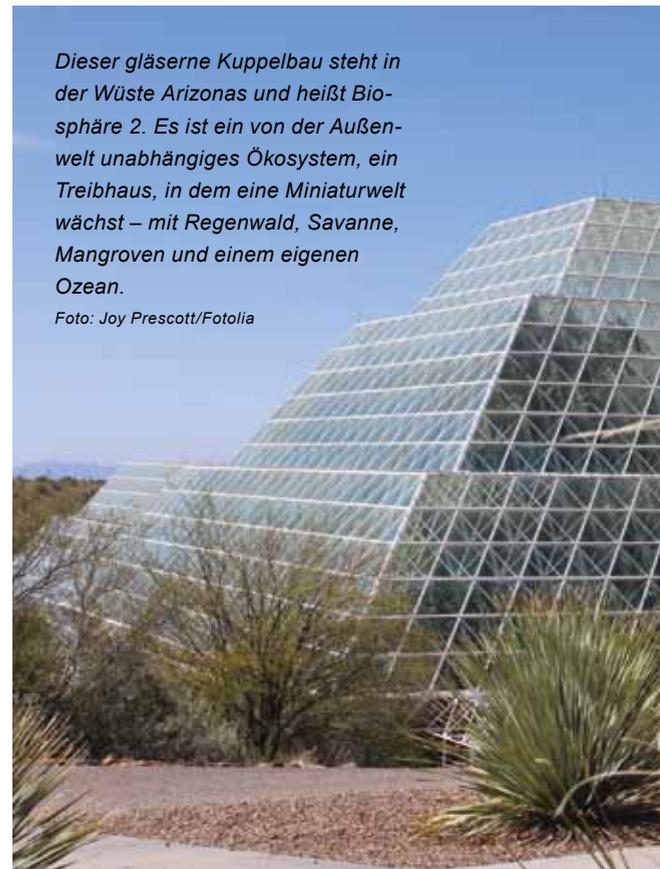


In den Küvetten arbeiten Pflanzen unter Zufuhr von Licht und Luft und betreiben Fotosynthese. Dabei werden Kohlenstoffmoleküle gespalten und in Teilen zum Aufbau der Pflanze benutzt. Der Rest verlässt die Pflanze als Kohlendioxid oder als sekundäre Stoffwechselprodukte.

Fotos: Klaus Polkowski

Dieser gläserne Kuppelbau steht in der Wüste Arizonas und heißt Biosphäre 2. Es ist ein von der Außenwelt unabhängiges Ökosystem, ein Treibhaus, in dem eine Miniaturwelt wächst – mit Regenwald, Savanne, Mangroven und einem eigenen Ozean.

Foto: Joy Prescott/Fotolia



Wurzel, im Zuckersaft und in der Luft. Und das in Echtzeit.“ Oft sind schon innerhalb kürzester Zeit Reaktionen auszumachen, auch wenn der Pflanze äußerlich noch gar nichts anzumerken ist. Pflanzen seien sehr dynamisch, sehr plastisch. „Sie puffern viel und schnell. Uns interessiert, was sich innerhalb des Systems verschiebt und wie lange eine Pflanze zum Beispiel gegen eine Dürre anregulieren kann, bis das System kippt.“

Um die Prozesse bis ins Molekül hinein zu verstehen, wird mit einem Marker gearbeitet, der sichtbar macht, was genau passiert. Werner erklärt: „Wir spannen ein Blatt in die Küvette, schneiden es unten ab und geben an die Schnittstelle Pyruvat, eine Lösung, die das Blatt durch Transpiration aufsaugt.“ Pyruvat ist eine C3-Gruppe, sie besteht aus drei Kohlenstoffatomen und kommt in der Pflanze auch als Stoffwechselprodukt vor, zum Beispiel beim Abbau eines C6-Zuckermoleküls. Das Pyruvat funktioniert wie ein

Indikator, denn es zeigt an, welche Stoffwechselwege die Pflanze einschlägt und wie sie das Pyruvat in ihren Stoffwechsel einbaut: Wie zerlegt sie die Moleküle, und was macht sie mit dem abgespaltenen Kohlenstoff? Bleibt dieser in der Pflanze, wird er als Kohlendioxid veratmet, oder werden daraus VOCs gebildet? Je höher der Anteil der schweren Kohlenstoffisotope im Pyruvat, desto deutlicher der Effekt. Und desto eindeutiger können Werner und ihr Team Verhaltensmuster ableiten.

Beim Blatt soll es aber nicht bleiben. Beim Baum auch nicht. Werner will ihre Forschung auf ein komplettes Ökosystem übertragen, um so der Wirklichkeit der klimagestressten Erde ein Stückchen näher zu kommen. Darum die Idee, in der Biosphäre 2 weiterzuforschen. Die dortige Projektleitung hat bereits ihr Okay dazu gegeben.

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



Prof. Dr. Christiane Werner hat Biologie an der Universität Köln studiert. Schon während ihrer Diplomarbeit befasste sie sich mit den Anpassungsstrategien von Pflanzen. In Bielefeld wurde sie über Anpassungsstrategien mediterraner Hartlaubarten promoviert. 2004 wurde sie an der Universität Bielefeld Juniorprofessorin für Pflanzenökophysiologie und baute dort ein Labor für stabile Isotope auf. 2012 nahm sie einen Ruf nach Bayreuth an, wo sie als Professorin für Agrarökosystemforschung die Arbeitsgruppe Ökosystemforschung in Agrar- und natürlichen Systemen initiierte und leitete. Seit 2015 ist sie Professorin für Ökosystemphysiologie an der Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen der Albert-Ludwigs-Universität.



Zum Weiterlesen

Fasbender, L./Kreuzwieser, J./Werner, C. et al.: Diterpene and other isoprenoid emissions by Mediterranean Cistaceae shrubs (reference number: SREP-17-39469). In Revision bei Scientific Reports.

Fasbender, L./Serrano, A./Werner, C.: A novel approach combining PTR-TOF-MS, ^{13}C CO₂ laser spectroscopy and ^{13}C -metabolite labelling to trace real-time carbon allocation into biogenic volatile organic compounds (BVOCs) and respiratory carbon dioxide (CO₂). In Revision bei Plos One.

Jardine, K./Wegener, F./Werner, C. et al. (2014): Phytogetic biosynthesis and emission of methyl acetate. In: Plant Cell and Environment 37/2, S. 414–424. doi: 10.1111/pce.12164

Verkehr in der Zelle

Zellen sind die Bausteine jedes Körpers und Grundlage für das Leben. Und obwohl es eine Vielzahl unterschiedlicher Zelltypen gibt, sind sich Zellen in ihrem Aufbau recht ähnlich. „Eine Zellmembran umgibt das Zytoplasma. In diesem schwimmen die Zellorganellen, sozusagen die Organe der Zelle, von denen jedes eine eigene Aufgabe erfüllt“, erläutert Prof. Dr. Nils Wiedemann vom Institut für Biochemie der Universität Freiburg. Er beschäftigt sich vor allem mit dem Zellorganell Mitochondrium, dem Energieknotenpunkt der Zelle. Dort wird Kohlenstoff zu Kohlendioxid „veratmet“. So wird Adenosintriphosphat, kurz ATP, hergestellt, das die zellulären Prozesse antreibt. Die Zellkraftwerke haben die Größe von Bakterien und sind Nachfahren eines Bakterienstamms, der von der Ur-Eukaryotenzelle aufgenommen und integriert wurde. Eukaryoten sind, vereinfacht gesagt, Lebewesen, deren Zellen einen echten Kern und mehrere unterschiedliche Räume innerhalb der Zelle haben.

