

HOCHSCHULEN  
Wann kommen die  
BAföG-Millionen?

18

GENTECHNIK  
Die gute und die böse  
Manipulation

28

FORSCHUNG UND KUNST  
Unwahrscheinliches  
Miteinander

32

# HELMHOLTZ PERSPEKTIVEN

DAS MAGAZIN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT | NR 02 | MÄRZ - APRIL 2015

[www.helmholtz.de/perspektiven](http://www.helmholtz.de/perspektiven)

## Unsere Freunde, die Bakterien

Eine Reise in die Welt der kleinen Helfer



HELMHOLTZ  
GEMEINSCHAFT  
20 Jahre

# International FameLab

TALKING SCIENCE

FameLab Germany  
wird präsentiert von



**Bielefeld**  
MARKETING

WISSENSCHAFTSBÜRO

## SHARE YOUR PASSION FOR SCIENCE WITH THE WORLD!

**Gesucht: Junge Wissenschaftler,  
die ihr Thema auf den Punkt bringen.**

**DU** ... studierst oder arbeitest in den Bereichen Naturwissenschaften,  
Technik, Mathematik, Informatik, Psychologie oder Medizin?

**KANNST** ... dein Forschungsthema klar, verständlich und mitreißend  
erklären?

**GEWINNEN** ... die Teilnahme am internationalen Cheltenham  
Science Festival und ein Medientraining im Wert  
von € 1.600!

### LET'S TALK SCIENCE!

Nimm an Vorrunden in  
fünf Bundesländern teil,  
um im Mai 2015 beim  
Deutschland-Finale dabei  
zu sein!

Weitere Informationen zur  
Anmeldung und Vorträge  
ehemaliger Teilnehmer  
unter

[www.famelab-germany.de](http://www.famelab-germany.de)



Partner  
FameLab Germany



Partner  
FameLab International

**CHELTENHAM**FESTIVALS

# → HELMHOLTZ extrem

Diesmal: Das größte Fußgänger-Experiment der Welt

Wenn viele Menschen auf begrenztem Raum zusammenkommen, kann aus wohliger Tuchfühlung rasch unbehagliche Enge werden – etwa nach einem Konzert, wenn alle Besucher auf einmal in Richtung Ausgang strömen. Nimmt das Gewühl weiter zu, wird es zwangsläufig gefährlich; so wie 2010 auf der Duisburger Love Parade, bei der in einem Gedränge 21 Menschen umgekommen und 500 verletzt worden sind. Wie sich Menschen bewegen, wenn sie Teil einer großen Menge sind, ist noch wenig erforscht. Auch Vergleiche mit Flüssigkeiten oder Molekülen helfen da nur bedingt; schließlich verfolgen Fußgänger immer auch eine Strategie.

Um mehr darüber zu erfahren, haben Wissenschaftler des Forschungszentrums Jülich im Jahr 2013 einen Großversuch gestartet. 2000 Probanden luden sie in die Düsseldorfer Messehalle ein – ein größeres Experiment mit Fußgängern hat es noch nicht gegeben. Vier Tage lang schleusten die

Forscher sie durch mal schmale, mal weite Zugänge, über blockadeträchtige Kreuzungen und in sich bis zu klaustrophobischer Enge füllende Räume. Wechselnde Randbedingungen wie Eile oder eingesetzte Verkehrszeichen sorgten für zusätzliche Erkenntnisse. Dokumentiert wurde das Geschehen von 24 Kameras. QR-Codes auf den Mützen der Probanden ermöglichten individuelle Bewegungsprofile. 42 Terabyte an Daten hat das Team um Armin Seyfried und Stefan Holl zusammengetragen. Für das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Verbundprojekt BaSiGo (Bausteine für die Sicherheit von Großveranstaltungen) entstehen daraus Computermodelle, die vorausberechnen, wie sich Menschenmassen auf Veranstaltungen bewegen. Riskante Staus und bauliche Sicherheitslücken sollen sich damit künftig vermeiden lassen. ■

Justus Hartlieb

Fotogalerie  
zum Fußgänger-  
Experiment  
unter:  
→ [www.helmholtz.de/  
gewusel](http://www.helmholtz.de/gewusel)



