

Innere Schönheit

Was beim Spielen
von Blasinstrumenten im Körper passiert



Krater im Labor: Simulationen veranschaulichen, wie Einschläge von Meteoriten ablaufen



Freunde im Internet: Soziale Netzwerke eröffnen Menschen in Kairo neue Spielräume



Wirkstoffe im Baum: Ein Extrakt aus Birkenrinde beschleunigt die Heilung von Wunden

Baufinanzierung für den öffentlichen Dienst zu Top-Konditionen¹⁾

Ihre Vorteile:

- ▶ Bis zu 100 %ige Finanzierung des Kaufpreises
- ▶ Sie haben die Wahl zwischen einer Sollzinsbindung von 5, 8 oder 10 Jahren
- ▶ 3 Jahre tilgungsfreie Anlaufzeit möglich²⁾
- ▶ Änderung des Tilgungssatzes bis zu dreimal möglich²⁾³⁾
- ▶ Keine Bearbeitungsgebühr
- ▶ 5 % Sondertilgungsrecht p. a.
- ▶ Persönliche Beratung durch Ihren BBBank-Berater für den öffentlichen Dienst

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

²⁾ Nur bei Sollzinsbindung von 10 Jahren

³⁾ Zwischen 1 % und 5 % p. a. bezogen auf das Ursprungsdarlehen
(bei tilgungsfreier Anlaufzeit nur zwischen 2 % und 5 % p. a.)

BBBank-Filialen in Freiburg und Emmendingen

- Kartoffelmarkt 2, 79098 Freiburg, Tel. 07 61/3 19 19-0
- Carl-Kistner-Straße 21, 79115 Freiburg, Tel. 07 61/45 33 41-0
- Günterstalstraße 17-19, 79102 Freiburg, Tel. 07 61/7 90 88-0
- Kappler Straße 4, 79117 Freiburg, Tel. 07 61/6 11 17-0
- Karl-Friedrich-Straße 4, 79312 Emmendingen, Tel. 0 76 41/92 69-0

Informieren Sie sich jetzt über unsere aktuellen Konditionen!



BB Bank

Die Bank für Beamte und den öffentlichen Dienst

Turmretter gesucht!

Helfen Sie mit, den Freiburger Münsterurm für unsere Enkel zu erhalten.

Unterstützen Sie die Sanierung des Freiburger Münsterurms.

Konto 18 18 18 18
BLZ 680 501 01
Sparkasse Freiburg

Konto 37 37 37 37
BLZ 680 900 00
Volksbank Freiburg eG



www.wir-bauen-mit.de

Jetzt helfen: www.wir-bauen-mit.de oder Tel. 07 61/21 40 27-0

SIE HABEN EINE IDEE UND BRAUCHEN ETWAS GEDRUCKTES.

Wir bringen diese aufs Papier und helfen Ihnen bis zum fertigen Druck. Alles in hoher Qualität, kostengünstig und terminsicher. Rufen Sie uns an. [Super-Idee.]

Hofmann Druck
Jürgen Hofmann
Am Weiherschloss 8
79312 Emmendingen
Tel. 0049 7641 9222-0
Fax 0049 7641 9222-80
hofmann-druck@t-online.de
www.hofmann-druck.de



HOFMANN DRUCK

Jahresbericht 2013: Hinter Zahlen stehen Menschen

Die positive Entwicklung der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg lässt sich nicht ausschließlich in Zahlen fassen. Denn hinter den Zahlen stehen Menschen und ihre Leistungen. Dennoch will die Universität den Versuch wagen, die Entwicklung in kompakter Form zu zeigen. Der herausnehmbare Jahresbericht enthält die Daten und Fakten des vergangenen Jahres (1.10.2012 – 30.9.2013).

An dieser Stelle sollte der Jahresbericht 2013 der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg zu finden sein. Der Bericht ist auch auf den Internetseiten der Universität abrufbar:
www.uni-freiburg.de/go/jahresbericht_2013

Inhalt

Geologie in Sekunden	4
<i>Thomas Kenkmann simuliert im Labor Einschläge von Meteoriten, um zu ergründen, wie ein Krater entsteht</i>	
Echte Freunde	8
<i>Die Ethnologin Kathrin Sharaf ergründet, wie die Mittelschicht in Kairo soziale Kontakte im Internet pflegt</i>	
Zellen am Start	12
<i>Biologen erforschen an Zebrafischen, mit welchem Mechanismus die Entwicklung von Embryonen beginnt</i>	
Drahtlos statt ratlos	16
<i>Leo Reindl lässt Maschinen ihre Umgebung mithilfe von Funksensoren erfassen und steuern</i>	
Das Zwerchfell tanzt mit	20
<i>Erstmals zeigen Filme, was beim Blasinstrumentenspiel im Inneren des Körpers passiert</i>	
Behandeln mit Birken	24
<i>Die Pharmazeutin Irmgard Merfort untersucht, wie ein Naturstoff die Heilung von Wunden beschleunigt</i>	
Mütterchen Russland	28
<i>Wie Nation und Geschlecht verknüpft sind und warum es Missverständnisse zwischen Ost- und Westeuropa gibt</i>	
Vom Baum zum Boden	32
<i>Forstwissenschaftler entwickeln ein Verfahren, um Holzoberflächen den Kundenwünschen anzupassen</i>	
Auch Reiche legen Bomben	36
<i>Günther Schulze und Krisztina Kis-Katos gehen den wirtschaftlichen Ursachen von Terrorismus auf den Grund</i>	

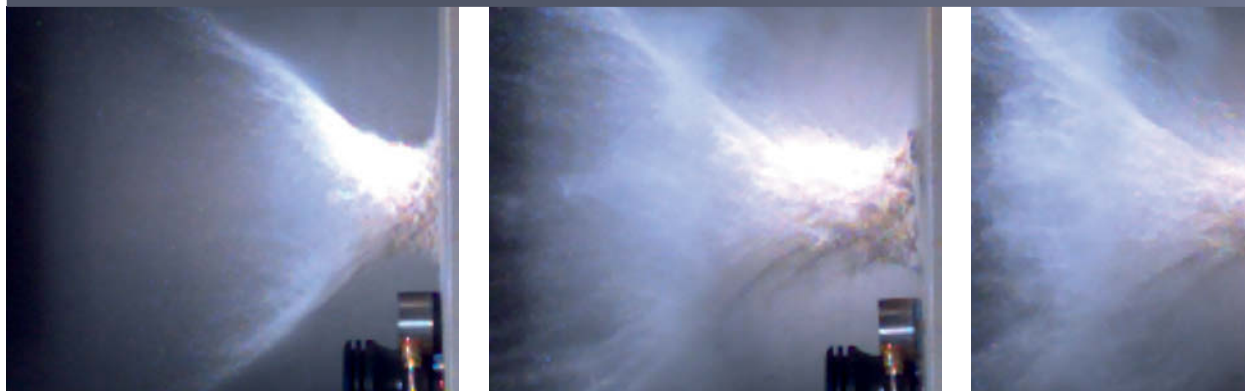
Geologie in Sekunden

Thomas Kenkmann simuliert Meteoriteneinschläge im Labor

von Mathilde Bessert-Nettelbeck



© Fraunhofer EMI



Vor 15 Millionen Jahren im Südwesten Deutschlands: Ein Steinmeteorit mit einem Durchmesser von 1,5 Kilometer befindet sich auf Kollisionskurs mit der Erde. Noch bevor er einschlägt, pulverisiert eine Druckwelle den prähistorischen Urwald. Dieser Airblast entsteht, als die schützende Atmosphäre den Meteoriten abbremsst. Was jetzt noch lebt, verbrennt durch die Hitze, die der Einschlag abstrahlt: In dem Moment, in dem der Meteorit die Erdoberfläche erreicht, überträgt sich die Energie des Aufpralls auf das Gestein. Es bricht, schmilzt und verdampft, eine Glutwolke entsteht. Die restliche Energie wird zu Bewegung: Die Erde bebt. Diese Schockwelle katapultiert Bodenmaterial an der Einschlagsstelle in die Luft. In einem Umkreis von mehr als 40 Kilometern fallen hausgroße Gesteinsbrocken herunter. Es entsteht vorübergehend ein runder, etwa 4,5 Kilometer tiefer und zwölf Kilometer breiter Krater. Unmittelbar nach seiner Bildung bricht er unter dem Einfluss der Schwerkraft zusammen. Der endgültige Krater, das Nördlinger Ries, ist nur noch 500 Meter tief, aber 25 Kilometer breit.

Lange hielten Forscherinnen und Forscher die Vertiefung zwischen der Fränkischen und der Schwäbischen Alb für die verwitterten Reste eines Vulkankraters. Erst in den 1960er Jahren erkannten Geologinnen und Geologen, dass ein

Meteoriteneinschlag der Ursprung des Ries-Kessels war. Sie entdeckten im Gestein Coesit und Stishovit – Hochdruckminerale, die nur dort auftauchen, wo ein Meteorit Gestein extrem verdichtet und einen Krater hinterlässt.

Prof. Dr. Thomas Kenkmann vom Institut für Geo- und Umweltwissenschaften der Universität Freiburg will verstehen, wie Krater und Hochdruckminerale, auch Impaktite genannt, beim Einschlag eines Meteoriten entstehen. Die meisten geologischen Prozesse finden über Jahrmillionen statt – langwierige Vorgänge, in denen Drücke, Erdbewegungen und chemische Reaktionen Gestein allmählich umwandeln und verschieben. In Impaktkratern geschieht das im Schnelldurchlauf: Etwa 50 Sekunden dauerten der Einschlag und der gesamte Prozess der Kraterbildung im Nördlinger Ries. „Das ist Sekunden-Geologie“, sagt Kenkmann.

Um besser nachvollziehen zu können, wie solche Krater entstehen, können Geologen nicht darauf warten, dass etwas vom Himmel fällt. Kenkmann behilft sich mit einem Miniaturmodell: Die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanzierte Forschergruppe „Multidisciplinary Experimental and Modeling Impact Research Network“ (MEMIN), deren Sprecher er ist, setzt Simulationen ein. Dabei kommt der Kooperation

High-Speed-Filmsequenzen zeigen, wie ein Krater entsteht: Im Laborversuch schlägt der kleine Meteorit eine kegelförmige Fragmentwolke aus dem Gestein. Fotos: Fraunhofer EMI

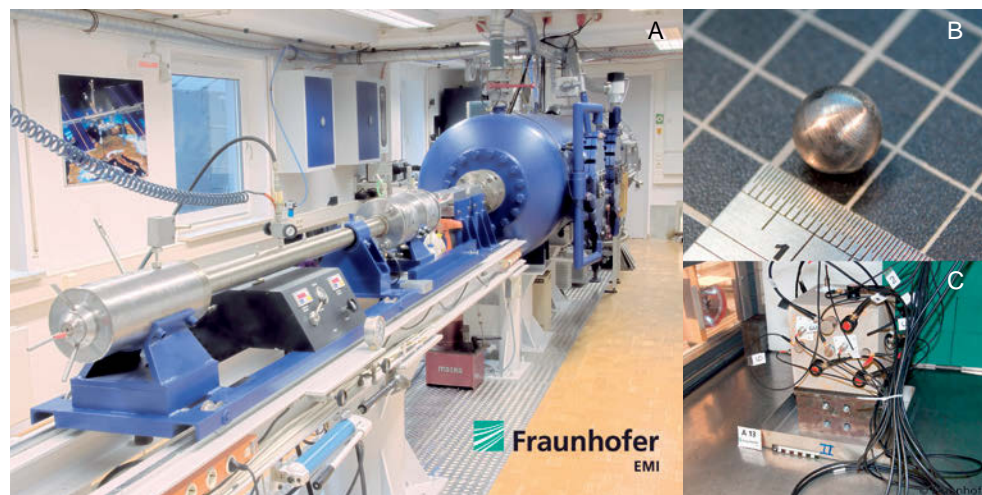


von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Universität Freiburg und des Ernst-Mach-Instituts der Fraunhofer-Gesellschaft (EMI) eine Schlüsselrolle zu. Geologen und Geophysiker versuchen gemeinsam mit Ingenieuren und Physikern zu verstehen, wie genau ein Einschlag von Meteoriten abläuft – im Bunker und in ganz klein.

Heißes Eisen und nasser Stein

Im Keller des EMI in Freiburg bringt ein zweistufiger Leichtgasbeschleuniger Metallkugeln auf Meteoritengeschwindigkeit. In einem circa 20 Meter langen Raum schleudern Forscher echte kleine Meteorite von der Seite auf Gesteinsblöcke. Die Kugeln wurden aus dem argentinischen Meteoriten Campo del Cielo zu 2,5 Millimeter großen Projektilen geformt. Sie schlagen circa fünf bis zehn Zentimeter große Miniaturkrater in Sandstein, Quarzit oder Tuff. Die Gesteinsblöcke sind Würfel von 20 Zentimeter Kantenlänge, die Erdoberfläche in Miniatur. In Efringen-Kirchen im Landkreis Lörrach nutzen die Forscher einen größeren Beschleuniger des EMI, der bis zu 1,2 Zentimeter große Kugeln auf einen Kubikmeter große Blöcke feuert. Eine einfachere Versuchsanlage steht im Institut für Geo- und Umweltwissenschaften der Universität Freiburg. Dort beschießt eine kleine Meteoritenkanone bunt gefärbte Sandschichten – diesmal von oben.

„Wir sind so etwas wie die weltweite Impaktkrater-Taskforce“



Mit dem zweistufigen Leichtgasbeschleuniger im Ernst-Mach-Institut der Fraunhofer-Gesellschaft (A) schleudern die Forscher aus dem Meteoriten Campo del Cielo (B) geformte Eisenkugeln auf Gesteinsblöcke (C). Es entsteht ein Minikrater. Fotos: Fraunhofer EMI



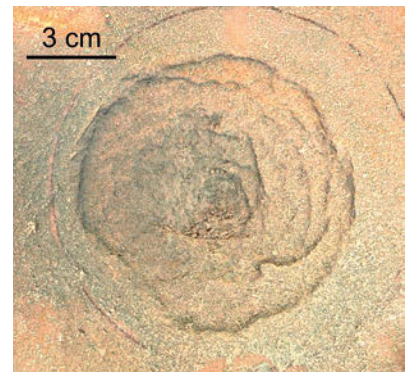
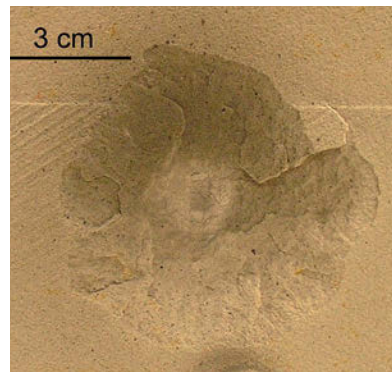
„Wenn das Gestein viel Wasser enthält, sind die Auswirkungen der Meteoriteneinschläge viermal so groß“

Der Einschlag verläuft in der Anlage viel langsamer als in der Natur. Mit den Versuchen wollen die Wissenschaftler vorhersagen, was passiert, wenn die Erde aus dem All beschossen wird. Die Ergebnisse müssen auf echte, große Einschläge übertragbar sein. Mithilfe von Computersimulationen berechnen die Forscher, welche Kräfte bei einem Impact auf den Erdboden wirken. Im Beschleuniger testen sie dann, wie nahe die Berechnungen der Realität kommen.

Wird der Meteorit in der Freiburger Anlage des EMI verschossen, prallt er mit bis zu 28.000 Stundenkilometern auf das Gestein in der fest verschlossenen und gesicherten Metallkammer am Ende des fünf Meter langen Rohres des Beschleunigers. Das gibt einen Knall, als fiel ein Hammer auf den Tisch. Der kleine Krater in dem Gesteinsblock zeigt Risse und Absplitterungen. Während des Miniaturimpakts nehmen die Wissenschaftler High-Speed-Filmsequenzen mit mehr als 100.000 Bildern in der Sekunde auf. Druck, Temperatur und Geschwindigkeit messen sie an vielen Punkten in der Einschlagskammer und im Gesteinsblock. Vollgepackt mit Sensoren und Kabeln, ähnelt dieser einem kleinen Steincomputer.

Mit Blumensteckschaum und Vaseline

Für Kenkmann sind das Spannendste nun die kleinen Splitter, Tropfen und Gesteinsreste, die der Meteorit aus dem Gestein geschlagen hat. „Eine Fangvorrichtung aus Blumensteckschaum und Vaseline hat sich am besten bewährt, um die mit hoher Geschwindigkeit ausgeworfenen Fragmentwolken aufzufangen“, sagt er. Dieser Aus-



Gesteinseigenschaften verändern die Wirkung des Meteoriteneinschlags: Bei geringem Wassergehalt (links) ist der Krater kleiner als bei hohem. Fotos: MEMIN

wurf und der Kraterblock kommen dann unter das Mikroskop: An welcher Stelle wird was wie schnell an welchen Ort herausgeschleudert? Wie hat sich das Gestein verändert? Durch die hohen Drücke beim Einschlag, die das Millionenfache des Atmosphärendrucks erreichen, ordnen sich zum Beispiel die Atome im Quarzkristall anders an. Auf diese Weise entstehen Minerale wie Stishovit und Coesit, auch im Krater-Labor.