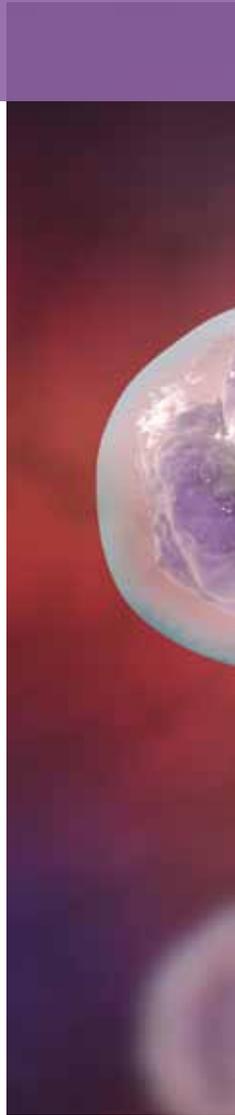
Entschlüsseln neuer Funktionen

Die Mitochondrien verhalten sich wie kleine Zellen. Sie besitzen eigenes Erbgut für einige Membranproteine, die essenziell für die Energiebereitstellung sind. Für ein Eigenleben reicht dies jedoch nicht aus, da ein Großteil der Gene in den Zellkern ausgelagert worden ist und die entsprechenden Proteine im Zytoplasma hergestellt werden. Etwa 99 Prozent der rund 900 mitochondrialen Proteine sind im Zellkern kodiert und werden über spezielle Transportwege ins Mitochondrium geschleust. Dies erfordert ein gutes Zusammenspiel der Zellbestandteile sowie einen permanenten Transport der Proteine durch die Zelle. Die genaue Analyse der Mitochondrien, der sich Wiedemann widmet, hat eine unerwartete Komplexität von Importwegen und -mechanismen zutage gefördert.

Beispielsweise fand sein Team heraus, dass ein in der inneren mitochondrialen Membran lokalisierter Proteinkomplex, die so genannte Oxa-Translokase, die Aufgabe hat, neben den eigenen mitochondrialen auch kernkodierte Proteine in die Innenmembran einzubauen. Diese in das Mitochondrium importierten Proteine werden nicht nur für die Energiegewinnung, sondern ebenso für viele andere Prozesse in der Zelle benötigt. „Und es werden immer noch neue Proteine gefunden, die wichtig dafür sind, dass am Ende die Atmungskette in den Mitochondrien richtig zusammengebaut ist und auch funktioniert“, sagt Wiedemann.

„Wir versuchen immer, uns von vielen Seiten zu nähern“

Im Modellorganismus Bäckerhefe wurden bis heute die meisten Prozesse entdeckt, die auch für den Menschen relevant sind. Bäckerhefe hat den Vorteil, dass sie leicht zu kultivieren ist und dennoch zu den Eukaryoten zählt. Ihr über 6.000 Gene umfassendes Genom ist seit 20 Jahren entschlüsselt. Es sorgt dafür, dass die Eukaryotenzelle leben kann. „Anhand der Abfolge, in der die Erbsubstanz aufgebaut ist, kann man die meisten Proteine einfach vorher-sagen“, erläutert Wiedemann. Jedoch: „Über viele Eiweiße ist noch immer zu wenig bekannt.“ Damit sich dies ändert, kommen neben der Genomik zwei weitere Forschungsrichtungen ins Spiel: Ziel der Proteomik ist die Identifizierung des gesamten Proteoms, also der Gesamtheit aller Proteine in einem Lebewesen. Die Metabolomik wiederum bestimmt die Stoffwechselprodukte – so kann man die Rolle der einzelnen Eiweiße im Stoffwechsel analysieren.



Bei ihrer Forschung zu Mitochondrien entdecken Wissenschaftler viele neue Proteine

von Stephanie Heyl



Die Mitochondrien verhalten sich wie kleine Zellen. Sie besitzen eigenes Erbgut für einige Membranproteine, die essenziell für die Energiebereitstellung sind.

Foto: Kateryna_Kon/Fotolia

Die Mitochondrienforschung an der Universität Freiburg bringe all das zusammen, erklärt Wiedemann: „Wir versuchen, die Mitochondrien als eine grundlegende Einheit zu analysieren, die fast so funktioniert wie eine Zelle.“

Mitochondrien besitzen eine besondere Architektur: Sie haben eine äußere Membran mit Proteinkanälen wie andere Zellorganellen. Zusätzlich besitzen sie jedoch eine innere Membran, die durch viele Einstülpungen eine deutlich größere Oberfläche hat. In der inneren Membran sind sämtliche Proteinkomplexe lokalisiert, an denen die mitochondrialen Atmungsreaktionen und die ATP-Produktion ablaufen. Im Inneren

des Mitochondriums befindet sich die mitochondriale Matrix, ein wässriger Raum, in dem unter anderem die ringförmigen Erbgutmoleküle der Mitochondrien liegen.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler versuchen, mehr über die Proteine der Mitochondrien und deren Funktionsweisen herauszufinden. Doch das ist knifflig. „Wir versuchen immer, uns von vielen Seiten zu nähern, dabei muss man tatsächlich vieles einfach ausprobieren“, erläutert Wiedemann. Die Forscherinnen und Forscher haben für viele Proteine bestimmt, mit welchen anderen Proteinen diese verbunden sind. So lassen sich Rückschlüsse

auf die Funktion ziehen. Eine große Hilfe sind dabei auch Hefemutanten: Schleust man mit einem genetischen Trick ein hitzesensibles Protein ein, das bei höheren Temperaturen nicht mehr funktioniert, kann man spezifisch nach

So konnte er gemeinsam mit der Proteomforscherin Prof. Dr. Bettina Warscheid vom Institut für Biologie II der Universität Freiburg einen neuen Ansatz zur Auswertung des Mitochondrien-Proteoms in Angriff nehmen. Die hohe Empfindlichkeit der Massenspektrometrie, ein Verfahren zur Bestimmung von Proteinen anhand von Molekülmassen, führte in der Vergangenheit viele Forscher in die Irre: Da auch geringste Verunreinigungen der präparierten Mitochondrien technische Signale erzeugten, glaubte man bisher, dass die Zahl der Mitochondrienproteine bei bis zu 1.500 liege. Inzwischen hat sich die Messtechnik verbessert, sodass über 3.000 Proteine in gereinigten Mitochondrien nachweisbar sind. „Die meisten davon sind jedoch Verunreinigungen, die außen an den Mitochondrien hängen und sich nicht im Zellorganell selbst befinden.“ Damit gehören sie auch nicht zu den Proteinen, die die Forscher interessieren.

Um nur die Proteine ausfindig zu machen, die auch wirklich im Innern der Mitochondrien zu Hause sind, haben Warscheid und Wiedemann absichtlich nur grob gereinigte mit sehr gründlich gereinigten Mitochondrien verglichen. „Die Proteine, die außen an der Mitochondrienmembran

„Über viele Eiweiße ist noch immer zu wenig bekannt“

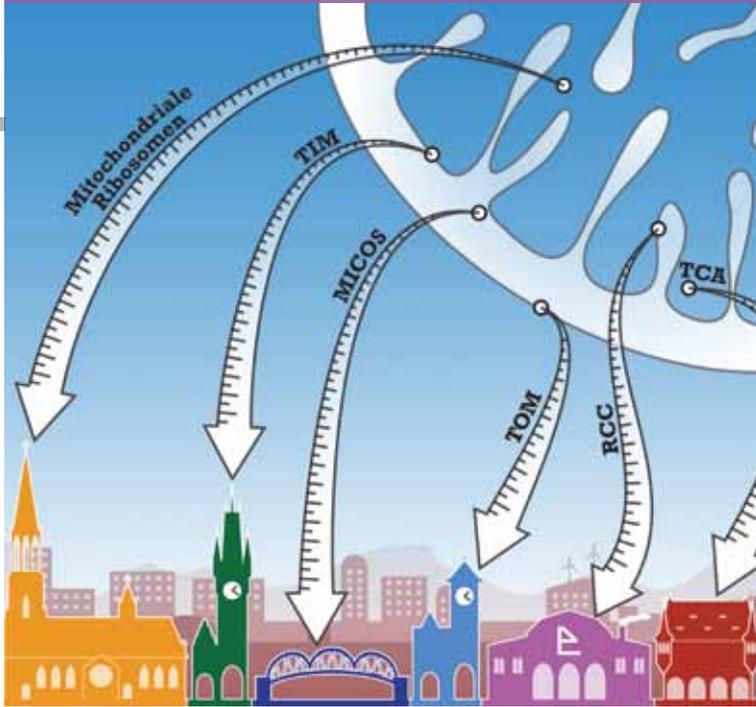
Defekten suchen und so Rückschlüsse auf die Aufgabe des Proteins ziehen: Der Proteintransport ist gestört, die Atmungskette funktioniert nicht mehr, oder andere mitochondriale Abläufe sind beeinträchtigt. Wiedemann ist sicher, dass es noch viele mitochondriale Proteinfunktionen zu entdecken gibt. Zusammen mit dem Metabolomikforscher Prof. Dr. Bernd Kammerer vom Zentrum für Biosystemanalyse der Universität Freiburg arbeitet er an der Analyse der mitochondrialen Stoffwechselprodukte in Hefemutanten, um die Rolle der mitochondrialen Proteine besser aufklären zu können.