**Pulkbildung für die Wissenschaft** Ab sechs Personen pro Quadratmeter wird es brenzlich. Bild: Forschungszentrum Jülich



## Impressum

### Helmholtz Perspektiven

Das Magazin der Helmholtz-Gemeinschaft  
perspektiven@helmholtz.de  
www.helmholtz.de/perspektiven

### Herausgeber Helmholtz-Gemeinschaft

Deutscher Forschungszentren e.V.  
Büro Berlin, Kommunikation und Medien  
Jan-Martin Wiarda (V.i.S.d.P.)  
Anna-Louisa-Karsch-Str. 2 · 10178 Berlin  
Fon +49 30 206329-57 · Fax +49 30 206329-60

**Bildnachweise** Titel: Macrovector/Shutterstock.com (Grafiken), Anne Prinz (Collage); S. 4: Kim Keibel; S. 5: Clouds Hill Imaging Ltd./Corbis, Christina Kuhaupt, ullstein bild - Granger/NYC, picture alliance/ZUMAPRESS.com, Revital Cohen & Tuur Van Balen, Phil Dera; S. 12/13 beide: André Künzelmann/UFZ; S. 23: Originalgrafiken Matthew Maxwell und Pablo Alvarez Vinagre/StudioAM; S. 24-26: Jindrich Novotny; S. 27: AllebaziB/Fotolia; S. 38: Helmholtz Zentrum München, UFZ/Susan Walter; S. 39: IPP

### Chefredakteur Andreas Fischer

**Artdirektion/Layout** Franziska Roeder, Anne Prinz (Umschlaggestaltung)

**Redaktionelle Mitarbeit** Ramona Alborn, Kristine August, Susann Beetz, Lilo Berg, Saskia Blank, Barbara Gillmann, Justus Hartlieb, Philipp Heller, Kilian Kirchgöbner, Roland Knauer, Roland Koch, Wolfram Koch, Marion Schweighart, Doris Wedlich, Philipp Wurm  
**Gestaltungskonzept** Kathrin Schüler, Grafikdesign  
**Druck/Vertrieb** mediabogen, Berlin

ISSN 2197-1579

**Papier** Balance Silk® (hergestellt aus 60 % Recyclingfasern und 40 % FSC®-Zellstoffen, FSC®-zertifiziert, verfügt über das Umweltlabel EU-Blume, zertifiziert nach ISO 14001 Umweltmanagement)

## Liebe Leserinnen und Leser,

wir mögen uns manchmal einsam fühlen, allein sind wir deshalb noch lange nicht. Auf und in jedem einzelnen von uns leben etwa 100 Billionen Mikroorganismen – Bakterien, Hefen und Pilze. Das klingt erstmal eher bedrohlich als tröstlich, aber ohne die meisten dieser Untermieter könnten wir gar nicht leben. Sie helfen uns bei der Verdauung, und sie versorgen unseren Körper mit Nährstoffen. Gefährlich wird es erst dann, wenn sich dem organisierten Gewimmel unerwünschte Gäste hinzugesellen oder es aus dem Gleichgewicht gerät. Durch moderne Technologien hat gerade die Erforschung dieses Gleichgewichts einen gewaltigen Aufschwung erlebt: Unsere Titelgeschichte nimmt Sie mit in die Welt der Mikroben und erzählt von ihrem Zusammenspiel mit dem Menschen und ihrem Nutzen für die Umwelt → Seite 6.

Im vergangenen Jahr hat die Bundesregierung verkündet, dass sie die BAföG-Zahlungen künftig allein stemmen wird. Im Gegenzug hat sie die Länder dazu aufgefordert, die dadurch freiwerdenden Mittel den unterfinanzierten Hochschulen zukommen zu lassen. Unsere Anfrage bei den zuständigen Ministerien hat jedoch ergeben, dass nur wenige Länder in diesem Jahr die Grundbudgets ihrer Universitäten merklich erhöhen wollen. Manche Länder kürzen sogar – mit fatalen Folgen für ihre Unis → Seite 18.

Gemeinschaftsprojekte von Wissenschaftlern und Künstlern sind längst keine Seltenheit mehr. Immerhin bearbeiten beide Gruppen die großen Fragen des Lebens, nur eben von unterschiedlichen Standpunkten aus. Ihre Ergebnisse können faszinieren und verblüffen, oft ermöglichen sie ganz neue Sichtweisen, ob in der Biologie, der Raumfahrt oder der Polarforschung → Seite 32.