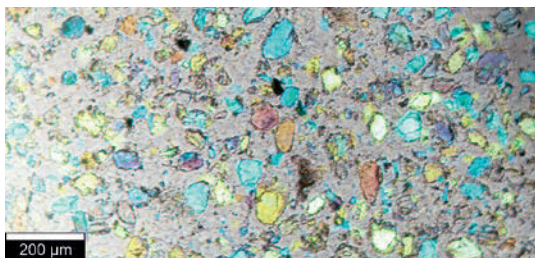
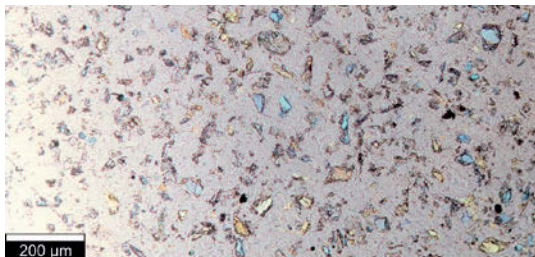
24 Impactexperimente analysierten die Forscher im Projekt MEMIN seit 2009. Sie testeten unterschiedliche Dichten und Zusammensetzungen des Gesteins. Erstaunlich war aus ihrer Sicht: Besonders die Porosität – die Menge an Lufteinschlüssen im Gestein – beeinflusst die Kräfte, die bei der Kraterbildung frei werden. Die Luft wirkt wie ein Airbag, der die Drücke beim Aufschlag verringert. In Tuff wären also der Krater kleiner und die Folgen für die Umgebung geringer als in Granit oder Gneis. Auch Wasser verändert den Einschlag im Experiment erheblich. „Wenn das Gestein viel Wasser enthält, sind die Auswirkungen der Meteoriteneinschläge viermal so groß. Das war vorher unbekannt“, sagt Kenkmann.

MEMIN geht in der zweiten Förderphase, die im Juli 2013 begonnen hat, ins Detail: „Wir wollen nicht nur hinterher anschauen, wie sich die Gesteine verdichten, sondern möglichst dabei sein, wenn es passiert. Dafür brauchen wir starke Röntgenstrahlen.“ Im Deutschen Elektronen-Synchrotron in Hamburg (DESY), einer Einrichtung der Helmholtz-Gemeinschaft, können die Wissenschaftler live verfolgen, wie die Kristalle beim Aufprall ummodelliert werden. Ein weiterer technisch ambitionierter Schwerpunkt ist die

Erforschung der ersten Nanosekunden nach dem Einschlag, in denen es zu einer enormen Hitzeentwicklung und zur Plasmabildung kommt. Zudem wollen die Forscher andere Gesteine, etwa Marmor und Gneis, einsetzen.

Schutz vor Einschlägen

Können die Erkenntnisse helfen, die Erde vor Meteoriteneinschlägen zu schützen? Kenkmann war wie viele Wissenschaftler überrascht, als am 15. Februar 2013 ein Meteorit in Russland einschlug. Zum Glück zerfiel dieser in Tausende kleine Stücke, weil die Atmosphäre ihn hinreichend abbremste. Einen Impaktkrater gab es daher nicht. Dass 1.500 Menschen verletzt wurden, lag an der atmosphärischen Druckwelle, die der Meteorit erzeugte. „Wäre der Stein nur wenig größer als 15 Meter gewesen, wäre es zur Kraterbildung gekommen“, erklärt Kenkmann. Die Stadt Tscheljabinsk würde es wahrscheinlich nicht mehr geben. Das MEMIN-Projekt ermöglicht diese genauen Angaben und zeigt, wie Gefahren abgewehrt werden könnten: „Nach dem Prinzip aufeinanderprallender Billardkugeln können Projektile dazu dienen, Himmelskörper, die auf Kollisionskurs mit der Erde sind, aus ihrer Bahn abzulenken. Erste Erkenntnisse zu diesem Mechanismus haben wir ebenfalls aus den MEMIN-Experimenten erhalten“, sagt Dr. Frank Schäfer vom EMI.



Bei der Simulation von Meteoriteneinschlägen bleiben die Splitter, Tropfen und Gesteinsreste in einer aus Blumensteckmasse und Vaseline gebastelten Fangvorrichtung hängen. Unter dem Mikroskop zeigt sich: Ist viel Wasser im Gestein (unten), kommen mehr große Splitter im Fänger an. Trockenes Gestein wirft kleinere, gleichmäßig große Gesteinsreste aus. Fotos: MEMIN

Die Experimente helfen den Wissenschaftlern, die Geschichte der Meteoriteneinschläge auf der Erde zu verstehen. Zu den großen irdischen Kratern zählt der Chixulub-Impakt, der einen Durchmesser von 200 Kilometer hat und vor 65 Millionen Jahren ein globales Massenaussterben verursachte, dem unter anderem die Dinosaurier erlagen. Wie beim Nördlinger Ries helfen Gesteinsanalysen und Berechnungen, die Einschläge zu rekonstruieren. Denn durch Erosion und Abtragungen ist meist nichts mehr von der ursprünglichen Kraterform zu erkennen.

Auf der Erdoberfläche sind bisher 184 Impaktkrater bekannt, und jährlich werden neue entdeckt – auch von Geologen der Universität Freiburg. „Wir sind so etwas wie die weltweite Impaktkrater-Taskforce“, sagt Kenkmann. Als am 15. September 2007 ein Meteorit am Titicacasee in Südamerika einschlug, rückte der Forscher mit seinem Team aus, um den Krater zu vermessen und Proben zu nehmen. „Es ist schon eine Passion.“ Einen echten Meteoriteneinschlag miterleben würde Kenkmann gerne – aus sicherer Entfernung und in einer menschenleeren Gegend. Bis dahin begnügt er sich mit Sternschnuppen.

Zum Weiterlesen

Kenkmann, T./Deutsch, A./Thoma, K./Poelchau, M. H. (2013): The MEMIN research unit: experimental impact cratering. In: *Meteoritics & Planetary Science* 48/1 (MEMIN special issue), S. 1–2. doi: 10.1111/maps.12035

Kenkmann, T./Wünnemann, K./Deutsch, A./Poelchau, M. H./Schäfer, F./Thoma, K. (2011): Impact cratering in sandstone: the MEMIN pilot study on the effect of pore water. In: *Meteoritics & Planetary Science* 46/6, S. 890–902.

Poelchau, M. H./Kenkmann, T./Thoma, K./Hoerth, T./Dufresne, A./Schäfer, F. (2013): The MEMIN research unit: Scaling impact cratering experiments in porous sandstones. In: *Meteoritics & Planetary Science* 48/1 (MEMIN special issue), S. 8–22. doi: 10.1111/maps.12016

Prof. Dr. Thomas Kenkmann simuliert Meteoriteneinschläge auch in seinem Labor an der Universität Freiburg: Ein Videoclip und ein Artikel auf unserem Forschungsportal www.surprising-science.de stellen die Anlage vor. www.pr.uni-freiburg.de/go/meteoriten



Prof. Dr. Thomas Kenkmann

ist seit 2010 Inhaber des Lehrstuhls für Allgemeine Geologie und Strukturgeologie der Universität Freiburg und seit 2013 Prodekan der Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen. Nach dem Studium der Geologie und Paläontologie in Köln wurde er 1997 an der Freien Universität in Berlin promoviert und 2003 habilitiert. Als Wissenschaftler und Kurator arbeitete er am Geoforschungszentrum in Potsdam und später am Museum für Naturkunde Berlin. Von 2007 bis 2010 leitete er zusätzlich das Zentrum für Rieskrater- und Impaktforschung in Nördlingen. Seit 2009 ist er Sprecher der Forschergruppe „Multidisciplinary Experimental and Modeling Impact Research Network“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Er erforscht Meteoritenkrater, aber auch Bergstürze und langsame Verformungen der Erdkruste.

Foto: Thomas Kunz





*Moderne Kommunikation im öffentlichen Raum:
Viele Bewohner Kairos haben ihr Smartphone
immer mit dabei, um kontinuierlich am Leben
ihrer Freunde teilzuhaben. Foto: Philipp Spalek*

Echte Freunde

Die Ethnologin Kathrin Sharaf ergründet, wie die Mittelschicht in Kairo soziale Kontakte im Internet pflegt – und was die ägyptische Revolution 2011 daran änderte

von Thomas Goebel

„Wahre Freundschaft besteht nur, wenn man sich von Angesicht zu Angesicht gegenübergesessen hat“

Wer sich durch die ägyptische Hauptstadt Kairo bewegt, die größte Stadt Nordafrikas, braucht Zeit: Die Wege sind lang, die Straßen häufig verstopft. Treffen mit Freundinnen und Freunden aus anderen Stadtvierteln erfordern Planung, sind aufwendig und schwierig. Viele Bewohnerinnen und Bewohner Kairos haben daher ihr Smartphone und damit auch soziale Netzwerke immer mit dabei. „Das Internet und vor allem Facebook – ‚al Face‘ – sind bequeme und effektive Möglichkeiten, neben Schule oder Beruf kontinuierlich am Leben der Freunde teilzuhaben“, sagt Kathrin Sharaf.

Die Freiburger Ethnologin untersucht in ihrer Dissertation, wie Freundschaftskonzepte der Kairoer Mittelschicht die Internetnutzung beeinflussen – und umgekehrt. Sharaf ahnte zu Beginn nicht, dass ihre Arbeit außerdem einen besonderen, aktuellen Fokus erhalten würde: Mitten in ihre Forschungen platzte die ägyptische Revolution; ihre siebenmonatige Feldphase in Kairo 2011 folgte auf den Höhepunkt der dortigen Unruhen. „Da hat es dann selbst unter Freunden auf Facebook richtig geknallt“, sagt sie.

Aber wer steht in Kairo überhaupt mit wem per Laptop oder Smartphone in Kontakt? Ein Hauptergebnis von Sharafs Arbeit lautet: Die im Internet gepflegten Freundschaften basieren in der Regel auf Bekanntschaften, die außerhalb des Internets geschlossen wurden. „Kontaktanfragen unter Unbekannten sind eher verpönt“, sagt sie.

„Es gilt der Grundsatz: Wahre Freundschaft besteht nur, wenn man sich von Angesicht zu Angesicht gegenübergesessen hat.“

Mit den eigenen Eltern vernetzt

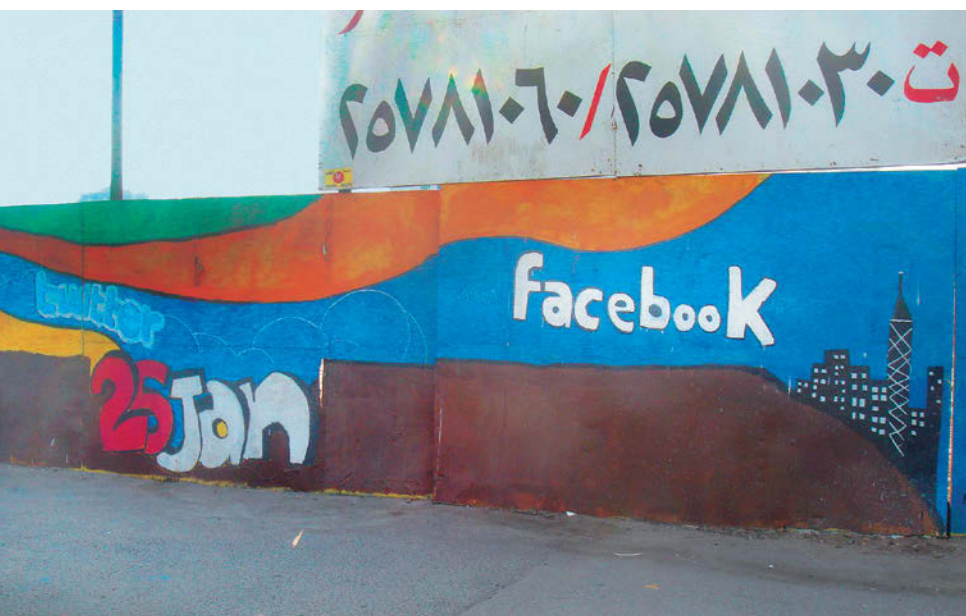
Sharaf spricht von einer spezifischen Vorsicht, die gerade junge Ägypterinnen wahren. Dahinter stehe unter anderem die Befürchtung, dem eigenen guten Ruf zu schaden, wenn etwa unkontrolliert Fotos in sozialen Netzwerken verbreitet würden. „Die ägyptische Gesellschaft ist recht konservativ.“ Normvorstellungen, die Freundschaften im Alltag prägen, spiegeln sich im Internet wider: „Man teilt zum Beispiel keine Fotos, auf denen Mädchen Wasserpfeife rauchen.“ Auch viele ältere Kairoerinnen und Kairoer der Mittelschicht sind in sozialen Netzwerken unterwegs. Es ist nicht unüblich, mit den eigenen Eltern auf Facebook befreundet zu sein. „Es gibt auch viele moderne Mythen, zum Beispiel über Brüder, die sich angeblich unter falschem Namen bei Facebook angemeldet haben, um die Schwester zu kontrollieren.“

Gerade Frauen hätten daher häufig zwei Facebook-Accounts, sagt Sharaf, einen für eine größere Gruppe und einen für enge Freunde: „Es ist eine spezielle Ehre, wenn man zu diesem Freundschafts-Account eingeladen wird.“ Dort würden dann zum Beispiel Fotos von Hochzeiten, Geburten, Feiern oder Urlauben geteilt. Durch das soziale Netzwerk seien die Freunde ständig

„Es gibt kaum eine Basis für enge Freundschaften über Schichten hinweg – auch nicht im Internet“

präsent: „Ich habe erlebt, dass Personen, die sich lange nicht gesehen haben, vorher noch mal auf Facebook recherchieren, um auf dem neuesten Stand zu sein.“

Auf ihr Thema gestoßen ist Sharaf 2007 während eines Praktikums in einer Frauenrechtsorganisation in Kairo. „Ich habe bei einer Freundin mitbekommen, welche wichtige Rolle das Internet für ihre Liebesbeziehung gespielt hat.“ Das Netz könne ein „intimer Raum“ sein. Ein Chat zum Beispiel sei – bei entsprechender Vorsicht – eben schwieriger zu kontrollieren als ein Gespräch am Festnetztelefon im heimischen Wohnzimmer. „Das Internet hat gerade jungen Frauen, aber auch Männern einen enormen Spielraum gegeben.“



Straßenkunst im Kairoer Stadtteil Nasr City: Soziale Netzwerke wie Facebook und Twitter hatten einen wichtigen Einfluss auf den Verlauf der Revolution in Ägypten. Gleichzeitig veränderte diese die Art und Weise, wie Freunde im Internet miteinander kommunizierten. Foto: Kathrin Sharaf



Ein Spielraum allerdings, den viele Kairoer vor der ägyptischen Revolution vor allem für die Freundschaftspflege nutzten – weniger für politische Diskussionen. Zwar sei in Facebook-Gruppen über geplante Demonstrationen informiert worden, sagt Sharaf, aber in geringerem Ausmaß als heute. Bis etwa 2010 hätten die Menschen auch in sozialen Medien Angst gehabt, sich politisch zu äußern: „Das hat sich dann aber schlagartig geändert.“

In der Hochphase der Revolution Ende Januar 2011 blockierte die Regierung Mubarak sogar für einige Tage das Internet und die Mobilfunknetze, um oppositionelle Kräfte zu schwächen. „Das war ein großer Fehler des Regimes“, sagt Sharaf: „Da haben sich auch Leute empört, die vorher nicht politisch aktiv waren.“ Gerade weil soziale Medien für die Freundschaftspflege und Freizeitgestaltung so wichtig seien, habe die Internetsperre unmittelbar in den Alltag vieler unpolitischer Bürgerinnen und Bürger eingegriffen. „Viele Freunde konnten nicht mehr miteinander kommunizieren – weil sie keine Festnetznummern voneinander hatten.“

Facebook als interaktive Zeitung

Dass soziale Netzwerke – Facebook ebenso wie der weniger stark genutzte, aber vielen Aktivistinnen und Aktivisten als Informationsmedium dienende Kurznachrichtendienst Twitter – einen wichtigen Einfluss auf den Verlauf der Revolution hatten, ist für Sharaf offensichtlich. Aufgrund ihres Forschungsansatzes konnte sie jedoch vor allem einen Effekt in umgekehrter Richtung belegen: Die Revolution in Ägypten veränderte die Art und Weise, wie Freunde auf Facebook miteinander kommunizierten. Das ging teilweise so weit, dass Freundeskreise sich auflösten: „Sobald das Internet wieder da war, haben sie angefangen, sich zu streiten“, sagt Sharaf. Informationen, Links zu Zeitungsartikeln, Fotos, politische Comics seien geteilt worden. „Face-



Gut vernetzt: In Kairo erforschte Kathrin Sharaf, wer mit wem per Laptop oder Smartphone in Kontakt steht – indem sie sich selbst an Freundesnetzwerken im Internet beteiligte.