Im Jahr 2015 bekam Wiedemann mit dem Consolidator Grant des Europäischen Forschungsrats (ERC) eine Förderung von zwei Millionen Euro.

Die Wissenschaftler versuchen, mehr über die Proteine der Mitochondrien und deren Funktionsweisen herauszufinden.

Foto: Peter Mesenholl





Zentrale mitochondriale Bausteine, grafisch dargestellt: Die Translokasen der äußeren Membran (TOM) und der inneren Membran (TIM) sind gewissermaßen die Stadttore des Mitochondriums, durch die Proteine in die Mitochondrien geschleust werden. Der mitochondriale Kontaktstellenkomplex MICOS bildet Brücken zwischen den Membranen. Die mitochondrialen Ribosomen – symbolisiert durch das Münster – stellen zentral in den Mitochondrien eigene Proteine her. Die Abkürzung TCA steht für den Zitronensäurezyklus. Er ist sozusagen das Kaufhaus der Zelle, dessen Aufgabe darin besteht, den Nährwert aus den Nahrungsmitteln bereitzustellen. Die Atmungskettenproteine, kurz RCC für „respiratory chain complexes“, wandeln die Energie um und stellen sie der Zelle zur Verfügung.

Grafik: Christian Peikert

hängen, gehen im Zuge der Aufreinigung verloren“, erklärt Wiedemann. „Die übrig gebliebenen sind wirklich innen drin – und bilden damit das Mitochondrien-Proteom.“ Das Set der 700 schon zuvor gesicherten mitochondrialen Proteine konnte Wiedemann mit seinem Team so um weitere 201 ergänzen. Dabei entdeckte er auch viele neue, kleine Proteine, die andere Forscher bisher übersehen hatten.

Die Forschung zeigt, wie wichtig Mitochondrien für den menschlichen Körper sind. Defekte in den Zellorganellen äußern sich vielgestaltig und werden mit Erkrankungen wie Alzheimer, Parkinson und Krebs in Verbindung gebracht. Wiedemanns Vision: „Irgendwann will die Wissenschaft so weit sein und eine Zelle mit genomischen, proteomischen und metabolischen Methoden analysieren, um anhand der Ergebnisse direkt sagen zu können, was der Patientin oder dem Patienten fehlt.“

www.biochemie.uni-freiburg.de/ag/wiedemann



Prof. Dr. Nils Wiedemann hat Chemie mit Spezialisierungen in Biochemie, Zellbiologie und Molekularbiologie in Frankfurt am Main, Freiburg und Massachusetts/USA studiert. Im Jahr 2002 wurde er in Freiburg promoviert, acht Jahre später habilitiert. Seit 2015 ist er Professor für Biochemie und Molekulare Biologie an der Universität Freiburg. Er ist Projektleiter im Sonderforschungsbereich „Nierenerkrankungen – vom Gen zum Mechanismus“ und im Exzellenzcluster BIOSS Centre for Biological Signalling Studies. Zudem ist er Principal Investigator in der Spemann Graduiertenschule für Biologie und Medizin (SGBM). Sein besonderes wissenschaftliches Interesse gilt der Bildung der Mitochondrien und der Funktion der mitochondrialen Proteine.

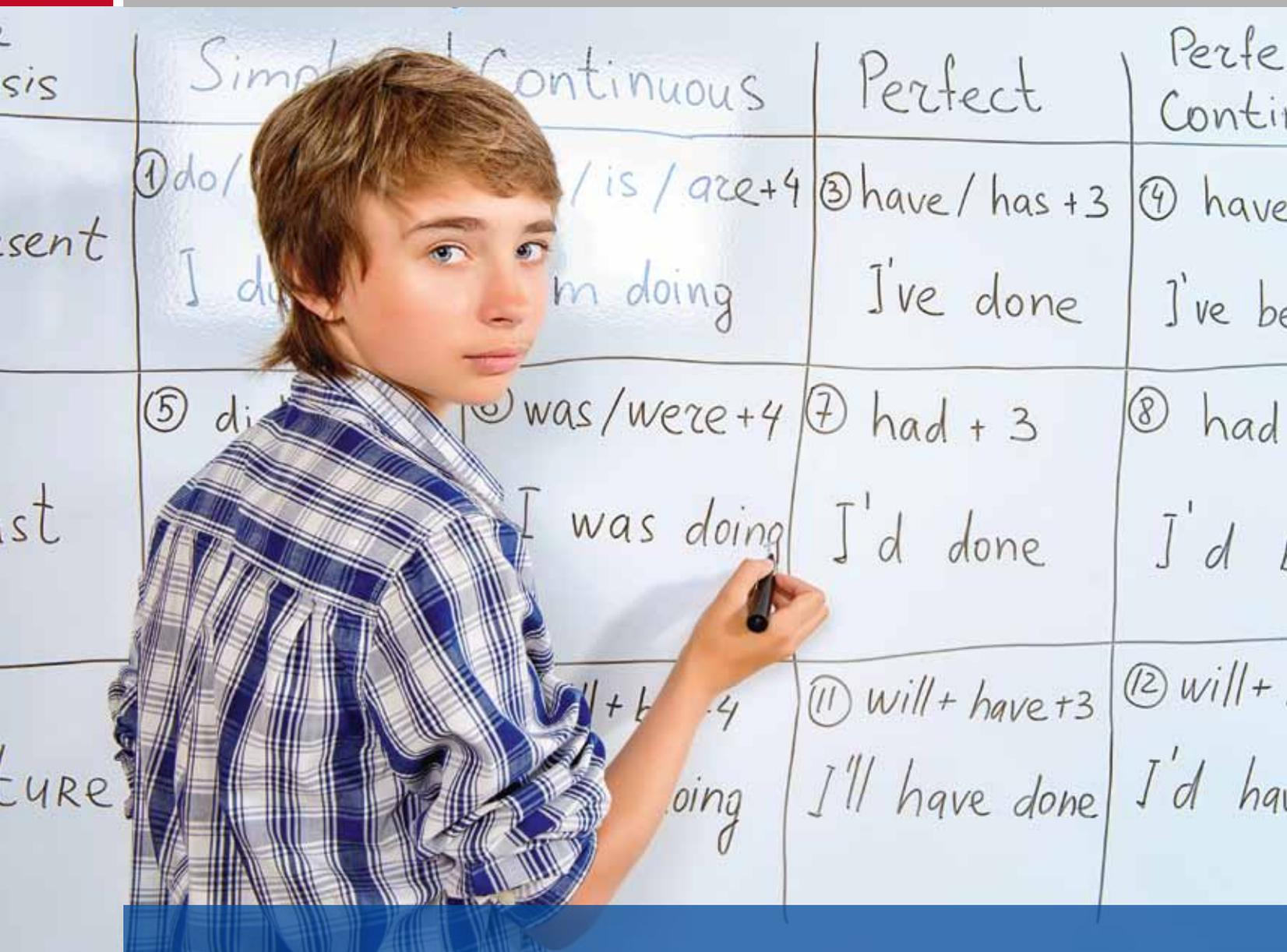
Foto: privat

Zum Weiterlesen

Morgenstern, M./Stiller, S.B./Lübbert, P. et al. (2017): Definition of a high-confidence mitochondrial proteome at quantitative scale. In: Cell Reports 19/13, S. 2836–2852. doi: 10.1016/j.celrep.2017.06.014