Ich wünsche Ihnen viel Vergnügen bei der Lektüre und freue mich über Ihre Fragen und Anregungen per Mail an [perspektiven@helmholtz.de](mailto:perspektiven@helmholtz.de).

## Ihr Andreas Fischer

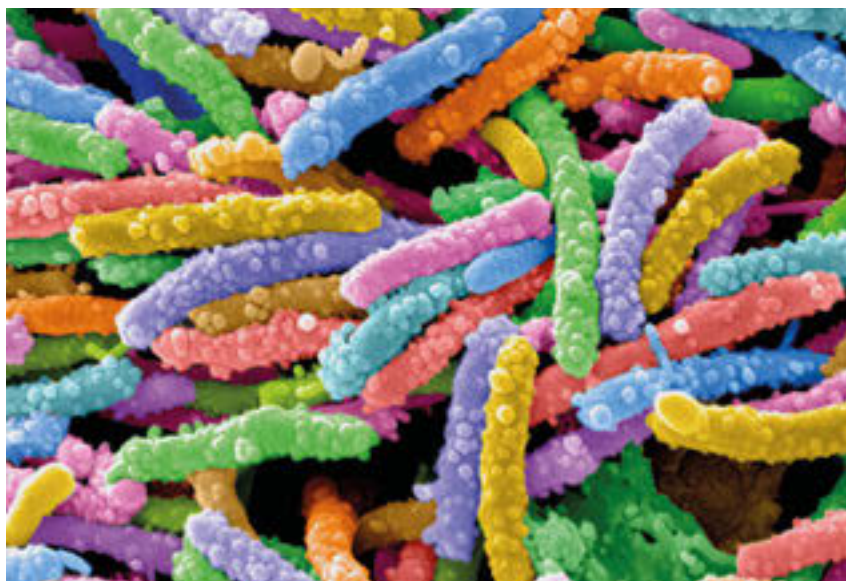
*Chefredakteur*



## Abonnement

Möchten Sie die Druckausgabe der Helmholtz Perspektiven kostenlos beziehen? Dann schreiben Sie eine Mail an: [perspektiven@helmholtz.de](mailto:perspektiven@helmholtz.de)





## TITELTHEMA

## 06 SCHÖN, DASS IHR DA SEID!

Bakterien sind unsere Freunde, so lautet die neue Devise in der Medizin. Spektakuläre Entdeckungen nähren die Hoffnung auf ungeahnte Therapien

## 12 DER MIKROBIOLOGE HAUKE HARMS IM INTERVIEW

## 03

### Helmholtz extrem

Diesmal: Das größte Fußgänger-Experiment der Welt

## 14

### Telegramm

## 17

### Nachgefragt!

Diesmal: Was ist Supersymmetrie?



## 18

### Kommt da noch was?

Das haben die Länder mit den Uni-Haushalten vor



## 22

### Eine Nummer kleiner

US-Wissenschaftler haben die Länge von Meeresriesen nachgemessen

## 24

### Alles kostenlos für alle?

Zwei Blickwinkel: Wolfram Koch und Doris Wedlich über Open Science

## 26

### Machet auf das Tor!

Ein Kommentar von Barbara Gillmann über junge Menschen, die aus Ausbildungsberufen an die Unis strömen

## 27

### Rot ist Rot, Gelb ist Gelb - oder doch nicht?

Eine Geschichte aus dem Journal für ungelöste Fragen



## 28

**Die gute und die böse Manipulation**  
Einblicke in die Gentechnik-Debatte zwischen Wissenschaftlern und ihren Kritikern



## 32

### Die Kunst der Forschung

Forscher und Künstler bearbeiten die großen Fragen des Lebens immer öfter gemeinsam