Fotos: Maria Vazquez/Jürgen Piewe (beide Fotolia)

book hat sich von einer Freundschaftserhaltungsplattform zu einem Informationsmedium gewandelt, wie eine interaktive Zeitung.“ Aber der Freundschaftsbezug sei immer präsent geblieben: „Es waren ja Kreise von Freunden, die sich austauschten.“

Gerade der private Charakter der Facebook-Nutzung habe nun zu sehr persönlichen Auseinandersetzungen geführt. Oft sei es dabei gar nicht um ausgearbeitete politische Positionen gegangen. So prallte vielleicht der Wunsch nach einem schnellen Ende der Unruhen auf ein Plädoyer für weitere politische Veränderungen. Obwohl sie selbst sich bemüht habe, als Beobachterin in ihren Facebook-Gruppen keine politische Position einzunehmen, sei sie von manchen „entfreundet“ worden, sagt Sharaf – weil sie bestimmte Artikel und Comics, die sie auf Profilen befreundeter Personen oder in Online-Ausgaben von Zeitungen gesehen hatte, auf ihrem eigenen Profil veröffentlichte.

Sich selbst an Kairoer Freundesnetzwerken im Internet zu beteiligen gehört zu Sharafs Forschungskonzept: „Ich war immer online, Facebook ist mein Forschungsgegenstand und Teil meiner Methode.“ Voraussetzung dafür sei der Aufbau einer Vertrauensbasis gewesen – außer-

halb des Internets. Kairo war der Ethnologin durch viele Besuche vertraut, ihr Vater ist Ägypter. 2011 lebte sie dort aber zu ersten Mal sieben Monate am Stück. Ihre Kontakte baute sie nach und nach vor Ort auf, „nach dem Schneeballsystem“, sagt sie. Die Suche nach Netznutzerinnen und -nutzern höheren Alters zum Beispiel sei zunächst nicht einfach gewesen, dann aber ins Rollen gekommen: „Die älteren Damen sind sehr gut vernetzt.“ Neben der teilnehmenden Beobachtung on- und offline, die sie in einem Forschungstagebuch dokumentierte, führte Sharaf Einzel- und Gruppeninterviews mit insgesamt 115 Personen. „Viele haben von sich aus angefangen, über die Bedeutung des Internets und Facebooks zu sprechen, wenn ich sie nach Freundschaften gefragt habe.“

Mischung aus Englisch und Arabisch

Neben Geschlechter- und Familiennormen prägt auch die Schichtzugehörigkeit die Freundschaften außerhalb und innerhalb des Internets: „Es gibt kaum eine Basis für enge Freundschaften über Schichten hinweg – auch nicht im Internet.“ Typisch für die Mittelschicht sei, dass sie für die Kommunikation im Internet eine Mischung aus Englisch und Arabisch verwende. Die Texte würden häufig auf einer englischen Tastatur mit Ziffern als Hilfsbuchstaben geschrieben. „Damit zeigt man, dass man über eine gute Bildung verfügt und zugleich in der ägyptischen Identität verwurzelt ist.“

Heute werde in den sozialen Netzwerken mehr über Politik gesprochen, so Sharaf, die freundschaftsbezogene Nutzung samt ihrer Normen stehe aber weiter im Vordergrund. Daneben hat Sharaf ein starkes Interesse am Kontakt mit Ausländerinnen und Ausländern beobachtet: „Das ist aktiver Wissenserwerb“, sagt sie, „und der läuft bei vielen jungen Ägypterinnen und Ägyptern eher über Gespräche und den Austausch im Netz als über das Lesen langer Texte.“



Kathrin Sharaf

hat Ethnologie, Psychologie und Biologische Anthropologie an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg studiert. 2010 legte sie ihr Magisterexamen ab – mit einer Arbeit über die Internetnutzung junger Erwachsener in Kairo/Ägypten. Seitdem forscht sie für ihre Dissertation mit dem Arbeitstitel „Mediated Friendship: Social Relations and the Internet in Cairo“. Betreuerin ist die Freiburger Ethnologin Prof. Dr. Judith Schlehe. Sharaf wurde vom Graduiertenkolleg „Freunde, Gönner, Getreue: Praxis und Semantik von Freundschaft und Patronage in historischer, anthropologischer und kulturvergleichender Perspektive“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert. Zurzeit arbeitet sie auch für die DFG-Forschergruppe „Historische Lebenswelten in populären Wissenskulturen der Gegenwart“.

Foto: Thomas Goebel

Zum Weiterlesen

Desai, A./Killick, E. (Hrsg.) (2010): The ways of friendship. Anthropological perspectives. New York.

Miller, D. (2012): Das wilde Netzwerk. Ein ethnologischer Blick auf Facebook. Berlin.

Peterson, M. A. (2011): Connected in Cairo. Growing up cosmopolitan in the modern Middle East. Bloomington.



Zellen am Start

Freiburger Biologen erforschen an Zebrafischen, mit welchem Mechanismus die Entwicklung von Embryonen beginnt

von Martin Jost

Aufgereiht wie an einer Perlenkette: Zebrafischeier sind mehr als einen halben Millimeter groß und unter dem Mikroskop gut sichtbar. Foto: Peter Mesenholl

Pluripotent“ steht für Alleskönner. So genannte pluripotente Stammzellen haben das Potenzial, sich in jede Art von Körperzelle weiterzuentwickeln. Die Hoffnungen, die sich an einen medizinischen Einsatz von Stammzellen knüpfen, sind gigantisch. Unter anderem wollen Ärztinnen und Ärzte mit ihrer Hilfe die Krebsentstehung besser verstehen, untergegangenes Gewebe – beispielsweise nach einem Infarkt am Herzmuskel – ersetzen oder Nervenfasern nach einer Wirbelsäulenverletzung reparieren. Bis 2006 konnten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Stammzellen jedoch nur aus Embryonen gewinnen, was insbesondere für die Forschung am Menschen enorme ethische Herausforderungen mit sich brachte.

Für die Entdeckung einer Technik, mit der sich spezialisierte Körperzellen in pluripotente Stammzellen zurückverwandeln lassen, erhielt der japanische Medizinprofessor Shin'ya Yamanaka 2012 den Nobelpreis für Medizin. Die Forschung an so genannten induzierten – also künstlich umprogrammierten – pluripotenten Stammzellen gilt als das am schnellsten wachsende Forschungsfeld in der Biologie. Bei der künstlichen Erzeugung pluripotenter Stammzellen nach Yamanaka brachten die Wissenschaftler einen Cocktail aus Genen, darunter den Transkriptionsfaktor Oct-4, mithilfe von Viren in die neu zu startende Zelle ein.

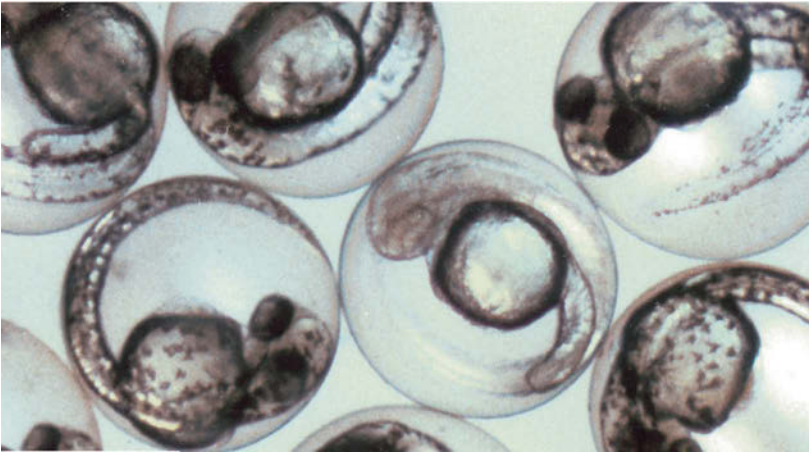
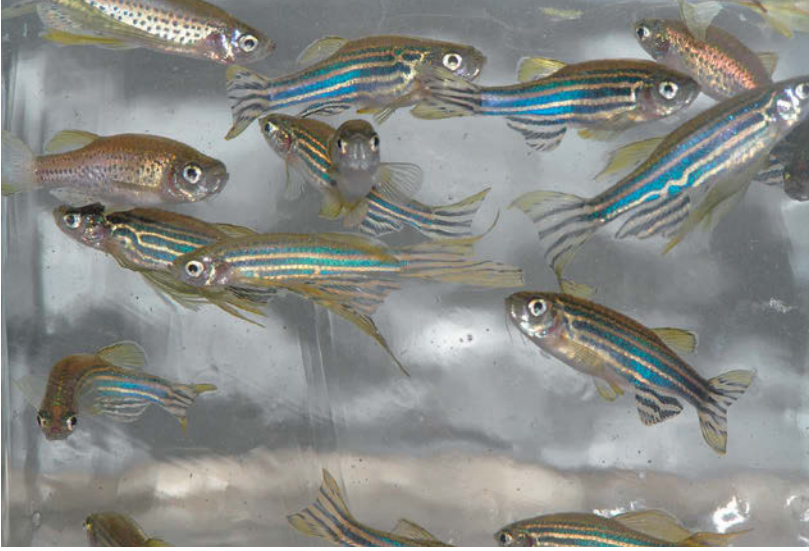
Abitur für die Zelle

Was dann bewirkt, dass die Spezialisierung der Zelle ausstrahlt wird, sodass diese sich in eine Stammzelle zurückverwandelt, ist noch nicht genau bekannt. Prof. Dr. Wolfgang Driever

und Dr. Daria Onichtchouk vom Exzellenzcluster BIOSS Centre for Biological Signalling Studies und der Abteilung Entwicklungsbiologie der Universität Freiburg haben mit ihrem Team einen weiteren Baustein dieses komplizierten Geschehens aufgedeckt – am Modellorganismus Zebrafisch. In einem Artikel in der Fachzeitschrift „Science“ zeigen die Forscherinnen und Forscher, dass Pou5f1, die Zebrafisch-Entsprechung des Gens Oct-4, nicht nur dazu dient, eine spezialisierte Zelle neu zu starten und in eine pluripotente Stammzelle zurückzusetzen. Pou5f1 schaltet auch in einem sehr frühen Entwicklungsstadium die eigenen Gene des Embryos an. Dieser Moment heißt „zygotischer Übergang“.

„In einem ganz kurzen Übergangszustand haben die Zellen die Möglichkeit, alles zu werden“

Die Zygote ist die erste Zelle eines neuen Lebewesens, die bei der Verschmelzung einer Eizelle mit einer Samenzelle entsteht. Die Entwicklung der Zygote bestimmen zunächst ausschließlich Gene, die ihr die Eizelle mitgegeben hat. Mit dem zygotischen Übergang werden die mütterlichen Gene von den eigenen abgelöst. Beim Menschen passiert das nach der ersten Zellteilung im Zwei-Zell-Stadium, bei Fischen erst bei Erreichen einer Größe von etwa 1.000 Zellen. Danach sind Zellen im Embryo für eine kurze Entwicklungsphase pluripotent.



Der Mechanismus funktioniert beim Zebrafisch sehr ähnlich wie beim Menschen und deutet damit auf ein altes evolutionäres Erbe hin. „Der Zebrafisch ist ein idealer Modellorganismus“, sagt Onichtchouk. Die Eier sind mehr als einen halben Millimeter groß und unter dem Mikroskop gut sichtbar. Um vielfältige molekularbiologische Daten zu erheben, lassen sich in vergleichsweise kurzer Zeit bis zu 10.000 Eier erzeugen, die sich synchron entwickeln. Säugtierzygoten dagegen vollziehen den Übergang ins Embryonalstadium nur, wenn sie sich in der Gebärmutter eingenistet haben. Aber dann sind sie nicht mehr zu beobachten.

„Es wird nicht alles ausgelöscht, sondern im Gegenteil alles angelegt“

„In einem ganz kurzen Übergangszustand haben die Zellen die Möglichkeit, alles zu werden“, sagt Driever. „Diesen Moment künstlich aufrechtzuerhalten ist wie der Versuch, eine Wippe genau in der Waage zu halten.“ Fast gleichzeitig mit dem Erreichen des pluripotenten Zustands werden die Zellen schrittweise auf den Weg der

Mithilfe von Zebrafischen können Forscher vielfältige molekularbiologische Daten erheben: In vergleichsweise kurzer Zeit lassen sich bis zu 10.000 Eier erzeugen, die sich synchron entwickeln. Fotos: Arbeitsgruppe Wolfgang Driever

Spezialisierung geschickt. Die Wippe kippt. Die Zellen unterteilen sich grob in so genannte ektodermale Zellen, die später Teil der äußeren Haut oder des Nervensystems werden, in mesodermale, die Blut oder Muskeln bilden, und in entodermale Zellen, die den Verdauungskanal auskleiden.

Aus künstlichen Stammzellen stabile Zellen machen

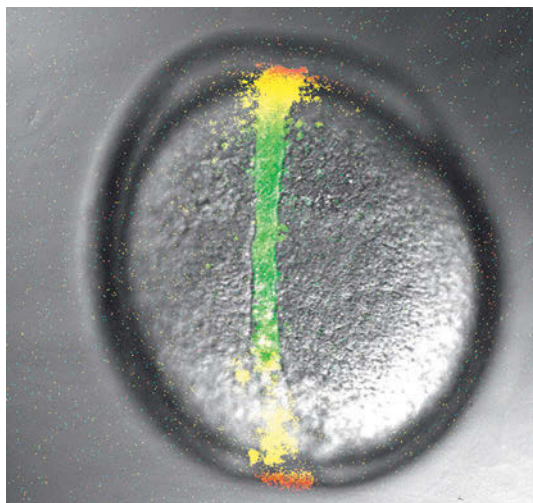
Demnach ist Pluripotenz nicht die völlige Bestimmungsleere und Ziellosigkeit der Zelle, sondern ein positives Potenzial. Zunächst das Potenzial, alles zu werden, und einen Augenblick später das Potenzial, einem der drei grundlegenden Zelltypen des Organismus zuzugehören. „Das Bild vom Transkriptionsfaktor Pou5f1 als Radiergummi stimmt nicht ganz“, sagt Driever. „Es wird nicht alles ausgelöscht, sondern im Gegenteil alles angelegt.“ Der zygotische Übergang ist so etwas wie das Abitur der Zelle. Einerseits befähigt das Reifezeugnis zum Besuch jeder Hochschule und zur Aufnahme jedes Studiengangs. Andererseits sorgen Profil- und Neigungsfächer für eine grobe Spezialisierung nach Talenten und Interessen. „Unsere Erkenntnis ist, dass die Pluripotenzsteuerung und die Aktivierung der eigenen Gene der Zygote untrennbar miteinander verbunden sind“, sagt Driever.

Als Beispiel für die Beteiligung von Pou5f1 an dem Regelnetzwerk, das Stammzellen in hoch spezialisierte zygotische Zellen verwandelt, haben sich die Biologinnen und Biologen mesodermale Zellen im Zebrafisch angesehen. Pou5f1 ist auch am Einschalten mehrerer Gene beteiligt, die die Mesodermentwicklung steuern. Weitere Signale bestimmen, welche Zellen welchen Entwicklungsweg gehen.

Driever sieht die Arbeit seiner Gruppe als Grundlagenforschung. Im Sonderforschungsbereich „Kontrolle der Zellmotilität bei Morphogenese, Tumordinvasion und Metastasierung“, der an der Universität Freiburg koordiniert wird, kommt es aber zum Austausch mit Humanbiologen und Onkologen. Pluripotenzforschung bietet die Chance, Impulse für die Krebsforschung zu setzen, denn beim Tumorwachstum und bei der Metastasenbildung spielen Krebsstammzellen eine wichtige Rolle. Für die Züchtung von Gewebersatz aus Stammzellen in der Regenerationsmedizin ist das Wissen um die Mechanismen hinter dem Übergang von der Stamm- zur Gewebezelle ebenfalls wichtig.

Was sind die nächsten Schritte? „Das Gleichgewicht von Pluripotenz und Entwicklung bleibt der rote Faden“, sagt Daria Onichtchouk. An dem Regelnetzwerk, das die Forscher im Zebrafisch entdeckt haben, lässt sich jetzt genau untersuchen, wie aus Stammzellen stabile spezialisierte Zellen entstehen. Erst wenn es möglich ist, auch aus künstlich erzeugten pluripotenten Stammzellen stabile Körperzellen zu machen, die keinen Krebs auslösen, können sie in der Medizin eingesetzt werden.