Wiedemann, N./Pfanner, N. (2017): Mitochondrial machineries for protein import and assembly. In: Annual Review of Biochemistry 86, S. 685–714. doi: 10.1146/annurev-biochem-060815-014352

Stiller, S.B./Höpker, J./Oeljeklaus, S. et al. (2016): Mitochondrial OXA translocase plays a major role in biogenesis of inner-membrane proteins. In: Cell Metabolism 23/5, S. 901–908. doi: 10.1016/j.cmet.2016.04.005



I become a little brother

Forschendes Lernen hilft angehenden Lehrern einer Fremdsprache, ihre Fertigkeiten für die Schulpraxis auszubilden

von Judith Burggrabe

ct
 nuous
 /has + been
 en doing
 + been +
 been doir
 have + been
 re been d

Timm studiert im siebten Semester Englisch, Spanisch und Geschichte auf Lehramt. Bis zu den Prüfungen dauert es nicht mehr lang, und danach wartet das Referendariat und damit der erste selbstständige Unterricht auf ihn. Doch wie der einmal aussehen soll und worauf es dabei ankommt, davon hat Timm, genau wie viele seiner Kommilitoninnen und Kommilitonen, nur eine vage Vorstellung. „Der Grund dafür ist, dass im Studium vor allem Wert auf die fachwissenschaftliche Ausbildung gelegt wird, während der Schulbezug zu kurz kommt“, sagt Dr. Anna Rosen, Anglistin von der Universität Freiburg.

Den Schulbezug stärken

Um diese Lücke zu schließen, bietet die ausgebildete Gymnasiallehrerin seit dem Sommersemester 2014 das Wahlpflichtseminar „Applying Linguistics in the Foreign Language Classroom“ an, das 2017 mit dem Universitätslehrpreis der Universität Freiburg und mit dem Landeslehrpreis Baden-Württemberg ausgezeichnet wurde. „Im Fokus steht die Methode des forschenden Lernens. Dabei werden sprachwissenschaftliche Inhalte und fachdidaktische Fragestellungen konsequent miteinander verknüpft“, erläutert Rosen. Zudem bilde das Seminar den gesamten Forschungszyklus ab: vom Entwickeln der Forschungsfrage und -methode über die Analyse der Daten bis hin zur Diskussion und Einordnung der Ergebnisse.

Für das Seminar hat Rosen ihre Kontakte zu vier Freiburger Gymnasien genutzt und ein umfangreiches Korpus aus Unterrichtsmaterial zusammengestellt – Tonaufnahmen und Mitschriften aus jeder Klassenstufe. Dafür hat sie mit 45 Schülerinnen und Schülern Interviews geführt und zehn Unterrichtssequenzen mitgeschnitten sowie ganze Klassenarbeitssätze und längere Hausaufgaben gesammelt und anonymisiert, um diese in ihrem Seminar verwenden zu können. So kamen 108 Texte aus insgesamt zehn Klassen der Unter-, Mittel- und Oberstufe zusammen; alles mit dem Einverständnis der Schulleitungen

und der Eltern. „Anhand dieses Korpus können die Studierenden in eigenen Forschungsprojekten eine authentische Schülersprache untersuchen und ihre diagnostischen und analytischen Fertigkeiten für den späteren Unterricht schulen.“ Das Material zeige zudem sehr genau, wie der Englischunterricht in der Region Freiburg aussehe.

Ausgefeiltes Kurskonzept

Jedes Jahr melden sich zwischen 12 und 20 Studierende für den Kurs an. Die Veranstaltung gliedert sich in vier aufeinander aufbauende Einheiten. Ideal sind drei oder vier Sitzungen in Blockform. Im ersten Block geht es darum, die Berührungspunkte zwischen der Sprachwissenschaft auf der einen und dem Englischunterricht auf der anderen Seite aufzuzeigen. „Dazu schauen wir uns den aktuellen Bildungsplan für Gymnasien an, bei dessen Betrachtung oft die ersten Aha-Erlebnisse zu beobachten sind.“ Diese mündeten im Anschluss meist in eine lebhafte Diskussion.

„Fehler lassen sich oft nicht so klar beurteilen, wie es auf den ersten Blick scheint“

Diskutiert werde beispielsweise darüber, warum es wichtig ist, Englisch als eine Lingua franca – eine Verkehrssprache – zu unterrichten. „Dass Englisch eine Weltsprache ist, macht in der Vermittlung zunächst keinen Unterschied. Aber es muss thematisiert werden, dass es viele Varietäten des Englischen gibt.“ Daran knüpfe sich meist die nächste Frage: Welches Englisch soll unterrichtet werden? Britisches oder US-amerikanisches? Möglich seien inzwischen auch andere englische Standards, zum Beispiel australisches oder kanadisches Englisch. „Wir sind zu dem Konsens gekommen, dass das, was die Lehrerin oder der Lehrer an Sprachkompetenz mitbringt, zählt.“

Der erste selbstständige Unterricht ist für angehende Lehrer eine große Herausforderung. Wer sich auf der sprachwissenschaftlichen Ebene sicher fühlt, kann Unterrichtsthemen anschaulicher vermitteln und Schülerfragen exakter und umfassender beantworten.

Foto: contrastwerkstatt/Fotolia



Zudem sei ein breites Hintergrundwissen über die englische Sprache von großem Vorteil. Wer sich auf der sprachwissenschaftlichen Ebene sicher fühle, könne Unterrichtsthemen anschaulicher vermitteln und Schülerfragen exakter und umfassender beantworten. Beispielsweise bei

„Über den Untersuchungsfokus ihrer Projekte entscheiden die Studierenden selbst“

Fragen zu den Soziolekten, also den Ausdrucksweisen unterschiedlicher sozialer Gruppen: In welcher Situation nutzt man welches Sprachregister? Was passt, was ist akzeptabel und was schlichtweg falsch? „Um solche Fragen im Seminar diskutieren zu können, müssen die Studierenden bereits profunde Kenntnisse in der Sprachwissenschaft haben.“ Der Kurs richte sich deshalb an Lehramtsstudierende aus höheren Semestern.

Streng oder nachsichtig?

In der ersten Sitzung des Seminars legt Rosen Wert darauf, den künftigen Lehrern die Berührungspunkte zwischen der theoretischen Sprachwissenschaft und dem praktischen Englischunterricht bewusst zu machen. In der darauf-

folgenden Sitzung geht es darum, die eigenen Forschungsprojekte vorzubereiten und theoretische Vorüberlegungen dazu anzustellen. „Wir wiederholen das Grundwissen und legen fest, welche Ziele wir anstreben und anhand welcher Bewertungsnormen wir vorgehen.“ Gerade das Bewerten falle vielen Studierenden schwer. „Fehler lassen sich oft nicht so klar beurteilen, wie es auf den ersten Blick scheint.“ Während es sich bei "I become a little brother" eindeutig um einen "false friend" handele, also um ein Wort, das gern verwechselt werde, seien viele andere nicht so offensichtlich. Dann fragt man sich: Handelt es sich um einen Grammatik- oder um einen Wortschatzfehler? Wie schwerwiegend ist dieser Fehler wirklich? Solche Fragen werden im Kurs eingehend diskutiert. Wichtig sei laut Rosen, eindeutige Kategorien festzulegen, die helfen, die Wertigkeit von Fehlern einheitlich zu beurteilen. Darüber hinaus gehe es immer wieder auch um pädagogische Fragen wie: Wie viel sollte ein Lehrer korrigieren? Wo setzt er an? Was ist die Norm? „Wie streng oder wie nachsichtig bewertet wird, hängt von der Lehrperson ab und fällt manchmal ganz unterschiedlich aus.“ Immer wieder fragt Rosen deshalb nach den Vorerfahrungen, Einstellungen und Erwartungshaltungen der Studierenden und hinterfragt diese kritisch.