## 36

**Da ging ihm ein Licht auf**  
Godehard Wüstefeld im Porträt

## 38

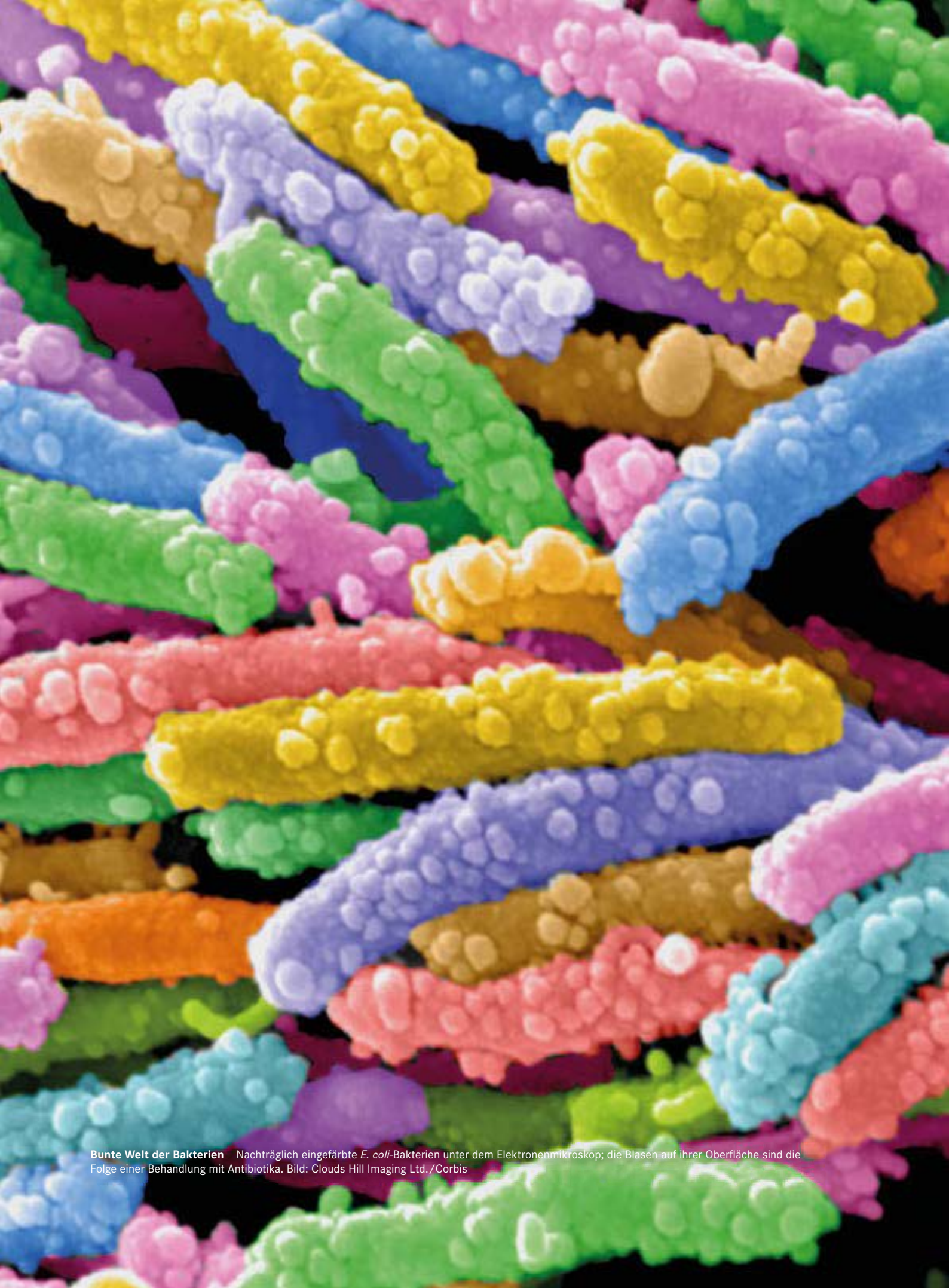
### Personalien

## 39

### Kleine Forscher

Magnetismus - die geheimnisvolle Kraft





**Bunte Welt der Bakterien** Nachträglich eingefärbte *E. coli*-Bakterien unter dem Elektronenmikroskop; die Blasen auf ihrer Oberfläche sind die Folge einer Behandlung mit Antibiotika. Bild: Clouds Hill Imaging Ltd./Corbis