Stammzellen entwickeln sich zu ektodermalen Zellen, die später Teil der äußeren Haut oder des Nervensystems werden, zu mesodermalen Zellen, die Blut oder Muskeln bilden, oder zu entodermalen Zellen, die den Verdauungskanal auskleiden. Bei diesem Zebrafischembryo sind mesodermale Zellen farblich hervorgehoben.
Foto: Arbeitsgruppe Wolfgang Driever



Prof. Dr. Wolfgang Driever hat Biochemie in Tübingen und München studiert. Er wurde am Tübinger Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie promoviert. Nach einem Postdoc wurde er 1990 Assistant Professor für Genetik an der Harvard Medical School/USA. Seit 1996 ist er Professor für Entwicklungsbiologie an der Universität Freiburg. Von 2001 bis 2012 war Driever Koordinator des Sonderforschungsbereichs „Signalmechanismen in Embryogenese und Organogenese“. Zudem gründete er an der Universität Freiburg das Zentrum für Biosystemanalyse und war von 2010 bis 2012 dessen Direktor. Driever ist Mitglied im Exzellenzcluster BIOSS Centre for Biological Signalling Studies und forscht am Modellorganismus Zebrafisch über die Kontrolle des Zellverhaltens in der Frühentwicklung und über die Bildung neuronaler Netzwerke im Gehirn.
Foto: BIOSS



Dr. Daria Onichtchouk hat an der Universität Moskau/Russland studiert und wurde 1999 in Heidelberg promoviert. Von 1999 bis 2001 war sie Postdoc am Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie Göttingen. Anschließend arbeitete sie als Senior Scientist in der von Prof. Dr. Wolfgang Driever mitgegründeten DeveloGen AG. Seit 2006 ist sie am Freiburger Institut für Entwicklungsbiologie tätig. Onichtchouk leitet am Exzellenzcluster BIOSS Centre for Biological Signalling Studies der Universität Freiburg das Projekt „Epigenetics of Zebrafish Midblastula Transition“. Sie forscht schwerpunktmäßig an Zebrafischen über die Steuerungsmechanismen der frühesten embryonalen Entwicklung. Foto: privat

Zum Weiterlesen

Leichsenring, M./Maes, J./Mössner, R./Driever, W./Onichtchouk, D. (2013): Pou5f1 transcription factor controls zygotic gene activation in vertebrates. In: *Science* 341/6149, S. 1005–1009. doi: 10.1126/science.1242527

Tantin, D. (2013): Oct transcription factors in development and stem cells: insights and mechanisms. In: *Development* 140/14, S. 2857–2866.

Drahtlos statt ratlos

Leo Reindl lässt Maschinen ihre Umgebung mit Sensoren erfassen und steuern

von Anja Biehler

Klein und unabhängig: Miniaturkraftwerke ernten Sonnenenergie und erzeugen damit Strom für Sensoren, die Daten per Funk übermitteln. Foto: Thomas Wendt



„In einer Welt mit beschränkten Material- und Energieressourcen sowie Umweltbelastungen ist ein optimaler Prozess nur durch Regelung zu erzielen“

Mit der Mess- und Regeltechnik ist es wie mit dem Fahrradfahren: Wenn Sehen und Lenken aufeinander abgestimmt sind, funktioniert der Prozess“, sagt Prof. Dr. Leo Reindl, Inhaber des Lehrstuhls für Elektrische Mess- und Prüfverfahren am Institut für Mikrosystemtechnik der Universität Freiburg. „Je besser dabei der Sensor – das Sehen – und der Aktor – das Lenken – zusammenpassen, umso effizienter arbeitet das System.“

Die Regelung, das heißt die Abstimmung zwischen Sensor und Aktor, bietet Entwicklerinnen und Entwicklern ein riesiges Potenzial, um den Alltag zu erleichtern, die Umwelt zu schonen, Energie zu sparen und Arbeitsabläufe sicherer zu machen. „In einer Welt mit beschränkten Material- und Energieressourcen sowie Umweltbelastungen ist ein optimaler Prozess nur durch Regelung zu erzielen. Für diese Regler benötigen wir Sensoren und Rechner, die in den Prozess eingebettet sind.“ Das Autofahren beispielsweise wurde durch etwa 100 in das Fahrzeug integrierte Regler für Airbag, Abstands- und Spurhaltesysteme, Tote-Winkel-Warner und Bremsassistenten deutlich sicherer. Dem ADAC zufolge sinkt die Zahl der Unfalltoten seit 1970 kontinuierlich, obwohl die Verkehrsdichte steigt.

Doch das Forschungsfeld von Reindl ist komplexer: Er untersucht, wie Prozesse auch dann optimal gesteuert werden können, wenn Sensor und Aktor nicht mit einem Kabel verbunden, also drahtlos sind. Normalerweise sorgt das Kabel für

den Informationsfluss zwischen Sensor und Aktor und gleichzeitig für die Energie, die der Aktor zur Steuerung benötigt. Häufig aber ist es entweder zu teuer oder einfach nicht möglich, beide Elemente zu verkabeln, weil sie bewegt werden oder zu weit voneinander entfernt sind. Das gilt beispielsweise für die Ermittlung der aktuellen Position eines Roboters in einem Gebäude, für Informationen über den Zustand von Präzisionswerkstücken, die auf einem Fließband transportiert werden, für die Messung der Temperatur einer Hochspannungsleitung, des Drucks in einem Autoreifen oder auch für Messungen in Lebewesen. Problematisch wird das Verkabeln zudem, wenn der Zustand von Brücken oder Gebäuden überwacht oder Bodenwerte für die Landwirtschaft erhoben werden sollen. In diesen Fällen kommen Sensoren zum Einsatz, die Daten per Funk übermitteln. Diese stellen neue Herausforderungen an das System, insbesondere, was die Versorgung mit Energie betrifft.

Energie aus der Umgebung ernten

Fehlt das Kabel, fehlt der Strom. Dann lösen entweder Batterien das Problem, oder die Systeme ernten die Energie mit Miniaturkraftwerken direkt aus der Umgebung. Gut geeignet sind Lichtenergie, thermische Energie, Vibrationsenergie sowie die überall auf der Erde vorkommende elektromagnetische Strahlung. Um autarke Systeme zu entwickeln, erforschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an Reindls Lehrstuhl Solarzellen, die auch im



*Module einzeln überwachen: Die Aufwecktechnik der SmartExergy WMS, einer Ausgründung der Universität Freiburg, erhöht den Ertrag und die Sicherheit von Fotovoltaikanlagen.
Foto: Michel Angelo/Fotolia*

Schwachlichtbereich, etwa im Wald oder in Innenräumen, genügend Strom für die Sensoren erzeugen. Darüber hinaus entwickeln sie Miniaturgeneratoren, die Energie aus der Temperaturschwankung zwischen Tag und Nacht gewinnen. Allerdings sind diese Mengen gering und schwanken stark. Die Verfahren sind daher sehr aufwendig.

Batterien dagegen haben den Nachteil, dass sie nur einen begrenzten Energievorrat besitzen und regelmäßig ausgewechselt werden müssen. Je weniger Energie Funkprozesse benötigen, desto länger ist folglich die Lebensdauer von Batterien. Reindl hat eine Schlaf- und Aufwecktechnik für drahtlose Sensornetzwerke entwickelt, die den Funkenergieverbrauch im Vergleich zu Standardsystemen um das 10.000-fache verringert: Dieser liegt bei nur noch 10 Mikrowatt – ein mit einer haushaltsüblichen Standard-Knopfzellenbatterie ausgestatteter Empfänger erreicht damit eine Lebensdauer von etwa sieben Jahren.

Babyfon für Fotovoltaikanlagen

Die Aufweckstrategie ist die technologische Grundlage der Start-up-Firma SmartExergy WMS, die Dr. Tolgay Ungan, ein ehemaliger Doktorand von Reindl, und der Betriebswirt Patrick Steindl mit der Unterstützung des Gründerbüros der Universität Freiburg und eines EXIST-Gründerstipendiums aufgebaut haben. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie fördert im Rahmen des EXIST-Programms die Ausgründung von innovativen technologieorientierten Hochschulprojekten mit guten wirtschaftlichen Erfolgsaussichten. Die SmartExergy WMS liefert Überwachungstechnologien, die den Betrieb von Fotovoltaikanlagen effizienter, sicherer und wartungsfreundlicher machen. Die Ausgründung der Universität wurde mehrfach

preisgekrönt: Nach dem Freiburger Innovationspreis und einer Auszeichnung beim Gründungswettbewerb „start2grow“ im Jahr 2012 folgten 2013 ein Preis beim „CyberOne Hightech-Award“ und jüngst der Umwelttechnikpreis Baden-Württemberg in der Kategorie Mess-, Steuer- und Regeltechnik.

„Überall, wo die Sicherheit von Bauwerken infrage gestellt ist, aber gewährleistet werden muss, können Funksensoren über den aktuellen Zustand informieren“

Standard-Überwachungssysteme funktionieren nach dem Vergleichsprinzip: Das System misst die Leistungen der Strings, die aus bis zu 20 Solarmodulen bestehen, und vergleicht die Ist- mit der Soll-Leistung. Erst wenn größere Abweichungen auftreten, suchen und analysieren die Betreiberinnen und Betreiber die Fehler vor Ort bei der Anlage. Die Aufwecktechnik der SmartExergy WMS dagegen funktioniert wie ein Babyfon: Jedes einzelne Fotovoltaikmodul ist mit einem drahtlosen Sensor ausgestattet, der es überwacht. Fällt die Leistung eines einzelnen Moduls ab, schlägt das System Alarm und beseitigt den Fehler sofort. Schon der Zeitvorsprung durch die genaue Lokalisierung und Analyse der Fehlerursache macht Fotovoltaikanlagen deutlich effizienter, da selbst kleine Einflüsse wie beispielweise Schmutz auf den Modulen den Ertrag stark schmälern können.

Darüber hinaus löst die Technologie der SmartExergy WMS die bei Fotovoltaikanlagen häufig vorkommende Stringproblematik, bei der ein einzelnes defektes oder verschattetes Modul



An der Neckartalbrücke in Weitingen, Landkreis Freudenstadt, forscht Leo Reindl an einem Netzwerk autarker Funksensorknoten, die den Zustand der Brücke überwachen. Ein Masterknoten sendet die Daten an einen Server, der sie auswertet und veranschaulicht. Foto: Karl Gotsch

die ganze Reihe schwächt. Die Technologie erkennt dieses einzelne Modul automatisch und schaltet es ab. So können alle anderen optimal weiterarbeiten. Das gezielte Abschalten defekter Module vereinfacht außerdem Wartungsarbeiten und erhöht die Sicherheit der Anlage bei Lichtbögen und im Brandfall: Die gesamte Anlage lässt sich zentral abschalten, die Technologie schließt jedes Modul kurz und entlädt somit die auch bei ausgeschalteter Anlage noch in den Modulen verbleibende Spannung. Feuerwehrleute können den Brand löschen und sicher sein, dass kein Strom mehr fließt.

Funk rettet Leben

Die drahtlose Kommunikation und Steuerung hat ein hohes Anwendungs- und Ausgründungspotenzial – nicht nur, weil sie Systeme effizienter und sicherer macht, sondern auch, weil sie zeigen kann, wo sich etwas aktuell befindet. Für die Lokalisation von Objekten entwickelt Reindl Funksysteme, die den Material- und Warenfluss in der industriellen Produktion optimal steuern. Außerdem kann diese Technik Leben retten. So hat Reindl in Zusammenarbeit mit der Universität Erlangen ein System entwickelt, das den genauen Ort eines Handys lokalisieren kann – etwa nach einem Erdbeben. Da mehr als 70 Prozent aller Verschütteten ein Handy bei sich tragen, können die Rettungskräfte so gezielt nach Opfern suchen. Die Ortung stört jedoch den normalen Betrieb eines Handynetzes und darf deshalb nur im Katastrophenfall eingesetzt werden.

Reindl führt diese Forschung weiter, um Katastrophen zu verhindern, die in veralteten Bauwerken lauern. An vielen Orten in Deutschland ist die Infrastruktur abgenutzt, aber dem Staat fehlt das Geld, um sie zu erneuern. Muss die Brücke für den Verkehr gesperrt werden? Hält der Staudamm dem Druck noch stand? „Überall, wo die Sicherheit von Bauwerken infrage gestellt

ist, aber gewährleistet werden muss, können Funksensoren über den aktuellen Zustand informieren. Damit können wir Aussagen darüber treffen, ob das Bauwerk weiterhin genutzt werden kann oder nicht“, sagt Reindl, der in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Straßenwesen an Sensoren für das Brückenmonitoring forscht. Die Sensoren können verschiedene Werte messen: kleinste Bewegungen mittels GPS, Mikrorisse, Temperatur oder Feuchtigkeit – je nachdem, welcher Wert Aussagen über die Tauglichkeit des Bauwerks ermöglicht. Die Sensoren melden, wenn die Gefahr zu groß wird, und sorgen so für eine möglichst lange Nutzungsdauer der Bauten. Mit den Messwerten der Funksensoren wissen die Entscheiderinnen und Entscheider, was sie verantworten können, und sind dank der drahtlosen Technik nicht länger ratlos.

Zum Weiterlesen

Reindl, L.: Funkauslesbare Sensoren.

In: Tränkler, H.-R./Reindl, L. (Hrsg.): Sensortechnik. Handbuch für Praxis und Wissenschaft. Berlin (im Druck).

Freunek, M./Müller, M./Ungan, T./Walker, W./Reindl, L. (2009): New physical model for thermoelectric generators. In: Journal of Electronic Materials 38/7, S. 1214–1220.

Hamp, Q./Reindl, L./Kleiner, A. (2011): Lessons learned from German research for USAR. In: 2011 IEEE International Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR 2011), S. 26–31.



Prof. Dr. Leo Reindl

hat an der Technischen Universität (TU) München Technische Physik studiert und anschließend bei der Siemens AG das Forschungsgebiet Funksensorik aufgebaut. Parallel dazu wurde er an der TU Wien/Österreich promoviert. 1999 nahm er einen Ruf an die TU Clausthal an. Seit 2003 ist er Lehrstuhlinhaber am Institut für Mikrosystemtechnik der Universität Freiburg, wo er sich für eine fächerübergreifende Forschung mit industrienahen Anwendungen einsetzt. Schwerpunkte sind die Energiewandlung in Mikrogeneratoren, energiesparende Funksensornetze, Sensornetze zur Überwachung kritischer Infrastruktur, die Lokalisation von Robotern sowie die Ortung von Verschütteten. Er war an der Entwicklung von 35 Patenten beteiligt und ist Autor oder Koautor von mehr als 150 wissenschaftlichen Veröffentlichungen.
Foto: privat



Das Zwerchfell tanzt mit

Erstmals zeigen Filme, was beim Blasinstrumentenspiel im Inneren des Körpers passiert

von Nicolas Scherger

Verstehen, anwenden, verbessern: Die didaktisch aufbereiteten Videoclips eignen sich für den Einsatz im Instrumental- und Musikunterricht. Bruno Schneider, Hornprofessor an der Hochschule für Musik Freiburg, hat den Anstoß zu dem Projekt gegeben.

Foto: Patrick Seeger

Einatmen. Die Stimmlippen im Kehlkopf des Hornisten sind weit geöffnet. Sie lassen Luft in den Körper. Das Zwerchfell im Brustkorb, zuvor gewölbt wie zwei umgestülpte Schüsseln, wird flacher. Es senkt sich, drückt Leber, Magen und die anderen Bauchorgane nach unten. Der Brustkorb weitet sich, Luft strömt in die Lunge. Die Zunge bewegt sich nach oben, schnell plötzlich nach vorne. Die Stimmlippen schließen sich fast, nur ein Spalt bleibt offen. Ausatmen. Am Mundstück schlägt die Oberlippe rasant gegen die Unterlippe. Der erste Ton erklingt. Bauch- und Rumpfmuskeln ziehen sich zusammen, langsam hebt sich das Zwerchfell wieder, lässt die Luft gleichmäßig aus der Lunge entweichen. Wenn der Hornist die nächsten Töne anstößt, unterbricht die Zunge den Strom, indem sie erneut von hinten gegen die Schneidezähne schlägt. Bis die Luft nicht mehr ausreicht. Einatmen – und wieder von vorn.