Bevor die Kursteilnehmerinnen und -teilnehmer sich zielbewusst ihren Forschungsprojekten zuwenden, werden sie in Gruppen aufgeteilt. „Meist sind es sechs Teams à zwei oder drei Studierenden.“ Jedes Team bekommt dann den Datensatz einer gymnasialen Klassenstufe. „Über den Untersuchungsfokus ihrer Projekte entscheiden die Studierenden selbst. Je nachdem kann dieser zum Beispiel auf der Aussprache, dem Wortschatz oder der Grammatik liegen.“ Einen großen Vorteil des Seminars sieht Rosen darin, dass die Teilnehmer viel Zeit haben, sich die Schülersprache genau anzuschauen und hinsichtlich ihrer Forschungsfragen zu analysieren. „So viel Zeit haben sie später nicht mehr, wenn sie mitten im Schuljahr stecken und eine Notenkonferenz wartet.“

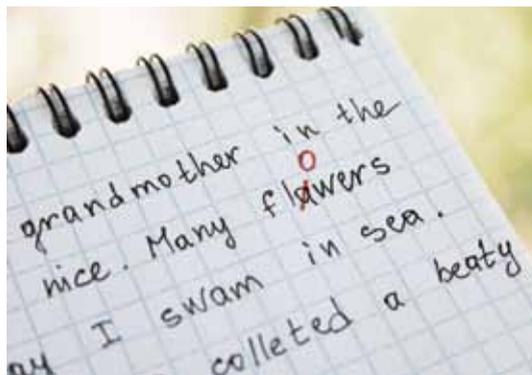
Wichtige Werkzeuge

Bei der anschließenden Analyse der Datensätze und ihrer Auswertung achtet Rosen darauf, dass die Studierenden linguistische Werkzeuge kennen- und nutzen lernen. Dazu gehören unter anderem Kollokationswörterbücher, die detaillierter übliche Kombinationen von Wörtern angeben, aber auch Online-Tools oder große Korpora von Texten, die viele Beispiele enthalten. „Diese Hilfsmittel dienen dazu, die Schülersprache besser zu überprüfen und zu bewerten. Indem sich die Studierenden so intensiv mit echten Schülerdaten auseinandersetzen, lernen sie auch, sprachliche Fehlerquellen schneller zu identifizieren und fundiert Feedback zu geben.“

In der letzten Sitzung der Lehrveranstaltung werden die Ergebnisse präsentiert, diskutiert und abschließend reflektiert. Jedes Team bereite dafür Handouts, Statistiken und Analyseaufgaben für die anderen Gruppen vor, sodass alle einen möglichst genauen Einblick in die Art der Schülerdaten bekommen. „Am Ende setzt sich alles wie ein Puzzle zusammen.“ Anhand der einzelnen Präsentationen lasse sich verfolgen, wie sich die Sprachkompetenz der Schüler über die Klassenstufen hinweg entwickle. Und während Anna Rosen ihren Studierenden wichtige Aspekte des Unterrichtens beibringt, honorieren diese wiederum das Engagement ihrer Dozentin. Aus den Ergebnissen der Evaluationen lässt sich ablesen, dass die Teilnehmer das Seminar für ausgesprochen relevant halten. „Es wird auch deutlich, dass der Bezug zwischen Sprachwissenschaft und späterer Unterrichtspraxis im Studium noch fehlt und eine systematische Thematisierung dessen als sehr gewinnbringend anerkannt wird.“

Anhand ihrer Lehrerfahrungen und der Evaluationsergebnisse hat die Anglistin das Kurskonzept in den letzten drei Jahren laufend weiterentwickelt. Der Aspekt des forschenden Lernens sei dabei immer präsenter geworden, ebenso wie die Reflexion in der Abschlussitzung: „Früher gab es da nur eine schlichte Diskussion.“ Auch in Zukunft will Rosen das Konzept des Wahlpflichtseminars voranbringen und setzt dafür auch das Preisgeld des Universitätslehrpreises in Höhe von 5.000 Euro ein. „Ziel ist vor allem, das Korpus weiter auszubauen und das gesammelte Material zu digitalisieren, damit wir es vielseitiger in der Lehre einsetzen können.“

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



Das Bewerten von Fehlern fällt vielen Studierenden schwer. Handelt es sich um einen Grammatik- oder um einen Wortschatzfehler? Wie schwerwiegend ist dieser Fehler wirklich? Solche Fragen werden im Kurs eingehend diskutiert.

Foto: Victoria M/Fotolia

Zum Weiterlesen

Rosen, A. (2016): The fate of linguistic innovations: Jersey English and French learner English compared. In: International Journal of Learner Corpus Research 2/2, S. 302–322.

Rosen, A. (2014): Grammatical variation and change in Jersey English. Amsterdam. (= Varieties of English Around the World G48).

Krug, M./Rosen, A. (2012): Standards of English in Malta and the Channel Islands. In: Hickey, R. (Hrsg.)(2012): Standards of English – codified varieties around the world. Cambridge, S. 117–138.



Dr. Anna Rosen

hat von 2001 bis 2007 Englisch und Französisch auf Lehramt an der Universität Freiburg und der University of Kent in Canterbury/England studiert. Im Jahr 2011 wurde sie an der Universität Bamberg promoviert und ein Jahr später für hervorragende Leistungen in der Dissertation mit dem „Förderpreis 2012“ der Universität Bamberg ausgezeichnet. Von 2012 bis 2013 absolvierte sie das Referendariat für Lehramt an Gymnasien am Seminar Freiburg. Derzeit ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin am Englischen Seminar der Universität Freiburg und habilitiert sich zum Thema „Die Entwicklung spontaner Sprechkompetenz im Englischunterricht verstehen und fördern“.

Foto: Patrick Seeger

Stumme und beredete Zeugnisse

In der Dermatologie des Universitätsklinikums Freiburg
gehören Moulagen wieder fest zur Lehre

von Hans-Dieter Franz



Ein Schulterstück. Eine Rückenpartie. Ein halbes Bein. Wer jetzt an einen Schlachthof denkt, liegt falsch. Zu sehen sind diese Dinge in einem Seminarraum der Klinik für Dermatologie und Venerologie des Freiburger Universitätsklinikums. Hautarzt Dr. Martin Faber hat sie behutsam aus einem Metallschrank genommen und auf einen Tisch gelegt. Es sind Moulagen – naturgetreue plastische Abformungen menschlicher Körperpartien aus Wachs oder Kunststoff –, die in der Vergangenheit bei der medizinischen Ausbildung eingesetzt wurden. Seit einigen Jahren finden sie nun wieder Verwendung in der Lehre. Dazu lässt Faber die Studierenden anhand ausgesuchter Moulagen die Merkmale von Hautkrankheiten beschreiben und differenzialdiagnostisch abgrenzen. Der Kurs, für den der Lehrbeauftragte Prof. Dr. Christoph Schempp verantwortlich ist, wurde 2017 mit dem Lehrpreis der Medizinischen Fakultät der Universität Freiburg für herausragende Didaktik im Studiengang Humanmedizin ausgezeichnet.

Seit nunmehr zehn Jahren bietet Faber im Blockpraktikum Dermatologie Moulagenkurse an. Bei den Studierenden stieß er damit von Anfang an auf Interesse, denn, wie er sagt: „Irgendwann will man auch wieder etwas Handgreifliches sehen. Es ist eben etwas ganz anderes, einen Gegenstand, eine Gliedmaße oder eine Körperpartie in Wachs plastisch vor sich zu sehen, als ein Foto zu betrachten.“ Vor einer Fotografie oder PowerPoint-Präsentation sitze man wie im Kinossessel. Zu einem dreidimensionalen Objekt baue man eine physische Beziehung auf – allein schon dadurch, dass man sich bewege. „Man lernt beispielsweise, dass auch die jeweils herrschenden Lichtverhältnisse, ob Tageslicht oder künstliche Lichtquelle, die Beobachtung prägen.“ Eine phänomenologische Betrachtung von Krankheiten sieht Faber nicht zuletzt als probates Mittel gegen vorschnelle Kategorisierungen.

„Als eher kontemplativ veranlagter Typ empfinde ich es als einen Quell der Freude, etwas in Ruhe studieren zu können. In der Verarbeitung visueller Eindrücke erschließt sich mir ein ganzer

Wie bei einer klinischen Visite: Studierende der Humanmedizin lernen anhand von Moulagen Fälle kennen, aus denen das Typische einer Krankheit abgeleitet wird.