# SCHÖN, DASS IHR DA SEID!

Bakterien sind unsere Freunde, so lautet die neue Devise in der Medizin.  
Spektakuläre Entdeckungen nähren die Hoffnung auf Therapien für Krankheiten,  
die bislang nicht behandelbar waren

**P**estbakterien in New Yorker U-Bahnen, resistente Superkeime in deutschen Unikliniken, Tuberkuloseerreger auf dem Vormarsch: Das sind nur einige Schreckensnachrichten, die wir fast täglich lesen. Und nicht nur Infektionen und Seuchen sind das Werk der Kleinstlebewesen: Auch bei Diabetes, Herzkrankheiten, Krebs, Übergewicht, Autismus und Depressionen mischen sie mit. Bakterien, so der naheliegende Schluss, sind gefährlich, eklig und überflüssig – also weg damit.

Eine putzige Idee. Die wahren Machtverhältnisse verkennt sie allerdings. Denn beherrscht wird unser Planet nicht etwa vom Menschen, sondern letztlich wohl von den winzig kleinen Lebewesen. Ohne Mikroskop bleiben sie dem menschlichen Auge verborgen, zehntausend von ihnen sind gerade einmal so groß wie ein Stecknadelkopf. Die Bakterien waren schon lange vor uns auf der Welt, sie schufen die sauerstoffhaltige Atmosphäre, ohne die wir nicht existieren könnten, und bis heute sind sie die Grundlage allen Lebens. Ihre Anzahl ist gewaltig, wie das Beispiel Mensch zeigt: Sein Körper besteht aus etwa zehn Billionen Zellen, aber auf und in ihm tummeln sich noch zehn Mal so viele Bakterien. Allein die Darmbakterien bringen annähernd zwei Kilogramm auf die Waage, das ist mehr als ein menschliches Gehirn wiegt. Näher erforscht sind nur wenige Tausend Spezies. Bis zu 99 Prozent aller Bakterienarten, so schätzen Fachleute, sind noch nicht beschrieben.

Derzeit erlebt die Bakterienforschung einen nie dagewesenen Boom. „Vor fünf Jahren konnte ich die Literatur auf meinem Gebiet noch gut verfolgen“, sagt Till Strowig, der Leiter der Nachwuchsgruppe Mikrobielle Immunregulation

am Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung. Inzwischen jedoch sei die Zahl der Neuveröffentlichungen kaum mehr zu überblicken, berichtet der Braunschweiger Forscher. Möglich wird der rasante Erkenntniszuwachs durch moderne Hochdurchsatz-Sequenzierverfahren. Mit ihnen lässt sich nicht nur das Erbgut bislang unbekannter Mikroorganismen schnell und kostengünstig entziffern, sie liefern auch einen Einblick in die Funktionsweise großer Mikrobengemeinschaften.

Schrittmacher des Fortschritts sind spektakuläre Großprojekte wie das Humane Mikrobiomprojekt (HMP), das die Besiedlung des Menschen mit Mikroorganismen untersucht. Es begann im Jahr 2008 und schon die ersten Ergebnisse – sie erschienen 2012 in renommierten Wissenschaftsmagazinen wie *Nature* – machten weltweit Schlagzeilen. Auf und im Körper des Menschen leben demnach mehr als 10.000 verschiedene Bakterienarten, allein in einem Gramm Darminhalt wimmeln bis zu eine Billion Kleinstlebewesen. In den einzelnen Organen fanden die HMP-Forscher ganz unterschiedliche Mikrobengemeinschaften – mit enormer Artenvielfalt im Darm und auf den Zähnen und einer auffallend geringen Diversität in der Vagina.

**Mensch und Mikrobe sind derart eng miteinander verwoben, dass manche von einem Superorganismus sprechen**

Zusammen besitzen alle Bakterien des Menschen etwa acht Millionen Gene – der Mensch selbst verfügt nur über 22.000 solcher Erbanlagen. Nun wird untersucht, wie sich das Mikrobiom eines Menschen – also alle in und auf ihm lebenden Mikroorganismen – im Lauf des Lebens verändert und welche Rolle es fürs Gesundbleiben und Krankwerden spielt.