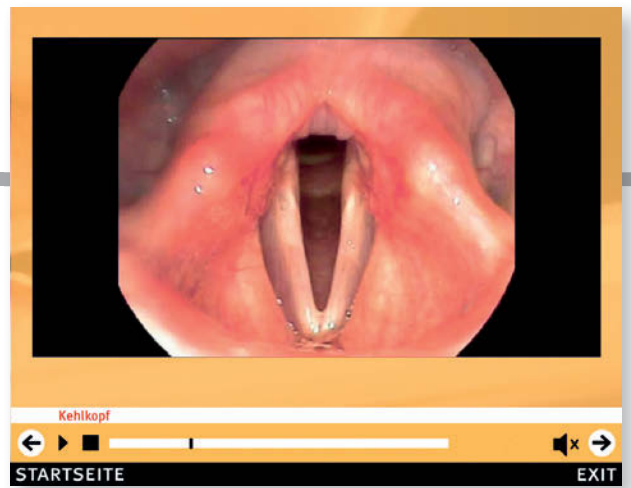
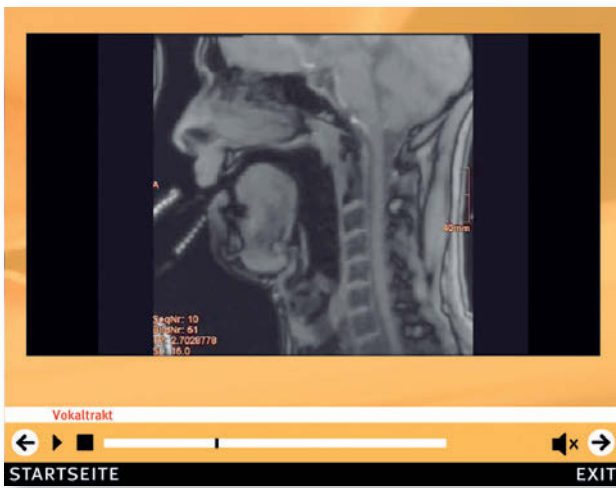
Wenn Pianisten, Streicher oder Schlagzeuger Bewegungsabläufe verbessern möchten, beobachten sie beim Üben die Bewegungen ihrer Hände und Finger oder schauen in den Spiegel. Bei Bläserinnen und Bläsern dagegen laufen die entscheidenden Vorgänge im Körperinneren ab: in Mundhöhle und Rachen, in Kehlkopf und Brustraum. Was dabei genau passiert, ist nun erstmals in Filmen zu sehen – dank der Forschung von Prof. Dr. Claudia Spahn und Prof. Dr. Bernhard Richter, die zusammen das Freiburger Institut für Musikermedizin (FIM), eine gemeinsame Einrichtung der Albert-Ludwigs-Universität und der Musikhochschule Freiburg, leiten. Ihre Ergebnisse haben sie in einer Arbeitsgruppe mit dem Oberarzt Prof. Dr. Matthias Echternach vom FIM, dem Medizinstudenten und professionellen Hornisten Matthias Pöppe sowie weiteren Partnerinnen und Partnern in mehr als 130 Videoclips auf einer DVD didaktisch aufbereitet. „Ziel

ist es, der Methodik des Blasinstrumentenspiels einen neuen Impuls zu geben“, sagt Spahn. Der Veröffentlichung ging eine jahrelange Arbeit voraus, bei der die Forscherinnen und Forscher zusammen mit professionellen Musikerinnen und Musikern methodisch neue Wege beschritten.

Mit Kunststoffmundstück und Gartenschlauch

Der Hornist legt sich auf den Rücken und setzt einen Kopfhörer auf, an dem ein Mikrofon befestigt ist. Bernhard Richter reicht ihm einen Gartenschlauch. Am einen Ende ist ein Kunststoffmundstück aufgesetzt, am anderen ein Papptrichter – das Instrument, mit dem der Musiker spielen soll, muss metallfrei sein: Die Liege fährt ihn langsam in eine Röhre, den Kernspintomografen. Das Gerät regt mithilfe starker Magneten wasserhaltiges Gewebe im Körper an und erzeugt auf dieser Grundlage bis zu acht Bilder in der Sekunde, die das Innere des Menschen zeigen. Hierzu schließt sich zunächst eine kleinere Magnetspule um den Kopf, später eine größere um den Torso. Aus der Röhre erklingen einzelne Töne, Tonleitern, schließlich ein Hornkonzert von Wolfgang Amadeus Mozart. Wieder draußen, führt Richter dem Musiker ein Endoskop durch die Nase in den Rachen ein, um den Kehlkopf während des Spiels zu filmen. Allerdings sind die Bewegungen der Stimmlippen für das menschliche Auge zu schnell. Deshalb nutzt der Mediziner die Hochgeschwindigkeitsfotografie, die bis zu 4.000 Bilder in der Sekunde erzeugt, und die Stroboskopie, die den Kehlkopf in regelmäßigen Abständen anblitzt. Da das Intervall der Blitze langsamer ist als die Schwingung der Stimmlippen, entsteht ein Zeitlupeneffekt. Schließlich kommen beide Verfahren nochmals zum Einsatz, als die Forscher die Lippen durch ein aufgesägtes Mundstück von außen filmen.

„Ziel ist es, der Methodik des Blasinstrumentenspiels einen neuen Impuls zu geben“



Mundhöhle und Rachen, Kehlkopf, Brustraum (von links): Videoclips zeigen die jeweiligen Vorgänge an den entscheidenden Stellen im Körper, wenn Blasinstrumentalisten grundlegende Techniken zur Klanggebung und Artikulation einsetzen. Quelle: Helbling Verlag

„Diese Untersuchungsbedingungen sind zwar etwas künstlich, aber realistisch genug, um Rückschlüsse auf die normale Spielpraxis zu ziehen“, sagt Richter. Die entscheidenden Partien werden damit abgebildet: Der Kehlkopf am oberen Ende der Luftröhre lässt die Atemluft zur Lunge durch, die Stimmlippen wirken an der Klangbildung mit. Der Vokaltrakt, der Raum zwischen Lippen und Kehlkopf, beeinflusst Luftdruck und Luftgeschwindigkeit, gesteuert vor allem über Form und Position der Zunge. Das Atemsystem im Brustkorb liefert die Luft und damit die Energie. Bei Blechblasinstrumenten sind zudem die Lippen wichtig, weil sie den Ton erzeugen. All das zeigen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nicht nur am Horn, sondern auch an der Trompete, Klarinette, Oboe, Block- und Querflöte. „Wir haben die Musiker angewiesen, die grundlegenden Techniken zur Klanggebung und Artikulation nacheinander einzusetzen“, berichtet Spahn. Sie spielten beispielsweise kurze und lange, hohe und tiefe, leise und laute, angestoßene und zusammengebundene Töne. Die Aufnahmen ermöglichen Filme, die verdeutlichen, was jeweils im Vokaltrakt, im Kehlkopf und im Atmungssystem passiert. So entstanden zu jedem Instrument etwa 20 Videoclips aus dem Körperinneren.

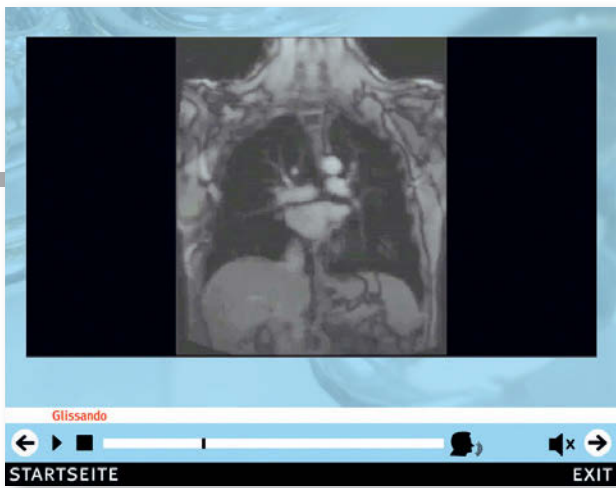
Die mit dem Kernspintomografen erzeugten Filme zeigen einen zweidimensionalen Schnitt, durch den Kopf in der Regel seitlich, durch den Oberkörper frontal. Die Weichteile im Körper sind in Graustufen dargestellt. Die mit dem Endoskop entstandenen Aufnahmen sind farbig und wirken räumlich. „Vieles, was die Filme zeigen, ist auf andere Instrumente übertragbar“, sagt Richter. Die Technik der Doppelzunge etwa funktioniert stets gleich – Blasmusiker können Töne in schnellerer Folge anstoßen, wenn die Zunge abwechselnd nach vorne gegen die Zähne und nach oben gegen den Gaumen schlägt. Doch es gibt auch Unterschiede. Bei der Trompete etwa gilt: Werden die Töne höher, richtet sich die Zunge steil auf, sodass der Raum zwischen ihr und dem Gaumen schmaler, der Rachenraum dagegen breiter wird. Der Luftstrom wird schneller, der Druck höher. Bei der Klarinette dagegen erfordern die tiefen Töne diese Technik. Die Oboe als Hochdruckinstrument wiederum zeigt die Besonderheit, dass Musiker am Ende einer musikalischen Phrase oft überschüssige Luft ausatmen müssen, bevor sie wieder frische einatmen. Und bei der Blockflöte lässt sich die Klangfarbe aufhellen oder verdunkeln, indem der Vokaltrakt sich wie beim Sprechen eines A, E, I, O oder U formt.

Steile Zunge, hoher Ton

Diese Erkenntnisse sind für Musiker und Wissenschaftler nicht vollständig neu. Es gab schon vor Jahren einzelne Versuche, mit Röntgentechnik die Spielvorgänge bei Bläsern darzustellen. Die Qualität der jetzt vorgelegten Filme geht jedoch dank der modernen Verfahren weit über die der früheren Aufnahmen hinaus. Ein großes Potenzial liegt vor allem in der Anwendung im Unterricht. Neben Clips zu den sechs Instrumenten gibt es Filme, in denen die Forscher mit farbigen Computeranimationen anatomische Grundlagen vermitteln – etwa aus welchen Teilen sich



Blechblasinstrument ohne Blech: Mithilfe eigens gebauter Instrumente wie diesem metallfreien Horn entstehen im Kernspintomografen Aufnahmen von Bläsern beim Spielen. Foto: FIM



der Kehlkopf zusammensetzt und wo sich das Zwerchfell befindet. Zudem erklären sie die Verfahren, mit denen sie die Aufnahmen des Körperinneren erzeugten. Bei aller Didaktik gehe es aber nicht um richtige oder falsche Spielweisen, erklärt Spahn: „Es gibt verschiedene Schulen und Techniken, und jeder Mensch hat andere körperliche Voraussetzungen. Wir zeigen aber am Beispiel exzellenter Solistinnen und Solisten, wie es gehen kann.“ Auffallend bei den Profis seien die Präzision und Ökonomie im Zusammenspiel von Atmung, Kehlkopf und Vokaltrakt. Unnötige Bewegungen zeigen sie kaum: „Je besser die Musiker sind, desto weniger machen sie.“

**„Je besser die Musiker sind,
desto weniger machen sie“**

Kleine Überraschungen gab es auch – zum Beispiel, wie sehr die Zunge ihre Form verändern kann. Das wird besonders deutlich, wenn ein Musiker auf der Klarinette von den höchsten zu den tiefsten Tönen gleitet: Die Zunge kann sich zu einem kleinen kompakten Körper zusammenziehen und sich so ausdehnen, dass sie fast die gesamte Mundhöhle ausfüllt. Wie sehr die Stimmlippen an einem Vibrato mitwirken, das Blasmusiker vor allem über Bewegungen des Zwerchfells erzeugen, war bislang ebenfalls nicht bekannt. Solche Bilder, sagt Spahn, seien faszinierend und schön: „Es ist beeindruckend, wie gut diese komplexen Abläufe funktionieren, und es gibt zur Musik wunderschöne Entsprechungen in unserem Körper – zum Beispiel, wenn das Zwerchfell im Takt mittanz.“



Prof. Dr. Claudia Spahn leitet das Freiburger Institut für Musikermedizin (FIM) seit dessen Gründung 2005 gemeinsam mit Prof. Dr. Bernhard Richter. Sie studierte Medizin an den Universitäten Freiburg, Paris/Frankreich und Chur/Schweiz sowie Blockflöte und Klavier an der Hochschule für Musik Freiburg. Nach der Promotion in Medizin und der Ausbildung zur Fachärztin für Psychotherapeutische Medizin wurde sie 2004 in Freiburg habilitiert. Im FIM behandelt sie vor allem Instrumentalistinnen und Instrumentalisten mit körperlichen und psychischen Beschwerden. Ihre Forschungs- und Lehrschwerpunkte sind die Prävention für Musikerinnen und Musiker, die Optimierung des Lampenfiebers bei Sängerinnen und Sängern sowie Instrumentalisten, die Evaluation von Körpermethoden sowie die Bewegungsanalyse beim Instrumentalspiel. Fotos: FIM



Prof. Dr. Bernhard Richter leitet das Freiburger Institut für Musikermedizin (FIM) seit dessen Gründung 2005 gemeinsam mit Prof. Dr. Claudia Spahn. Er studierte Medizin an den Universitäten Freiburg, Basel/Schweiz und Dublin/Irland sowie Gesang an der Hochschule für Musik Freiburg. Nach der Promotion in Medizin und Ausbildungen zum Hals-Nasen-Ohren- und zum Stimmarzt wurde er 2002 in Freiburg habilitiert. Im FIM betreut er vor allem Sängerinnen und Sänger sowie Stimmpatientinnen und -patienten. Seine Forschungs- und Lehrschwerpunkte sind die Opernbühne als Arbeitsplatz, die Methoden der Hochgeschwindigkeitsglottografie und der Dynamischen Kernspintomografie zur Untersuchung der Stimmphysiologie, die Stimmentwicklung von Sängern in der Lebenszeitperspektive sowie der Gehörschutz bei Orchester-musikerinnen und -musikern.

Zum Weiterlesen

Spahn, C./Richter, B./Pöppe, J./Echternach, M. (2013): Das Blasinstrumentenspiel: Physiologische Vorgänge und Einblicke ins Körperinnere. Esslingen.

Spahn, C./Richter, B./Altenmüller, E. (2011): MusikerMedizin. Diagnostik, Prävention und Behandlung musikerspezifischer Erkrankungen. Stuttgart.

Mehr zu der Technologie, die Prof. Dr. Claudia Spahn und Prof. Dr. Bernhard Richter einsetzen, gibt es auf unserem Forschungsportal www.surprising-science.de. Zudem zeigen Videoclips Beispiele aus der DVD „Das Blasinstrumentenspiel“. www.pr.uni-freiburg.de/go/musikerimscanner





Behandeln mit Birken

Die Pharmazeutin Irmgard Merfort untersucht, wie ein Naturstoff die Wundheilung beschleunigt

von Katrin Albaum



„Eine Entzündung ist nichts anderes als eine Abwehrreaktion des Körpers und wichtig, damit die Wunde heilen kann“

Medikamente, die im Wald wachsen:
Birken gelten seit Jahrhunderten
als traditionelle Arzneipflanzen.
Foto: jordano/Fotolia

Die Haut ist das erste Abwehrsystem des menschlichen Körpers und seine oberste Schutzbarriere. Als lückenlose Schicht hindert sie Bakterien und andere Krankheitserreger daran, in tiefere Ebenen einzudringen und Schaden anzurichten. Sobald die Haut verletzt ist, startet der Körper ein Reparaturprogramm mit perfekt aufeinander abgestimmten Schritten. Manchmal dauert dieser Prozess lange, oder die Wunde heilt gar nicht und wird chronisch. Aus Birken gewonnene Naturstoffe gelten seit Jahrhunderten als traditionelle Heilmittel, mit denen Wunden schneller schließen. Schon die mittelalterliche Gelehrte und Äbtissin Hildegard von Bingen empfahl, Wunden, Pusteln sowie weitere Beschwerden mit Birkenrinde und anderen Teilen des Baumes zu behandeln. Ob diese Vorgehensweise wirklich sinnvoll ist, haben Prof. Dr. Irmgard Merfort vom Institut für Pharmazeutische Wissenschaften der Albert-Ludwigs-Universität und ihr Arbeitskreis getestet. „Unser Anliegen war es, die jahrhundertealte Tradition auf eine wissenschaftliche Basis zu stellen“, sagt

Merfort. Das Team hat zusammen mit mehreren Kooperationspartnerinnen und -partnern erforscht, wie ein Extrakt aus Birkenrinde und die darin enthaltenen Bestandteile in den verschiedenen Phasen der Wundheilung auf molekularer Ebene wirken.

Bei Patientinnen und Patienten, die Verbrennungen zweiten Grades erlitten hatten, beschleunigte eine Creme mit Birkenkork-Extrakt den Heilungsprozess. Außerdem behandelten Ärztinnen und Ärzte in einer klinischen Studie zwei verletzte, direkt nebeneinanderliegende Hautstellen unterschiedlich: Auch dort zeigte sich der schnelle therapeutische Effekt des Naturstoffgemischs aus der Birke. Gewonnen wird der eingesetzte Extrakt aus der äußeren, weißen Schicht der Baumrinde, einem Abfallprodukt der Holzindustrie. Seine Wirkung beruht unter anderem auf den chemischen Stoffen Betulin, Lupeol, Betulinsäure, Erythrodiol und Oleanolsäure. „Die Hauptkomponente ist Betulin mit 87 Prozent. Die anderen Bestandteile haben einen geringeren



Von der Rinde zum Pulver: Birkenkork-Extrakt wird aus der äußeren, weißen Schicht des Baumes hergestellt. Fotos: Armin Scheffler

„Das war eine spannende und interessante Arbeit, mit der wir die traditionellen pflanzlichen Arzneimittel stärken konnten“

Anteil. Nur etwa drei Prozent des Extrakts sind uns nicht bekannt“, erläutert Merfort. In ihren Versuchen haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler stets den Effekt des gesamten Birkenkork-Extrakts und die Wirkungen der isolierten Reinstoffe gegenübergestellt.