Foto: Jürgen Gocke

Kosmos.“ An Moulagen erkennt Martin Faber auch künstlerische Aspekte. Wichtig seien die Farben, die lebensechte Bemalung der Objekte. Und die Drapage um den Kopf eines Kindes in einer Moulage zu Masern weckt in ihm Erinnerungen an Heiligenbildnisse. Dass die Gegenstände signiert sind wie ein Gemälde, ist vielleicht kein Zufall.

Kleine Gruppen

Fabers Unterricht im scheinpflichtigen Praktikum findet in kleinen Gruppen statt. Zwei von 30 Semesterstunden sind ausschließlich für die Auseinandersetzung mit Moulagen vorgesehen. Die Lehrarbeit an Moulagen möchte er noch zwei Jahre fortführen und danach in den Ruhestand gehen. Bereits heute sind die Moulagen in das „fallbasierte Lernen“ der Oberärztinnen und Oberärzte integriert, sodass für Kontinuität dieser besonderen Unterrichtsform gesorgt ist. Faber ist dankbar dafür, dass das Universitätsklinikum die Ausgaben für die aufwendige Reinigung und Restaurierung der Moulagen nicht gescheut hat. Und er ist sich sicher, dass die Studierenden weiterhin den guten Sinn und Nutzen des Lernens an diesen gleichermaßen stummen und beredten Zeugnissen von Hauterkrankungen erkennen.

„Irgendwann will man auch wieder etwas Handgreifliches sehen“

Hinzu kommt ein interaktives E-Learning-Programm, das die Fotos der Praktikums-Moulagen als Fallbeispiele nutzt und den Studierenden auf der Lernplattform ILIAS zur Verfügung steht. Das Programm zeigt und erläutert die Effloreszenzen, die kleinsten makroskopischen Einheiten bei dermatologischen Beschreibungen. Anschließend überprüfen die Studierenden in einem Quiz, ob sie diese besondere Fachterminologie an den Moulagen, die sie bereits vom Praktikum kennengelernt haben, nachvollziehen können. Das E-Learning mit Moulagen dient so der Wiederholung, Vertiefung und Kontrolle der Fertigkeiten, die im Moulagenkurs erstmals geübt wurden.



Anders als beim Unterricht am Krankenbett stehen mit Moulagen jederzeit Lehrbeispiele zur Verfügung, die didaktisch aufbereitet sind. Auch Hautveränderungen im Intimbereich lassen sich an ihnen zeigen, ohne dass Persönlichkeitsrechte der Patienten verletzt werden.

Fotos: Jürgen Gocke

Die Verwendung von Moulagen in der Lehre wurde nach dem Zweiten Weltkrieg zunehmend als veraltet erachtet. In Freiburg verschwanden die guten Stücke in den 1990er Jahren im Fundus; in anderen Städten hatte man sie schon früher aussortiert. Bereits seit Mitte des 20. Jahrhunderts war das morphologische Lehrmodell in der Dermatologie außer Mode geraten und mehr und mehr durch funktionelle Betrachtungsweisen, später zusätzlich durch das molekularbiologische Modell verdrängt worden. Der technische Fortschritt mit der Entwicklung von hochkarätiger Farbfotografie trug zusätzlich zum Niedergang der Moulagen bei. In Freiburg kam noch Platzmangel infolge der räumlichen Ausweitung der Allergieabteilung hinzu. Heute lagert ein Gutteil der 832 Moulagen, die sich im Besitz des Universitätsklinikums befinden, im Keller. Ausgesuchte Einzelstücke werden in dem bereits erwähnten Metallschrank verwahrt und im Uniseum der Universität Freiburg gezeigt.

Die Renaissance der Moulage in der medizinischen Lehre setzte in Deutschland vereinzelt schon vor zwei Jahrzehnten ein. Die Gründe für diese zweite Karriere der meist betagten Objekte leuchten unmittelbar ein. Christoph Schempp schätzt Moulagen nicht nur als „lebensnahe und maßstabsgetreue Modelle von Hauterkrankungen mit hohem didaktischem Wert“. Er sieht ihren Nutzen unter anderem auch darin, dass mit ihrer Hilfe „auch seltene Erkrankungen lebensecht und hautnah gezeigt werden können“. Rechtfertigen die Vorteile die aufgewendeten finanziellen Mittel? „Auf jeden Fall“, so Schempp. „Die Haut ist in hohem Maße der genauen Beobachtung zugänglich. Der Stellenwert der Moulagen kommt direkt nach dem echter Patientinnen und Patienten. Das können Bücher und elektronische Medien nicht toppen.“

Vom Ende des 19. Jahrhunderts an verbreiteten sich Moulagen in der dermatologischen Lehre in ganz Europa. Auf dem ersten Weltkongress für Dermatologie 1889 in Paris/Frankreich wurden qualitativ hochwertige Stücke des französischen Moulageurs Jules Baretta gezeigt. Im deutschsprachigen Raum waren anatomische Wachsmodele in der medizinischen Ausbildung bereits um 1800 in Tübingen eingesetzt worden; in der Neckarstadt wurden Moulagen seinerzeit erstmals seriell hergestellt.

„Der Stellenwert der Moulagen kommt direkt nach dem echter Patientinnen und Patienten“

Am Ausgangspunkt für die zweite Karriere der Moulage stand eine 1995 veröffentlichte Untersuchung von Prof. Dr. Thomas Schnalke, Leiter des Instituts für Geschichte der Medizin an der Berliner Charité, die heute als Standardwerk zur Geschichte der Moulagen gilt. Unter der Federführung der Charité bildete sich vor einigen Jahren die „Arbeitsgruppe Moulagen“. Ihr gehören mittlerweile zehn Hautkliniken an, in denen Moulagen wieder in der Lehre eingesetzt werden. Die hohe Zahl von 832 Moulagen in Freiburg erklärt sich daraus, dass Prof. Dr. Eduard Jacobi, der damalige Chef der Freiburger Klinik für Dermatologie, 1906 den ersten Atlas für Hautkrankheiten auf der Basis von Farbfotografien vorlegte. Die Belichtungszeiten für Farbfotos waren um 1900 noch so lang, dass sich von Patienten keine präzisen Bilder anfertigen ließen.

Für die Herstellung hochwertiger Farbproduktionen im Hautatlas ließ er daher zahlreiche Moulagen anfertigen, die als unbewegliche Vorlage für Fotografien dienten. Viele der Freiburger Moulagen sind von vorzüglicher Qualität – wohl nicht zuletzt deshalb, weil der erste Freiburger Moulageur ein akademisch ausgebildeter Kunstmaler war. Schempp erblickt in den Objekten denn auch ein „wertvolles Kulturgut von hohem künstlerischem und didaktischem Wert“. Und er weiß die Arbeit von Martin Faber zu schätzen: „Mit großer Hingabe hat sich Martin Faber um den Freiburger Moulagenbestand verdient gemacht. Es ist im Wesentlichen seiner Initiative zu verdanken, dass unsere Moulagensammlung in neuem Glanz erstrahlt. So haben unsere Moulagen den Einzug in die praktische Lehre und ins E-Learning geschafft.“

www.uniklinik-freiburg.de/hautklinik.html

Viele der Freiburger Moulagen sind von vorzüglicher Qualität.



Prof. Dr. Christoph Schempp

hat Biologie in Tübingen und Basel/Schweiz studiert. Nach dem anschließenden Medizinstudium an der Freien Universität Berlin wurde er im Fach Dermatologie promoviert. 1994 begann er seine Facharztausbildung an der Klinik für Dermatologie und Venerologie des Universitätsklinikums Freiburg, wo er sich 2002 habilitierte und 2005 zum außerplanmäßigen Professor ernannt wurde. 2007 gründete er an der Klinik für Dermatologie und Venerologie mit Stiftungsgeldern das Forschungszentrum skinital, das sich mit der Wirkung von Licht und Naturstoffen auf die Haut beschäftigt. 2015 wurde er zum Lehrbeauftragten ernannt. Seine Forschungsschwerpunkte sind Dermopharmazie, Photodermatologie und Naturstoff-Forschung.