Ohne Bakterien, das belegt die Forschung immer wieder eindrucksvoll, könnte der Körper nicht funktionieren. Sie versorgen ihn mit Nährstoffen und Vitaminen, entsorgen den Rest und schützen ihren Gastgeber vor allerlei Krankheiten. Ihre nützlichen Dienste versehen die Winzlinge sogar in Organen wie der Lunge, die früher als steril galt. Überraschend ist auch die Anhänglichkeit der kleinen Lebewesen: So bleibt das Muster der Darmbesiedlung über viele Jahre erstaunlich stabil, wie eine im Fachblatt *Science* erschienene Studie zeigte.

Mensch und Mikrobe scheinen derart eng miteinander verwoben zu sein, dass manche schon von einem Superorganismus sprechen. Wer bin ich und, wenn ja, wie viele, fragte flapsig ein philosophischer

## HISTORISCHES



1677 beschrieb der Niederländer Antoni van Leeuwenhoek erstmals von ihm mikroskopisch beobachtete Bakterien.



1876 entdeckte Robert Koch den Milzbranderreger *Bacillus anthracis*, 1882 den Schwindsuchtkeim *Mycobacterium tuberculosis*.



1928 begann Alexander Fleming mit der Entwicklung des keimtötenden Antibiotikums Penicillin.



1983 fanden die Australier Barry Marshall und John Robin Warren heraus, dass *Helicobacter pylori* Magengeschwüre verursacht.





Bestseller vor einigen Jahren. Noch mehr, antwortet die Bakterienforschung und zählt munter weiter.

Mit dem neuen Blick auf die Welt der Kleinstlebewesen verändert sich deren Einschätzung. Früher wurde vor allem das Negative betont, wurden sie als „feindliche Keime“ gesehen. Heute rückt das Positive und Nützliche in den Fokus. Bakterien sind unsere Freunde, heißt die neue Losung. Und was heute noch keine Freundschaft ist, kann schon morgen eine werden. Ein Beispiel dafür sind Bakterien der Gattung *Clostridium*, die im Boden und im Verdauungstrakt höherer Lebewesen vorkommen. Sie können dem Menschen schaden, lassen sich aber auch geschickt für seine Zwecke einspannen – etwa in der Krebstherapie. So gelang es US-Medizinern im vergangenen Jahr, Tumore durch die Injektion von genetisch entschärften *Clostridium novyi*-Bakterien zum Schrumpfen zu bringen. Diese Bakterienart findet sich praktisch überall und kann die tödliche Infektionskrankheit Gasbrand auslösen. Für ihr Wachstum braucht sie exakt die sauerstoffarme Umgebung, die im Inneren eines Krebsknotens vorherrscht. Nachdem sich die Behandlungsoption in Tierversuchen bewährt hatte, wandten die Forscher sie bei einer Frau mit einem fortgeschrittenen Tumor der Muskulatur an. Sie entwickelte zwar

Fieber und eine starke Entzündung, doch der Krebs ging zurück. Vermutlich töteten die Bakterien die Tumorzellen ab und rufen zusätzlich eine Abwehrreaktion des Immunsystems hervor, spekulieren die Mediziner. Bewährt sich ihr Verfahren in größeren Studien, könnte es künftig klassische Verfahren wie Chemo- und Strahlentherapie ergänzen.

Am Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in Berlin ist derzeit eine weitere Bakterientherapie im Test. Dabei wird ein Gen des Bakteriums *Clostridium perfringens* – es kann Lebensmittelvergiftungen auslösen – in Tumore der Bauchspeicheldrüse gespritzt. Das Gen enthält den Bauplan für einen bakteriellen Giftstoff, der in der Krebszelle produziert werden soll, um anschließend ihre Hülle zu zerlöchern und ihren Tod einzuleiten. Die Ergebnisse erster Tierversuche seien sehr ermutigend, berichtet der Studienleiter Wolfgang Walther. Binnen Kurzem seien die Tumore geschrumpft, das Krebsgewebe habe sich zersetzt. Eines Tages, hofft Walther, könnte seine Gentherapie während oder nach einer Operation helfen, letzte Tumorreste zu beseitigen. Und das nicht nur beim Bauchspeicheldrüsenkrebs, sondern auch bei Darmkrebs.