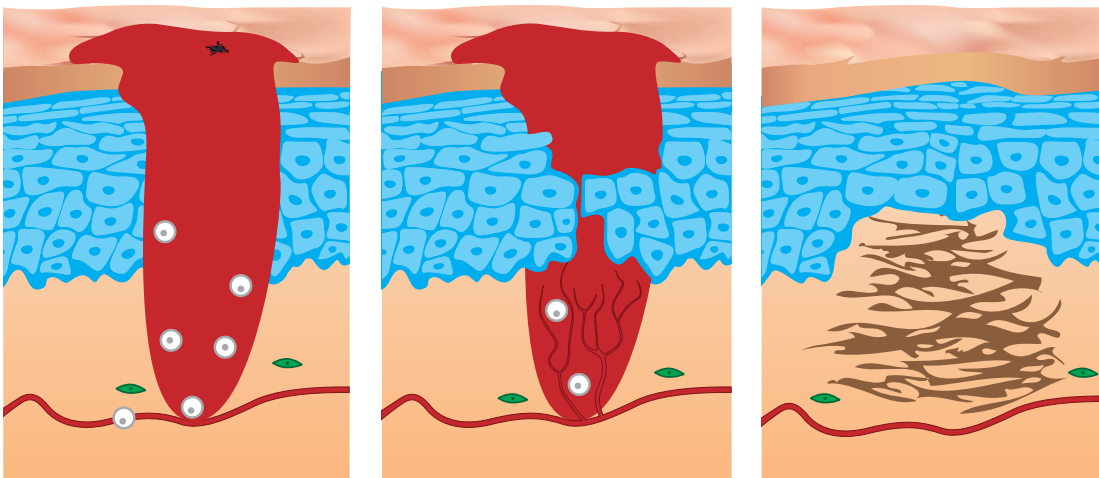
Detektivarbeit auf molekularer Ebene

Merfort und ihr Team stellten fest, dass der Naturstoff bereits in der ersten Phase der Wundheilung wirkt. Wenn die Hautzellen verletzt sind, schütten sie bestimmte Mediatoren aus. Das sind Stoffe, die zu einer vorübergehenden Entzündung führen. „Das ist nichts Schlechtes. Eine Entzündung ist nichts anderes als eine Abwehrreaktion des Körpers und wichtig, damit die Wunde heilen kann“, erklärt Merfort. Zu den Mediatoren gehören Botenstoffe wie Chemokine: Sie locken Fresszellen an, die eingedrungene Bakterien sowie totes Gewebe beseitigen. Die Freiburger Pharmazeutinnen und Pharmazeuten wiesen mit verschiedenen Tests nach, dass der Birkenkork-Extrakt die Anzahl der Mediatoren erhöht. Vor allem Betulin, der Hauptbestandteil, war für die Reaktion verantwortlich. Die Wissenschaftler untersuchten dies an menschlichen Keratinozyten, dem in der oberen Hautschicht hauptsächlich vertretenen Zelltyp. Dermatologinnen und Dermatologen der Universität Hamburg testeten den Naturstoff zusätzlich an einem

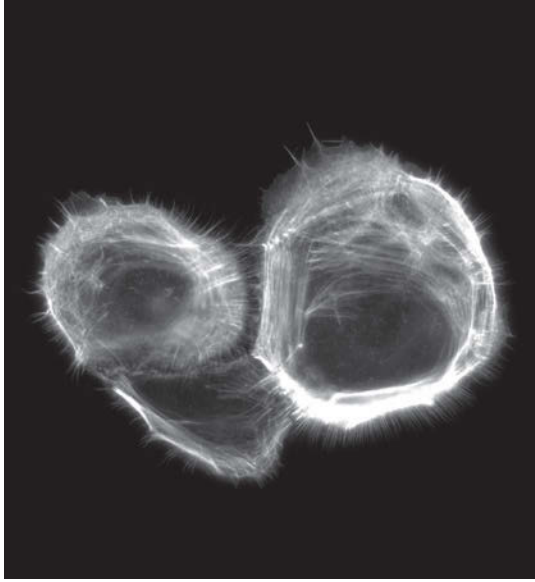
Schweineohr, da die Haut der Tiere der menschlichen physiologisch sehr ähnelt, und bestätigten die Ergebnisse.

Nachdem die Pharmazeuten belegt hatten, dass der Birkenkork-Extrakt die Zahl der Entzündungsmediatoren vorübergehend erhöht, wollten sie herausfinden, was auf molekularer Ebene passiert. Sie gingen wie Detektive auf Spurensuche vor. Da die Anzahl der vorhandenen Botenstoffe direkt mit der Lebensdauer der Boten-Ribonukleinsäure (mRNA) zusammenhängt, untersuchten sie, ob das Mittel aus der Birke die Halbwertszeit von mRNA verlängert. Denn damit der Bauplan für ein Protein vom Erbgut abgelesen werden kann, wird ein Gen zunächst in einen mRNA-Strang übersetzt. Je mehr mRNA zu einem Gen vorhanden ist und je länger diese stabil ist, desto mehr von dem Protein kann hergestellt werden. Es zeigte sich, dass sich zum Beispiel die Halbwertszeit der mRNA des Botenstoffs COX-2 verdreifacht, wenn die Wissenschaftler den Birkenextrakt zu den Zellen hinzugeben. Betulin ist wieder für einen Großteil dieser Reaktion ausschlaggebend.

Schließlich fanden die Pharmazeuten den molekularen Strippenzieher: das Enzym p38 MAPK. Der Birkenstoff aktiviert p38 MAPK, und das Enzym sorgt für die verlängerte Stabilität der mRNA. Um sich endgültig sicher zu sein, gaben die For-



Wundheilung Schritt für Schritt: Die menschliche Haut besteht vorrangig aus den Zelltypen Keratinozyten (blau) und Fibroblasten (grün). In der ersten Phase schütten die verletzten Zellen Entzündungsmediatoren aus, mit denen sie Fresszellen (weiß) wie Granulozyten, Phagozyten und Makrophagen anlocken, die eingedrungene Bakterien (grau) sowie totes Gewebe entfernen. In der zweiten Phase schütten Makrophagen Wachstumsfaktoren aus, wodurch die Hautzellen sich vermehren, in die Wunde einwandern und diese verschließen. Wenn die dritte Phase, die Remodellierung, abgeschlossen ist, hat sich die Haut neu strukturiert. Die Makrophagen sterben wieder ab, und es bildet sich Narbengewebe (braun). Grafik: Tamara Klaas



Der Birkenstoff beeinflusst das Skelett der Zelle und sorgt dafür, dass sich auf der Oberfläche vermehrt Stressfasern, Fortsätze (so genannte Filopodien) und Lamellipodien bilden. Diese helfen Zellen, schneller zu wandern – und so Wunden zu verschließen. Foto: Irmgard Merfort

scherinnen und Forscher einen p38-Hemmer zu den behandelten menschlichen Hautzellen: Die Halbwertszeit reduzierte sich wieder. Also ist das Enzym tatsächlich der hauptsächliche Grund dafür, dass der Birkenkork-Extrakt in der ersten Phase der Wundheilung wirkt. Zudem identifizierten die Wissenschaftler einige weitere Proteine, die bei diesen Vorgängen eine Rolle spielen.

Zellen wandern schneller mit Birkenkork-Extrakt

In der zweiten Phase der Wundheilung müssen sich die Zellen in der Haut vermehren und die entstandene Lücke wieder schließen. Zusammen mit einer Arbeitsgruppe vom Institut für Molekulare Medizin und Zellforschung der Albert-Ludwigs-Universität machten Merfort und ihr Team einen Test mit einem Schälchen voll menschlicher Hautzellen. Die Pharmazeuten fügten den Keratinozyten eine künstliche Wunde zu, indem sie in die Zellschicht ritzen. Unter dem Mikroskop beobachteten sie 24 Stunden lang, wie schnell der Spalt sich mit und ohne Zugabe des Birkenkork-Extrakts schloss. Das Ergebnis: Mit der Substanz aus der Birke wandern die Zellen schneller in den Spalt und schließen so die künstliche Wunde. Doch wie ist das zu erklären? „Wenn die Zelle anfängt zu wandern, verändert sie ihre Form“, erklärt Merfort. Diese erhält die Zelle durch ihr Skelett, das aus dem Strukturprotein Aktin besteht. Sie bewegt sich, indem sich die so genannten Stressfasern aus Aktin zusammenziehen und die Zelle ihren Leib nach vorne stülpt. Zudem bilden sich vorne und hinten an der

Zelle verschiedene Arten von Fasern, mit denen diese den Kontakt zu anderen Zellen sucht. Die getesteten Stoffe beeinflussen das Aktin-Zytoskelett: „Schon ganz geringe Konzentrationen des Birkenkork-Extrakts oder der isolierten Bestandteile Betulin und Lupeol sorgen dafür, dass die Zelle beispielsweise vermehrt Stressfasern bildet. Das erklärt, warum die Keratinozyten schneller in die Wunde wandern.“

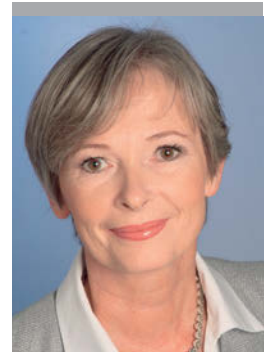
Merfort und ihr Team suchten nun nach dem Protein, das hinter der beobachteten Wirkung steckt. Hierfür arbeiteten sie mit einer Arbeitsgruppe am Institut für Experimentelle und Klinische Pharmakologie und Toxikologie der Universität Freiburg zusammen. Gemeinsam stellten die Forscher fest, dass der Birkenstoff und seine Bestandteile Betulin und Lupeol die Konzentrationen einiger Proteine erhöhen, die am Umbau des Aktin-Zytoskeletts beteiligt sind. Dies gilt besonders für das Protein RhoA, das bei Stressfasern eine wesentliche Rolle spielt. „Wir haben den therapeutischen Effekt des Birkenkork-Extrakts somit auf molekularer Ebene erklärt. Das war eine spannende und interessante Arbeit, mit der wir die traditionellen pflanzlichen Arzneimittel stärken konnten“, freut sich Merfort über ihr Ergebnis. In ihrem Folgeprojekt will die Pharmazeutin untersuchen, wie die Stoffe aus der Birke bei Wunden von Diabetespatienten wirken.

Zum Weiterlesen

Ebeling, S./Naumann, K./Pollok, S./Vidal-y-Sy, S./Wardecki, T./Nascimento, J. M./Boerries, M./Schmidt, G./Brandner, J. M./Merfort, I.: From a traditional medicinal plant to a rational drug: understanding the clinically proven wound healing efficacy of birch bark extract. In: PLOS ONE (im Druck).

Schempp, C./Huyke, C. (2005): Behandlung von Verbrennungen 2. Grades mit Birkencreme. In: Der Merkurstab 5/2005, S. 402.

Woelfle, U./Laszczyk, M. N./Kraus, M./Leuner, K./Kersten, A./Simon-Haarhaus, B./Scheffler, A./Martin, S. F./Müller, W. E./Nashan, D./Schempp, C. (2010): Triterpenes promote keratinocyte differentiation in vitro, ex vivo and in vivo: a role for the transient receptor potential canonical (subtype) 6. In: Journal of Investigative Dermatology 130/1, S. 113–123.



Prof. Dr. Irmgard Merfort hat Pharmazie an der Universität Münster studiert und wurde am Institut für Pharmazeutische Biologie der Universität Düsseldorf promoviert und habilitiert. Seit 1995 ist sie Professorin am Lehrstuhl für Pharmazeutische Biologie und Biotechnologie am Institut für Pharmazeutische Wissenschaften der Universität Freiburg. Sie beschäftigt sich in ihrer Forschung mit Wirkstoffen, die eine entzündungshemmende, antitumorale oder wundheilende Aktivität aufweisen. Diese Wirkstoffe stammen aus Arzneipflanzen Europas, Mittel- und Südamerikas. In dem von der Europäischen Union geförderten Projekt Biocombust erforscht sie die biologischen Effekte von Partikeln aus der Biomasseverbrennung. Sie hat mehr als 140 Publikationen veröffentlicht, ist Mitherausgeberin der Zeitschrift „Planta Medica“ und im Beirat des „Journal of Ethnopharmacology“. Foto: privat

*Weiche Formen, hartes Schwert: Die 85 Meter hohe Statue „Mutter Heimat ruft!“ in der südrussischen Stadt Wolgograd symbolisiert einen Staat, der weibliche Fürsorge und männlichen Kampfgeist vereint.
Foto: art_zzz/Fotolia*

Mütterchen Russland

Wie Nation und Geschlecht verknüpft sind und warum es zwischen Ost- und Westeuropa zu Missverständnissen kommt

von Rimma Gerenstein



Maria, Mutter Gottes, verjage Putin!“ Die Stimmen summen süßlich, sie klingen fast wie christliche Chormusik. Dann donnert der Bass in die Melodie, die Frauen springen, spielen Luftgitarre, headbängen auf der Bühne. An diesem Februartag ist sie der Altar der russisch-orthodoxen Christ-Erlöser-Kathedrale in Moskau. Die Mitglieder der russischen Band Pussy Riot rufen in den heiligen Hallen zum „Punk-Gebet“ auf. Knapp eine Minute dauert dieser Auftritt. Nadeschda Tolokonnikowa, Marija Aljochina und Jekaterina Samuzewitsch bezahlen ihn teuer. Ein halbes Jahr später, im August 2012, verurteilt ein Moskauer Gericht die Musikerinnen zu jeweils zwei Jahren Lagerhaft – wegen „Rowdytums, motiviert aus religiösem Hass“.

Der weltweite Protest lässt nicht lange auf sich warten: Das seien diktatorische Methoden, die Künstlerfreiheit werde verletzt. Deutsche Politikerinnen und Politiker werfen dem russischen Ministerpräsidenten Wladimir Putin vor, „drakonische Strafen“ zu verhängen. Er missbrauche die Justiz, um mutige Kritikerinnen mundtot zu machen. Mutig seien die Musikerinnen in der Tat, finden auch die Freiburger Slavistinnen Prof. Dr. Elisabeth Cheauré und Dr. Regine Nohejl. Doch der Konflikt laufe nach einem typischen Muster ab. Ost und West zeigten gegenseitiges Unverständnis, ihnen fehle die Bereitschaft, den jeweiligen kulturellen Kontext mitzudenken. „Stellen Sie sich vor, solch ein Auftritt passiert im Petersdom. Dass der Westen dann genauso locker mit der künstlerischen Freiheit umgehen würde, bezweifle ich“, sagt Cheauré.

Die beiden Wissenschaftlerinnen haben in einem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Projekt untersucht, wie in Russland nationale Identitäten entstanden sind und entstehen – vom 18. Jahrhundert, als das Land noch ein klassisches Imperium im vormodernen Sinne war, über die Revolutionen von 1917, die eine neue politische Ordnung einläuten wollten, bis in die Gegenwart hinein, in der Fotos einen halbnackten Ministerpräsidenten zeigen, der Tigerbabys den Kopf krault. Die Slavistinnen haben unter anderem literarische Werke, Zeitschriften, politische Reden und Programme, Filme und Fernsehserien, philosophische Schriften, Botschaftsberichte, Reiseliteratur und Werbeplakate ausgewertet. Die Symbole, die die Staatsidee zum Ausdruck bringen, haben sich im Verlauf der vergangenen 300 Jahre verändert, doch eines haben sie gemeinsam: „Nation und Geschlecht sind immer verschränkt“, erklärt

Nohejl. „Uns interessiert, wie sich diese Repräsentationen entwickeln und verändern. Und wie sie zwischen Russland und dem Westen für Missverständnisse und Blockaden sorgen.“

Ähnlich, aber anders

Missverständnisse und Blockaden: Das scheinen Schlüsselbegriffe im Verhältnis zwischen Russland und westeuropäischen Ländern wie Deutschland und Frankreich sowie den USA zu sein. Die westliche Wahrnehmung Russlands sei ein Widerspruch in sich, sagen die Forscherinnen. Auf der einen Seite gebe es eine kitschverzerrte Sehnsucht – man bewundere die große slawische Seele, das weiche Mütterchen Russland. Auf der anderen Seite titulieren westliche Zeitschriften Russland als Bären, als Raubtier, das die zivilisierte Welt niederwalzen wird. Wie passt das zusammen? „Das Spiel mit Gendermetaphern beginnt schon im 18. und 19. Jahrhundert“, berichtet Nohejl. Es verläuft parallel zu zwei anderen Entwicklungen dieser Zeit: Großbritannien, Frankreich und Deutschland kolonisieren Asien und Afrika – das Ideal des „edlen Wilden“, eines von der Zivilisation unverdorbenen Urmenschen, schleicht sich in das Bewusstsein europäischer Aufklärer.