Foto: Universitätsklinikum Freiburg



Dr. Martin Faber

hat Humanmedizin an der Medizinischen Hochschule Hannover studiert und in Freiburg nach anfänglicher Assistentenzeit im Pathologischen Institut an der Klinik für Dermatologie und Venerologie die Ausbildung zum Hautarzt 1985 abgeschlossen; dabei bildeten Arbeiten auf dem Gebiet der Histologie – der Wissenschaft von den biologischen Geweben – einen Schwerpunkt. Die Moulagensammlung nutzte er bis 1985 regelmäßig für den Unterricht von Studierenden. Nach Tätigkeit in eigener Praxis wandte er sich erneut den Moulagen zu, die zwischenzeitlich umgelagert waren. Er ließ viele Objekte restaurieren und dokumentierte den Bestand in einer Datenbank.

Zum Weiterlesen

Schnalke, T. (1995): Diseases in Wax. The History of the Medical Moulage. Hanover Park/USA.

Faber, M./Jakob, T. (2007): Freiburger Moulagen. In: Freiburger Universitätsblätter 178, S. 79–86.

Vermitteln

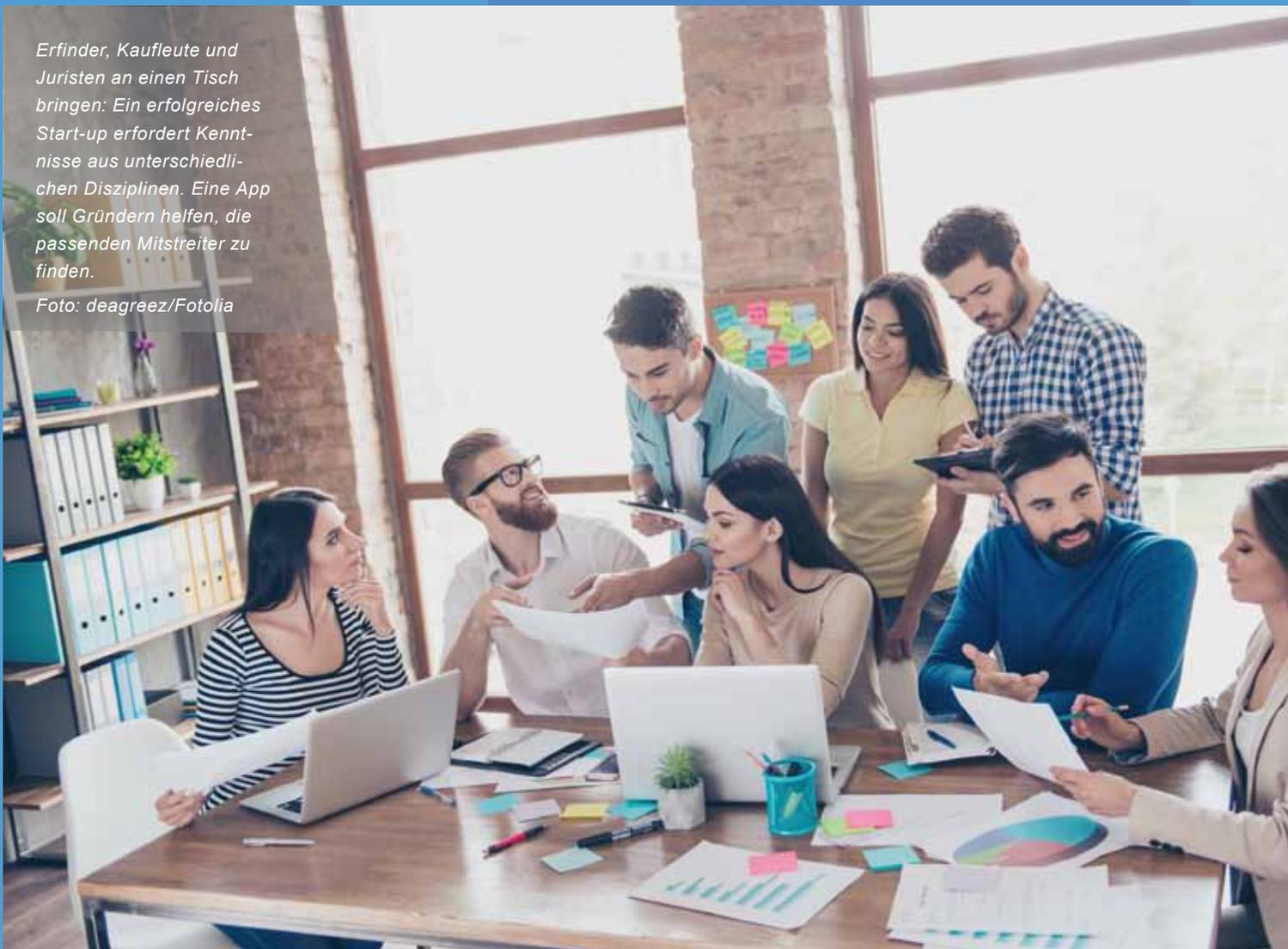
Eine App soll alle gründungsrelevanten Informationen bündeln und die Start-up-Kultur fördern

von Nicolas Scherger

und vernetzen

Erfinder, Kaufleute und Juristen an einen Tisch bringen: Ein erfolgreiches Start-up erfordert Kenntnisse aus unterschiedlichen Disziplinen. Eine App soll Gründern helfen, die passenden Mitstreiter zu finden.

Foto: deagreez/Fotolia



Wer mit einem Start-up den Schritt in die berufliche Selbstständigkeit wagen will, braucht eine gute Geschäftsidee – doch die Idee allein reicht nicht aus. Für Gründungsinteressierte, die keinen juristischen oder betriebswirtschaftlichen Hintergrund mitbringen, scheinen die Hürden besonders hoch zu sein. Welche Rechtsform sollte das Unternehmen haben? Wie lässt sich eine Erfindung patentieren? Welche Finanzierungsmöglichkeiten gibt es, und was ist steuerlich zu beachten? Ein interdisziplinäres Team der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg will hier Antworten geben: Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler entwickeln eine App, die gründungsrelevantes Basiswissen vermittelt und Gründungsinteressierte miteinander vernetzt.

Lernfortschritt überprüfen

„Wir wollen eine App bieten, die möglichst alle relevanten Informationen umfasst und mit der alle arbeiten können – unabhängig vom fachlichen Hintergrund“, erläutert Wolfgang Kessler, Professor für Betriebswirtschaftliche Steuerlehre, der gemeinsam mit seinem Mitarbeiter Dominik Probst bei der Entwicklung federführend ist. Im Sommersemester 2017 haben die beiden ein Seminar veranstaltet, in dem die Studierenden jeweils zwei Wiki-Beiträge verfasst haben. Das Wiki soll in der App als Nachschlagewerk dienen, mit dem sich die Nutzerinnen und Nutzer wichtiges Grundwissen aneignen können. Die Themen reichen dabei von „Geschäftsideen finden“ und „Businessplan“ über „Buchhaltung“, „Steuern“ und „Risikomanagement“ bis hin zu „Crowdfunding“ oder „Gründerzentren“. „Die Vorschläge kamen zum Teil von den Studierenden selbst“, berichtet Probst. „Ziel war es, das zu behandeln, was die Studierenden interessiert, und die Themen allgemein verständlich aufzubereiten.“

Außerdem haben die Studierenden Fragen für einen Lerntest erstellt. Dieser bezieht sich auf eine zehnteilige Videovorlesung, die ebenfalls in die App integriert wird. Die Vorlesung ist Bestandteil des Kurses „Entrepreneurship – rechtliche und betriebswirtschaftliche Fragestellungen zur Unternehmensgründung“, den Kessler und sein Team am Zentrum für Schlüsselqualifikationen (ZfS) der Universität Freiburg für Studierende aller Fachrichtungen anbieten. „In den Videos referieren erfahrene Kolleginnen und Kollegen, Gründerinnen und Gründer sowie Persönlich-

keiten in leitenden Positionen von Unternehmen. Für das Thema Marketing haben wir beispielsweise den ehemaligen Marketingvorstand eines weltweit agierenden Verlagshauses gewonnen“, sagt Kessler. Mit den Multiple-Choice-Fragen können die Nutzer der App, die sich die Videos angeschaut haben, ihren Lernfortschritt überprüfen.

„Die gründungsrelevanten Rechtsgebiete entwickeln sich dynamisch“

Weiteres Basiswissen steuert zudem ein Kollege bei: Boris Paal, Professor für Zivil- und Wirtschaftsrecht, Medien- und Informationsrecht, verfolgt den Ansatz, junge Gründer möglichst in ihrer Lebenssituation abzuholen. „Wir stellen uns einen Gründer vor, der eine gute Idee hat, und arbeiten uns sodann durch die einzelnen rechtlichen Schritte, indem wir eine Gründung simulieren.“ Die Inhalte schöpft er zum einen aus regulären Lehrveranstaltungen in der Rechtswissenschaft, etwa zum Handels- und Gesellschaftsrecht, zum anderen engagiert er sich seit dem Wintersemester 2017/18 mit Zusatzveranstaltungen wie etwa Workshops und Vorträgen sowie einer Beteiligung am ZfS-Kurs zum Thema „Entrepreneurship“ für Studierende aller Fachrichtungen.

Am Anfang der Simulation steht die Frage, wie sich eine Erfindung schützen lässt, worauf das Patent- und das Markenrecht eine Antwort geben. Zentral ist dann, die passende Rechtsform für das Unternehmen zu finden – verbunden mit der Frage: Haftet der Gründer persönlich und mit dem eigenen Vermögen, oder gibt es Möglichkeiten der Haftungsbeschränkung? Anschließend folgen alle Fragen rund um die Kommerzialisierung der Idee, unter anderem: Wie kommt der Gründer an eine Finanzierung, welche Sicherheiten wollen Banken dafür haben, und wie kann er Partner in sein Start-up aufnehmen? „So bekommen wir in der App eine To-do-Liste mit allen rechtlich wichtigen Punkten, die in der Gründungsphase zu klären sind“, sagt Paal. „Wir wollen Ängste und Sorgen abbauen, indem wir zeigen: Mit juristischem Handwerkszeug ist alles gut zu bewältigen.“

Wesentliche Informationen erhalten die Nutzer der App zudem in einer Datenbank, die Informations- und Fördermöglichkeiten aufzeigt und die entsprechenden Websites verlinkt. „Wir stehen vor einem Dschungel von Initiativen, der für Gründungsinteressierte oft unübersichtlich ist“, sagt Kessler. „Schon allein an der Universität Freiburg beschäftigen sich viele Institutionen und Personen mit dem Thema Gründung – und es gibt jede Menge spezielle Förderformate, beispielsweise für Start-ups unterschiedlicher Branchen. Die Datenbank soll dabei helfen, sich einen Überblick zu

„Mit juristischem Handwerkszeug ist alles gut zu bewältigen“

verschaffen.“ Eine weitere Informationsquelle werden Berichte erfolgreicher Gründer sein, die ihre Erfahrungen weitergeben, wertvolle Tipps beibehalten, vor Fehlern warnen und zum Schritt in die Selbstständigkeit ermutigen.

Darüber hinaus soll die App dabei helfen, Gleichgesinnte zu finden – mithilfe einer Stellenbörse, die vor allem den Austausch zwischen unterschiedlichen Disziplinen fördern soll. „Eine typische Situation ist beispielsweise, dass eine Studentin oder ein Student der Technischen Fakultät ein neuartiges technisches Verfahren entwickelt hat, dann aber Unterstützung von Kommilitoninnen und Kommilitonen aus den Rechts- und Wirtschaftswissenschaften benötigt, die sich beispielsweise mit Patentrecht auskennen oder wissen, wie eine Marktanalyse funktioniert“, sagt Probst. Über Gebote und Gesuche können Gründungsinteressierte in der Stellenbörse zusammenfinden. Hier kommen zudem die „Freiburg Legal Clinics“ ins Spiel: Dieses Ausbildungsprogramm unter Paals Federführung ermöglicht es Jurastudierenden, anderen Studierenden eine kostenlose Rechtsberatung zu geben. „Wir haben eine eigene Säule zum Thema Gründungsberatung aufgesetzt, und die Studierenden, die sich hier engagieren, sind stark daran interessiert, ihre Expertise fruchtbar zu machen und weiterzugeben.“

Inhalte weiterentwickeln

Die redaktionelle Arbeit und die Programmierung laufen: Die App soll für die Betriebssysteme Android und iOS kostenlos verfügbar sein und im zweiten Quartal 2018 erscheinen. Die weitere Pflege wird anschließend das Gründerbüro der Universität



Prof. Dr. Wolfgang Kessler hat in Frankfurt am Main und Köln Betriebswirtschaftslehre studiert und 1984 die Prüfung zum Diplom-Kaufmann abgeschlossen. 1989 erfolgte die Promotion an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, 1991 die Bestellung zum Steuerberater, 1996 die Habilitation an der Universität zu Köln. Seit 1996 ist er Professor für Betriebswirtschaftliche Steuerlehre an der Universität Freiburg. Seine Forschungsschwerpunkte sind Rechtsformgestaltungen, Konzernsteuerrecht und internationales Steuerrecht. Zudem ist Kessler Initiator und Gründungsgesellschafter der TAX-ACADEMY, die online steuerliche Aus- und Fortbildung anbietet.

Fotos: Patrick Seeger



Prof. Dr. Boris Paal hat Rechtswissenschaften an den Universitäten Tübingen, Konstanz und Oxford/England studiert und wurde 2001 an der Universität Konstanz promoviert. Anschließend absolvierte er den juristischen Vorbereitungsdienst am Oberlandesgericht Düsseldorf und legte die Zweite juristische Staatsprüfung ab. Nach seiner Habilitation an der Universität Heidelberg 2009 wurde er an die Universität Freiburg berufen, wo er seitdem die Professur für Zivil- und Wirtschaftsrecht, Medien- und Informationsrecht innehat. Seine Forschungsschwerpunkte sind Bürgerliches Recht, Medien-, Datenschutz- und Informationsrecht, Kartell- und Lauterkeitsrecht, Handels- und Wirtschaftsrecht sowie internationales Privatrecht und Wirtschaftsrecht.

Foto: Sandra Meyndt



Dominik Probst hat an der Universität Freiburg und an der Universität zu Köln Volkswirtschaftslehre studiert und ist seit 2016 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur für Betriebswirtschaftliche Steuerlehre. Er koordiniert die Entwicklung der App für Gründungsinteressierte innerhalb des Projekts „Zugänge zum Gründen – Gründerkultur erlernen, erleben, entwickeln“ der Universität Freiburg und promoviert mit einer Arbeit zum Themenfeld Konzernsteuerrecht.

Freiburg übernehmen. Dabei wird es möglich sein, Beiträge zu überarbeiten und auch neue hinzuzufügen. „Die gründungsrelevanten Rechtsgebiete entwickeln sich dynamisch, und entsprechend wichtig ist es, die Inhalte aktuell zu halten“, sagt Kessler. Die Entwicklung der App erfolgt innerhalb des Projekts „Zugänge zum Gründen – Gründerkultur erlernen, erleben, entwickeln“ der Universität Freiburg, finanziert vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg mit 600.000 Euro. „Ich begrüße es sehr, dass Förderprogramme von Bund und Land dem Gründungsthema derzeit Rückenwind verleihen“, sagt Paal. „Wir sind in Freiburg auf einem ausgezeichneten Weg, die Start-up-Kultur zu fördern.“

www.gruenden.uni-freiburg.de

Zum Weiterlesen

Hofert, S. (2012⁹): Praxisbuch Existenzgründung. Erfolgreich selbstständig werden und bleiben. Offenbach.

Koch, J./Hüffer, U. (2017¹⁰): Gesellschaftsrecht. München.

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 Bausch, 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

Judith Burggrabe (verantwortliche Redakteurin),
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

Kathrin Jachmann
Jürgen Oschwald

Fotos Titelseite:

Marina Kugelmann, stockdevil/Fotolia,
elenakibrik/Fotolia, contrastwerkstatt/Fotolia

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