„Stellen Sie sich vor, solch ein Auftritt passiert im Petersdom. Dass der Westen dann genauso locker mit der künstlerischen Freiheit umgehen würde, bezweifle ich“

Zeitgleich entsteht in Westeuropa ein Geschlechtermodell, das die Unterschiede zwischen Männern und Frauen verschärft und dem Weiblichen Unberechenbarkeit, Irrationalität und Zerstörungswut einschreibt. Vor diesem Hintergrund tritt Russland auf den Plan, „als das Andere und Exotische, das zugleich aber dem Westen gar nicht so unähnlich ist“, sagt Cheauré. Das gleiche Prinzip finde sich heute auch auf dem Feld der Heiratsvermittlung: Deutsche Männer schwärmen gerne von der schönen Olga oder Natalia – der fremden Frau, „die aber gezähmt genug ist, sodass sie die deutsche Kultur nicht bedroht“, betont Nohejl.

Apropos ungezähmt: Der französische Diplomat Louis-Philippe de Ségur schreibt im 18. Jahrhundert, die Einwohnerinnen und Einwohner von Sankt Petersburg erinnerten ihn an „halbwilde Gestalten“. Für die Slavistinnen ist die eigentlich interessante Frage aber, wie Russinnen und Russen mit diesen Zuschreibungen umgingen. Zunächst empöre und wehre sich das Volk, denn es sehe sich als eine gleichwertige, christliche Nation, nicht als Kolonie des Westens. Im 19. Jahrhundert jedoch kommt es zu einem Wandel. Die aufkommende Intelligenzija deutet die westlichen Zuschreibungen um und bestimmt das russische Selbstverständnis neu. Sowohl der Schriftsteller und Musiktheoretiker Wladimir Odojewskij als auch der Literat Fjodor Dostojewskij verurteilen Westeuropa, das sich einem blinden Vernunftfetischismus ergeben habe. Sie und andere gehen sogar so weit zu behaupten, nur Russland könne den „faulenden Westen“ retten, der an seinen eigenen Ideen kollabiere.

Eine wichtige Rolle bei diesem Umschwung spielt der Sieg über Napoleon, erklären die Slavistinnen: Russland schlägt den machtbesessenen französischen Kriegsherren 1812 in die Flucht. „Das vermeintlich unterentwickelte Volk, das Deutschland und Frankreich hinterherhinkt, wird zum Retter Europas“, sagt Nohejl. Mit dem neuen Selbstbewusstsein fällt es den Russen nicht schwer, das lang beschriebene und besungene Klischee von der slavischen Seele anzunehmen – im Gegenteil. Es wird zum Grundstein der gewonnenen Überlegenheit, schließlich sei das Emotional-Mystische gerade das, was dem Westen abgehe.

Macho und Mutterfigur

1813 schreibt Zar Alexander I. einen Ideenwettbewerb aus: Eine monumentale Prunkkirche soll in Moskau gebaut werden, als stolzes Andenken an den Sieg über Napoleon. 200 Jahre

*Pussy-Riot-Power: Mit ihrem kurzen Auftritt in der Moskauer Christ-Erlöser-Kathedrale rütteln die Musikerinnen an den Fundamenten des russischen Staatsmodells.
Illustration: Svenja Kirsch*



später protestieren die Pussy-Riot-Musikerinnen an dieser Stelle gegen Putin. Etwa 80 Jahre zuvor hatten die Sowjets die Kirche niedergerissen; sie wollten einen Wolkenkratzer zum Ruhm der Revolution errichten, scheiterten aber und bauten stattdessen ein Freibad. Erst in den 1990er Jahren starteten Bürgerinnen und Bürger eine Initiative und sammelten Geld für den Wiederaufbau der Kirche. „Dieser Ort spielt eine unglaublich wichtige Rolle für Russland“, betont Cheauré. „Die Kathedrale symbolisiert nicht nur das neue Selbstbewusstsein innerhalb Europas, sondern auch die neue Zeit, eine Synthese zwischen Orthodoxie und Staat.“

„Das vermeintlich unterentwickelte Volk, das Deutschland und Frankreich hinterherhinkt, wird zum Retter Europas“

Diese Dimension haben die Forscherinnen in der Berichterstattung über den Pussy-Riot-Skandal vermisst. „Natürlich ist das Urteil völlig unangemessen. Aber wir hätten von den westeuropäischen Medien und Politikern mehr Reflexion erwartet.“ Schließlich sei der Auftritt ein Fundamentalangriff auf das Staatsmodell gewesen, das sich auf ein uraltes Muster stütze – die Einheit von Gott, Herrscher und Volk. Auch Putin spiele mit bekannten Sinnbildern: Wenn der Ministerpräsident mit muskulösem Oberkörper auf einem Pferd sitzt, das Jagdgewehr in die Luft streckt, in einem Ultraleichtflugzeug verwaisten Kranichen den Weg nach Süden zeigt oder flauschige Welpen an die Wange drückt, inszeniert er sich als Aggressionsmaschine und Naturbursche, als Macho und Mutterfigur zugleich. „Auf uns wirken diese Bilder so, als wäre Putin eine Karikatur des Westens“, sagt Nohejl. „Doch dahinter steckt auch ein traditionelles Herrschaftsverständnis. Putin spielt lediglich mit bestimmten Rollenbildern, die auch Westeuropäerinnen und Westeuropäer erkennen.“



Prof. Dr. Elisabeth Cheauré hat in Österreich und Russland Germanistik, Philosophie und Slavistik studiert. 1977 wurde sie an der Universität Graz promoviert, 1986 legte sie dort ihre Habilitation über die Künstlererzählung im russischen Realismus vor. Seit 1990 hat sie die Professur für Slavische Philologie an der Universität Freiburg inne. Im Laufe ihrer Karriere hatte Cheauré Lehraufträge in Russland, Bulgarien, Spanien und der Schweiz. Derzeit leitet sie das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderte Projekt „Napoleon, Borodino und der Vaterländische Krieg: Zur Popularisierung im Kontext nationaler Identitätsfindung in Russland“. Ihre Forschungsschwerpunkte sind unter anderem Gender Studies, Identitäts- und Alteritätsforschung, Kulturtransferforschung, Area Studies Russland sowie Kulturen der Muße.
Foto: Marie-Elisabeth Weiher



Dr. Regine Nohejl hat an den Universitäten Freiburg und Tübingen sowie in Russland und Tschechien Slavistik, Osteuropäische Geschichte und Soziologie studiert. Zwischen 1985 und 1997 war sie wissenschaftliche Mitarbeiterin am Slavischen Seminar der Universität Tübingen. 1998 wechselte sie als Lehrbeauftragte für Literaturwissenschaft und Ostslavistik an die Universität Freiburg, wo sie 2007 ihre Dissertation über die Spezifik von Identitäts- und Alteritätsdiskursen in Russland vorlegte. Seit 2011 ist Nohejl Mitarbeiterin im Projekt „Napoleon, Borodino und der Vaterländische Krieg: Zur Popularisierung im Kontext nationaler Identitätsfindung in Russland“. Zu ihren Forschungsschwerpunkten gehören unter anderem Gender Studies, Identitäts- und Alteritätsforschung sowie russische Kultur- und Geistesgeschichte vom 18. Jahrhundert bis heute.
Foto: Viktoria Gräser

Zum Weiterlesen

Cheauré, E./Nohejl, R./Napp, A. (Hrsg.) (2005): Vater Rhein und Mutter Wolga. Diskurse um Nation und Gender in Deutschland und Russland. Würzburg.

Deutsche Gesellschaft für Osteuropakunde (Hrsg.) (2013): Mythos Erinnerung. Russland und das Jahr 1812. Berlin (= Osteuropa 63/1).

Nohejl, R./Gorfinkel, O./Carl, F./Cheauré, E. (Hrsg.) (2013): Genderdiskurse und nationale Identität in Russland. München.

Vom Baum zum Boden

Freiburger Forstwissenschaftler entwickeln ein Verfahren, um Holzoberflächen den Kundenwünschen anzupassen

von Isabell Wiedle

Die inneren Werte zählen: Mit einem Computertomografen röntgen Forstwissenschaftler Stämme, um Holzmerkmale wie Form, Größe und Lage der Äste sichtbar zu machen. Foto: FVA Baden-Württemberg





*Makellos oder lieber mit Ästen? Bei einer Umfrage ließen die Wissenschaftler Kunden verschiedene Bodenmuster aus Fichtenholz bewerten.
Fotos: Professur für Forstbenutzung*

Menschen laufen darüber, sitzen darauf und bauen damit: Holz. Ob für den Boden oder für Möbel, der Naturstoff ist in der Innenarchitektur beliebt und vielseitig einsetzbar. Um das Beste aus Holz herauszuholen, hat Prof. Dr. Gero Becker, Leiter der Professur für Forstbenutzung der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, gemeinsam mit weiteren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern das Projekt „Was macht Holz so attraktiv? Die Transformation von Kundenwünschen in technische Materialkennwerte“ gestartet. Es läuft seit Anfang 2011, endet Mitte 2014 und wird durch das Programm „Internationale Spitzenforschung II“ der Baden-Württemberg-Stiftung gefördert.

„Der Markt hat sich mit seinem Angebot und den Preisen bislang an der Vorstellung orientiert, dass lediglich ein Brett mit makelloser Oberfläche in die Kategorie ‚premium‘ fällt“, sagt Becker. Äste, ein unregelmäßiger Verlauf der Jahresringe oder unterschiedliche Farbnuancen des Holzes führen nach bisheriger Meinung zu einer verminderten Qualität und damit zu einem niedrigeren Preis. Dass es auch Kundinnen und Kunden gibt, die unterschiedliche Oberflächen bevorzugen und keinesfalls nur an Premiumholz interessiert sind, zeigen Pilotstudien aus Schwe-

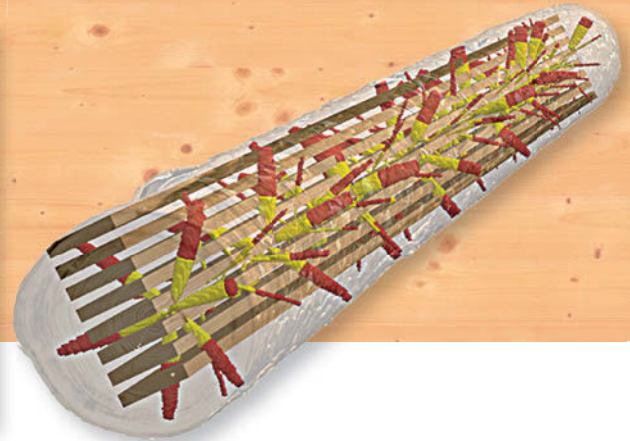
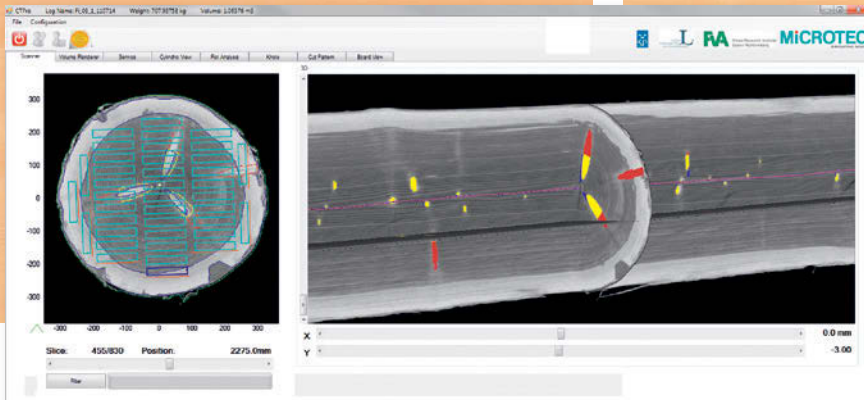
den, auf die Becker und sein Team in dem Projekt aufbauen. „Unser Ziel ist es, den Wert von Produkten und den Gewinn an hochwertigem Holz zu steigern, indem wir die Vorlieben von Kunden ermitteln und bereits beim Einschnitt von Stämmen im Sägewerk berücksichtigen.“

Um das zu erreichen, arbeiten Wissenschaftler verschiedener Disziplinen und Einrichtungen zusammen. An der Professur für Forstbenutzung ist neben Becker auch dessen Mitarbeiter Andreas Manuel beteiligt. Die Hauptaufgabe des Teams besteht darin, Kundenwünsche zu ermitteln und in messbare Holzmerkmale zu übersetzen. Bei der Kundenbefragung war ihnen Dr. Rainer Leonhart vom Institut für Psychologie der Universität Freiburg behilflich. Die Ergebnisse der Meinungsumfrage nutzen Dr. Franka Bruchert und Lorenz Breinig von der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) in Freiburg: Sie entwickeln Methoden, um Baumstämme so zu sägen, dass die erzeugten Bretter den ästhetischen Wünschen der Kunden entsprechen. Außerdem unterstützen das Holzforschungsinstitut SP Trä und das Institut Wood Science and Engineering der Luleå Tekniska Universitet in Skellefteå/Schweden die Freiburger Forscherinnen und Forscher.

„Der Markt hat sich mit seinem Angebot und den Preisen bislang an der Vorstellung orientiert, dass lediglich ein Brett mit makelloser Oberfläche in die Kategorie ‚premium‘ fällt“



Die zwei- und dreidimensionalen Grafiken zeigen, wo im Stamm sich Äste befinden (rot und gelb eingefärbt). Auf der Grundlage dieser Informationen ermitteln die Forscher, wie Bodendielen (im Bild links hellblau umrandet) gesägt werden müssen, damit deren Oberflächen den Kundenwünschen entsprechen. Grafiken: FVA Baden-Württemberg



Ausgangspunkt des Projekts waren 58 Fichten aus dem Schwarzwald. Diese Nadelbaumart war dank ihres geraden Wuchses und der Tatsache, dass sie 60 Prozent des Schnittholzbedarfs in Deutschland abdeckt, der ideale Forschungsgegenstand. Ein regionales Sägewerk fertigte aus den Fichten Bodendielen, die die Wissenschaftler im Hinblick auf Oberflächenmerkmale in 15 Gruppen sortierten. Es waren makellose Bretter, Bretter mit kleinen, dunklen Ästen, Bretter mit hellen, großen Ästen oder mit einem markanten Verlauf der Jahresringe darunter. Auf diese Charakterisierung aufbauend, fertigten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an der Professur für Forstbenutzung in ihrer Holzwerkstatt Bodenmuster mit einer Fläche von zweimal einem Meter an, die als Material zur Befragung von Probandinnen und Probanden auf Fachmessen und im Internet dienten. Dabei interessierte Becker und Manuel, welcher Boden am besten und welcher am wenigsten gefiel. „Um diese subjektiven Meinungen in objektiv messbare Parameter zu übertragen, stellten wir nach dem Vorbild der schwedischen Studie Begriffspaare zusammen, die Holz optisch beschreiben: beruhigend – unruhig, symmetrisch – asymmetrisch, leblos – lebendig und so weiter“, sagt Manuel. „Anschließend fragten wir die Probanden, mit welchen Stichworten sie das jeweilige Bodenmuster assoziieren.“ Dadurch fanden die Wissenschaftler beispielsweise heraus, dass einige Kunden einen Bodenbelag mit vielen kleinen Ästen bevorzugen, weil sie ihn als lebendig empfinden. Andere wiederum nehmen ihn als unruhig wahr.

Damit der Baumstamm so gesägt werden kann, dass die von den Kunden gewünschte Holzoberfläche entsteht, kommen an dieser Stelle des Projekts die Wissenschaftler der FVA ins Spiel. Sie röntgen die Baumstämme mit einem Computertomografen (CT) und erfassen so innere Holzmerkmale wie Form, Größe und Lage der Äste. Bei der CT-Aufnahme wird im Verlauf von etwa 20 Minuten eine Röntgenquelle mitsamt Detektoren entlang der Längsachse des Stammes verschoben, wodurch ein dreidimensionales Abbild entsteht. Mithilfe dieses Modells lässt sich anschließend am Computer simulieren, wie die Forscher die Schnittebene wählen müssen, um beispielsweise ein Endprodukt mit vielen kleinen oder großen Ästen zu gewinnen. Auf diese Weise lassen sich Brettoberflächen erzeugen, die den zuvor ermittelten Vorlieben der Kunden entsprechen.

Nur noch attraktive Ware

Der Computertomograf wird derzeit zu einem Industriescanner weiterentwickelt, der für das Röntgen der Baumstämme nur noch maximal 20 Sekunden benötigen soll. So könnte bereits das Sägewerk die Einschnittfläche verbessern. Auf lange Sicht soll diese Technologie dazu beitragen, ausschließlich attraktive Ware auf den Markt zu bringen und Sortimente, die sich schlecht verkaufen lassen, zu vermeiden. Die endgültigen Ergebnisse des Projekts stehen noch nicht fest: Die Wissenschaftler werten die Umfrage derzeit aus, um die besonderen Vorlie-

„Ein kleiner, aber dennoch bedeutender Teil der Kunden bevorzugt Bretter, die man aufgrund der großen Aststrukturen bisher in die dritte Klasse einsortierte“

ben der Kunden zu ermitteln. Es zeigt sich bereits, dass keineswegs nur makelloses Holz beliebt ist. „Ein kleiner, aber dennoch bedeutender Teil der Kunden bevorzugt Bretter, die man aufgrund der großen Aststrukturen bisher in die dritte Klasse einsortierte und daher zum Beispiel in der Wand versteckt einbaute“, sagt Becker. Die Frage, ob sich die herausgearbeiteten Vorlieben mit dem im Wald vorhandenen Holzangebot decken, ist noch offen.

Zum Weiterlesen

Becker, G./Kühnel, A. (2012): Tropenwälder, Forstplantagen, Deutscher Wald: Wer liefert uns den begehrten Rohstoff Holz? In: Freiburger Universitätsblätter 196/2, S. 101–114.

Ohnesorge, D./Becker, G. (2009): Forschung zum Buchen-Brett-schichtholz. Buchenholz – konstruktiv, innovativ. In: AFZ-DerWald 64/2, S. 78–80.

Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften der Universität Freiburg/Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA), Freiburg (Hrsg.) (2008): Berichte Freiburger Forstliche Forschung 78. Starkholz – Premiumprodukt oder Problemsortiment? Chance und Herausforderung für Produktion, Bereitstellung und Vermarktung. Freiburg.

Link zur Teilnahme an der Studie über die Attraktivität von Holz:
www.uni-freiburg.de/go/umfrage_holz



Prof. Dr. Gero Becker hat Forstwissenschaften und Wirtschaftswissenschaften in Hannoversch Münden, Göttingen und Freiburg studiert. 1974 wurde er an der Albert-Ludwigs-Universität promoviert, 1980 habilitiert. Danach folgte Becker dem Ruf auf eine Professur an der Forstwissenschaftlichen Fakultät Freiburg. 1987 wechselte er an die Universität Göttingen, kehrte aber 1995 nach Freiburg zurück und leitet seither das Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft, das 2013 zur Professur für Forstbenutzung umbenannt wurde. Becker befasst sich mit Problemen an der Schnittstelle zwischen forstlicher Produktion und der Verwendung und Verarbeitung von Holz und anderen Waldprodukten sowie mit der nachhaltigen Nutzung von Biomasse zu energetischen Zwecken.



Andreas Manuel hat Forstwissenschaften mit dem Zusatzfach „Betriebliches Umweltmanagement“ an der Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen der Universität Freiburg studiert. Seit zwei Jahren arbeitet er in dem Forschungsprojekt „Was macht Holz so attraktiv?“ und wird zu diesem Thema promovieren. Fotos: Thomas Kunz



Auch Reiche legen Bomben

Günther Schulze und Krisztina Kis-Katos gehen den wirtschaftlichen Ursachen von Terrorismus auf den Grund

von Verena Adt

*Armut ist nicht die Ursache für Terrorismus – das können Freiburger Ökonomen statistisch belegen.
Foto: Mopic/Fotolia*

Ist Armut ein Nährboden für Terrorismus? Ulrike Meinhof, einst Vordenkerin der Rote Armee Fraktion (RAF), kam nicht aus der Gosse, und der emblematische Al-Kaida-Führer Osama Bin Laden gehörte einer reichen saudi-arabischen Familie an. Dennoch war der ehemalige US-amerikanische Präsident George W. Bush von dieser These überzeugt: Als er nach den Anschlägen vom 11. September 2001 den „Krieg gegen den Terrorismus“ ausrief, schickte er nicht nur Truppen in den Irak, sondern stockte auch die Mittel der US-Agentur für Entwicklungshilfe (USAID) auf fast das Doppelte auf. Wer in Existenznot lebt, so die zugrunde liegende Annahme, ist offener für extremistische Hetze und eher bereit, das eigene Leben in einer terroristischen Aktion aufs Spiel zu setzen, als jemand, der sich um das tägliche Brot keine Sorgen machen muss. Demzufolge wird es in einem Land umso weniger Terrorismus geben, je besser es den Bewohnerinnen und Bewohnern finanziell geht.

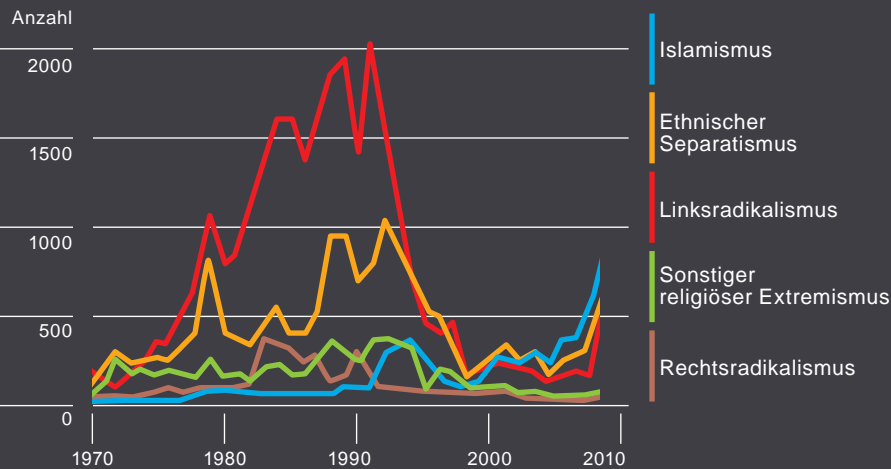
Gut situiert, gut ausgebildet

Prof. Dr. Günther Schulze und Dr. Krisztina Kis-Katos vom Institut für Allgemeine Wirtschaftsforschung der Albert-Ludwigs-Universität können diese eingängig klingende Theorie nicht bestätigen. Schulze, Leiter der Abteilung für Internationale

Wirtschaftspolitik, und die Hochschulassistentin Kis-Katos betreiben seit mehreren Jahren Terrorismus-Ursachenforschung aus wirtschaftswissenschaftlicher Sicht. Einen kausalen Zusammenhang zwischen Terrorismus und wirtschaftlichen Lebensverhältnissen können die beiden in ihren empirischen Untersuchungen nicht finden. „Es gibt in armen Ländern nicht mehr Terrorismus als in reichen“, sagt Kis-Katos. Im Gegenteil: Die Zahl der Terrorakte in einem Land steigt mit dem Pro-Kopf-Einkommen. In einer gemeinsamen Studie haben die beiden herausgefunden, dass Terroristen überwiegend nicht aus sehr armen Ländern stammen. Diese Erkenntnis deckt sich mit den Ergebnissen empirischer Studien, denen zufolge Terroristinnen und Terroristen innerhalb der eigenen Bevölkerung überdurchschnittlich gut situiert und gut ausgebildet sind.

Bei seinen Erhebungen stützt sich das Team auf die Global Terrorism Database, laut Schulze „die umfassendste Datenbank, die es bisher zu diesem Thema gibt“. Sie listet mehr als 104.000 „terroristische Vorfälle“ ab 1970 auf – sowohl internationale Anschläge als auch die weitaus zahlreicheren Terrorakte, die von Attentäterinnen und Attentätern in deren eigenem Land begangen wurden und Landsleute trafen. Auch wenn internationale Aktionen wie die Anschlagsserie vom

Gesamtzahl der Anschläge von organisierten Terrorgruppen mit ideologischem Hintergrund (1970–2008)
Quelle: Global Terrorism Database 2012



Die Wirtschaftswissenschaftler haben Terrorismuskategorien entlang ideologischer Linien identifiziert. Die Zahlen der weltweit auf die einzelnen Typen entfallenden Terroranschläge liegen weit auseinander. Grafik: qu-int

11. September 2001 in den USA großes Aufsehen in den Medien erregten, seien etwa 85 Prozent aller Terrorakte reine Inlandstaten, unterstreichen Schulze und Kis-Katos. „Die meisten Opfer gibt es heute nicht im Westen, sondern in Ländern wie Irak, Afghanistan und Pakistan.“

Staaten mit brüchiger Autorität sind anfällig

Wenn nicht Armut, was treibt Menschen dann in Terrororganisationen? Als „terrorfreundliches“ Umfeld haben Schulze und Kis-Katos vor allem Staaten mit brüchiger Autorität ausgemacht. Kis-Katos erläutert: „Für Terrorismus anfällig sind politisch instabile, das heißt schwache Staaten oder Länder in einer Übergangssituation, beispielsweise ehemalige Mitgliedstaaten der auseinandergebrochenen Sowjetunion, oder Staaten, in denen die Staatsgewalt fehlt, wie Afghanistan oder Irak.“ Demokratische und halb demokratische Staaten seien stärker von Terror betroffen als streng autokratische, vermutlich, weil in Ersteren „die Persönlichkeitsrechte größeren Schutz genießen“, erklärt Kis-Katos. Damit würden die Eingriffsmöglichkeiten des Staates beschränkt. Das geringste Terrorrisiko bestehe in radikalen Autokratien wie Nordkorea – wobei der von Schulze und Kis-Katos zugrunde gelegte Terrorbegriff staatlichen Terror ausschließt. Schulze warnt indessen vor einem falschen Umkehr-

schluss: Mehr Demokratie führe nicht automatisch zu einem Anstieg des Terrors.

Ogleich die Freiburger Forschenden keinen Kausalzusammenhang zwischen Armut und Terror sehen, gibt es Indizien dafür, dass Terrororganisationen von der wirtschaftlichen Not der Menschen profitieren können. Bei einer Fallstudie haben Kis-Katos, Schulze und dessen ehemaliger Masterstudent Ahmet Turgut entdeckt, dass die Anwerbungszahlen der von der Bundesrepublik als Terrororganisation eingestuftes kurdischen Arbeiterpartei PKK parallel zur nationalen Arbeitslosenkurve in der Türkei steigen und fallen. Gut erkennbar sei außerdem, dass Terroristenhochburgen wie Magnete wirken und wesentlich höhere und weniger konjunkturabhängige Rekrutierungszahlen ausweisen. Die „Terrorperipherie“ dagegen sei viel anfälliger für „terroristische Konjunkturzyklen“. Die Autorin und die Autoren haben für ihre Fallstudie Hunderte von der PKK veröffentlichte Nachrufe auf getötete Kämpfer ausgewertet. Sie stellten fest, dass die wirtschaftlichen Umstände zum Beispiel in der Kurdenmetropole Diyarbakir kaum eine Rolle für die Beitrittsentscheidung spielten, während sich junge Männer aus Dörfern am Rande des Kurdengebiets in Zeiten hoher Arbeitslosigkeit vermehrt der PKK anschlossen.

„Es gibt in armen Ländern nicht mehr Terrorismus als in reichen“

Die Forschung nach den Ursachen hat Schulze und Kis-Katos veranlasst, sich auch mit der Differenziertheit von Terrorismus zu befassen. „‘Den Terrorismus’, von dem man immer spricht, gibt es nicht“, sagt Schulze. Terrorismus sei eine Strategie, nicht eine Ideologie, folglich solle man nicht erwarten, dass unterschiedlich motivierter Terrorismus denselben Hintergrund habe. So findet sich beispielsweise Linksterrorismus vermehrt in Ländern mit starker Einkommensungleichheit. Für religiös motivierten Terrorismus gilt das nicht. Separatistischer Terrorismus ist häufiger in ethnisch polarisierten Gesellschaften. Auf andere Formen von Terrorismus trifft dies hingegen nicht zu. Auch in Variablen wie politische Stabilität, Demokratie, Lebensstandard oder Urbanisierungsgrad unterscheiden sich die Formen von Terrorismus.

Strategien gegen Terrorismus entwickeln

In Zusammenarbeit mit dem früheren Diplomanden Helge Liebert haben Schulze und Kis-Katos vier Kategorien von Terrorismus identifiziert: Terrorismus linksextremer Gruppierungen, die eine sozialistische oder kommunistische Gesellschaftsordnung anstreben – hierfür stehen beispielsweise die deutsche Rote Armee Fraktion oder der maoistische „Leuchtende Pfad“ in Peru; rechtsextremer Terrorismus mit dem Ziel rassistischer oder nationaler Dominanz – die Mordserie des „Nationalsozialistischen Untergrunds“, über die derzeit die deutsche Justiz verhandelt, ist ein aktuelles Beispiel; ethnisch-separatistische Gruppen, die für ethnische Vorherrschaft oder Separatismus kämpfen wie die baskische ETA in Spanien, sowie religiöse Terrorgruppen, zu denen nicht nur zahlreiche radikalislamische Gruppierungen in Nahost und einem Teil Afrikas, sondern auch hinduistische, christliche oder Sikh-Terrorgruppen zählen. Jeder dieser ideologisch kategorisierten Terrortypen hat ein eigenes Muster.



Die meisten Terroropfer gibt es derzeit in Ländern wie Irak, Afghanistan und Pakistan.

Fotos: Miro Novak/Fotolia

Mit ihrer Forschungsarbeit möchten Schulze und Kis-Katos dazu beitragen, dass die Politik wirksame Strategien gegen Terrorismus entwickeln kann. Ursachen und Erscheinungsformen von Terrorismus wurden von soziologischer und politologischer Warte aus schon vielfach untersucht, ihre wirtschaftswissenschaftliche Erkundung ist indessen noch relativ neu. „Unsere Methodologie ist vielleicht etwas abstrakter und stärker quantitativ“, sagt Schulze, „aber Ökonomie ist eine methodisch wohlfundierte Sozialwissenschaft, die Lebenswirklichkeit systematisch untersucht. Letztlich geht es immer um menschliche Schicksale.“



Dr. Krisztina Kis-Katos hat an der Universität Szeged/Ungarn Wirtschaftswissenschaften und an der Universität Konstanz Internationale Wirtschaftsbeziehungen studiert und wurde 2010 an der Universität Freiburg mit einer Studie über Globalisierung und Kinderarbeit promoviert. Seitdem forscht sie in der Abteilung Internationale Wirtschaftspolitik am Institut für Allgemeine Wirtschaftspolitik für Allgemeine Wirtschaftspolitik vorwiegend zu Themen der politischen Ökonomie, der ökonomischen Entwicklung und der Konfliktökonomie. Grundlage für ihre Arbeit sind quantitative mikroempirische Datenanalysen.

Foto: privat



Prof. Dr. Günther Schulze hat an der Universität Hamburg Volkswirtschaftslehre studiert, wurde 1995 an der Universität Konstanz promoviert und dort fünf Jahre später habilitiert. Seit 2002 ist er Professor für Volkswirtschaftslehre an der Wirtschafts- und Verhaltenswissenschaftlichen Fakultät der Universität Freiburg und leitet dort die Abteilung Internationale Wirtschaftspolitik. Außerdem ist er außerplanmäßiger Professor an der Australian National University in Canberra. Seine Forschungsschwerpunkte sind die politische Ökonomie, Entwicklungsökonomie und ökonomische Analyse des Terrorismus. Ein regionaler Schwerpunkt seiner Arbeit ist Südostasien. Er ist Mitglied der vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Southeast Asian Studies Group an der Universität Freiburg.

Foto: Thomas Kunz

Zum Weiterlesen

Kis-Katos, K./Liebert, H./Schulze, G. (2012): On the heterogeneity of terror. Freiburg (= University of Freiburg Department of International Economic Policy Discussion paper series 19). www.pr.uni-freiburg.de/go/heterogeneity-of-terror

Kis-Katos, K./Liebert, H./Schulze, G. (2011): On the origin of domestic and international terrorism. In: European Journal of Political Economy 27/1, S. 17–36. www.pr.uni-freiburg.de/go/origin-of-terrorism

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, Biologie
Prof. Dr. Sabine Rospert, Medizin
Prof. Dr. Margit Zacharias, Mikrosystemtechnik

Redaktion

Nicolas Scherger (verantwortlicher Redakteur)
Rimma Gerenstein
Katrin Albaum

Anschrift der Redaktion

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

Auflage

10.000 Exemplare

Fotos

Soweit nicht anders gekennzeichnet, von der Universität.
Foto Titelseite: Mario Schmidt,
Grafik Titelseite: Helbling Verlag, Montage: qu-int

Konzeption, Gestaltung, Herstellung

qu-int. | marken | medien | kommunikation
Alter Zollhof, Freiburg
www.qu-int.com

Anzeigen

Biggi Heil, **qu-int.** | marken | medien | kommunikation
Telefon 0761/28288-0
Fax 0761/28288-66
E-Mail uni-publikationen@qu-int.com

Druck und Verarbeitung

Hofmann Druck, Emmendingen

Vertrieb

Stabsstelle Öffentlichkeitsarbeit und
Beziehungsmanagement

Jahresabonnement

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

ISSN 2194-8054

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

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



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