Gegen die Art *Clostridium difficile* hat die Medizin noch wenig in der Hand. Beim Menschen ►

**Bessere Technik liefert neue Einblicke** Mittels moderner Sequenzierverfahren haben Forscher viele neue Erkenntnisse über Bakterien gewonnen, sagt Till Strowig vom Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung. Bild: Hallbauer/Fioretto



#### Modernes Lesegerät

Michael Schlöter an einem Sequenzierer, mit dem man sehr große Mengen DNA in kurzer Zeit entschlüsseln kann. Bild: Petra Nehrmeier/Helmholtz Zentrum München

können sich die robusten Keime, die zur normalen Darmflora gehören, nach einer Antibiotikatherapie massenhaft vermehren und chronische Durchfälle hervorrufen. Eine neuartige biologische Therapie schlagen Wissenschaftler am European Molecular Biology Laboratory Hamburg vor: Dabei würden gentechnisch veränderte Bakteriophagen, das sind Viren, die nur Bakterien befallen, die Problemkeime entern, sie von innen perforieren und letztlich aufplatzen lassen. Die interessante Idee aus der Grundlagenforschung ist allerdings noch weit von einer Anwendung in der Praxis entfernt.

Erstaunliche Erfolge erzielen Ärzte bei diesen Durchfallpatienten heute bereits mit Stuhltransplantationen. Betroffene, bei denen alle sonstigen Therapien versagen, erhalten dabei kleine Mengen des Stuhls gesunder Spender mitsamt deren Darmbakterien. Fast immer siedeln sich die transplantierten Organismen an und weisen die *Clostridium difficile*-Mikroben in gesunde Schranken – die Methode kann bei mehr als 90 Prozent der Patienten den Durchfall kurieren, wie eine Studie mit zuvor vergeblich medikamentös Behandelten zeigte. Es

gibt bereits Stuhlbanken, um den Zugang zu Proben von infektiologisch voruntersuchten Spendern zu erleichtern. Aber noch ist die Therapie Einzelfällen vorbehalten. Schließlich ist das Verfahren relativ neu, Therapiestandards fehlen und die Langzeitfolgen sind bislang unklar. Zur Wachsamkeit mahnt jedenfalls ein Fall in den Vereinigten Staaten: Dort nahm eine zuvor normalgewichtige Patientin, die Stuhl von ihrer gesunden, aber fettleibigen Tochter erhalten hatte, nach der Transplantation stark zu und trotz entschiedener Abmagerungsversuche auch nicht wieder ab. Zwar sind die genauen Zusammenhänge noch nicht bekannt; in der behandelnden Klinik verwende man seither nur noch Stuhltransplantate von Personen ohne Übergewicht, berichteten die Autoren der Fallstudie unlängst.

„Wir stehen am Anfang einer ganz neuen Entwicklung und vieles muss sich erst noch weisen“, sagt Michael Schlöter, der Leiter der Abteilung Umweltgenomik am Helmholtz Zentrum München. Als der gelernte Pflanzen- und Bodenmikrobiologe seine Laufbahn vor zwanzig Jahren begann, hatte er es nur gelegentlich mit medizinischen Fragen zu



tun. Das habe sich gründlich geändert, berichtet Schlöter, heute betrachte man ökologische und gesundheitliche Aspekte zusammen. Eine folgerichtige Entwicklung, denn der Mensch sei für Mikroorganismen eines von vielen Ökosystemen, über deren Grenzen hinweg sie unentwegt miteinander kommunizieren. „Die Mikrobiome von Menschen, Tieren oder Pflanzen tauschen sich ständig aus – das passiert praktisch bei jedem Atemzug und bei jedem Händedruck“, sagt der Wissenschaftler. Dabei seien bestimmte Interaktionsmuster zu beobachten, die man allerdings erst ansatzweise verstehe.

Was Michael Schlöter in München, Till Strowig in Braunschweig und viele ihrer Fachkollegen weltweit eint, ist der Versuch, das sogenannte Kernmikrobiom exakt zu beschreiben. Unter diesem Begriff versteht man die mikrobielle Mindestausstattung, die ein Ökosystem braucht, um passabel zu funktionieren. „Im Pflanzenbereich sind wir schon sehr weit“, sagt Schlöter, „beim Menschen stehen wir aber noch am Anfang.“ Ziel sei es herauszufinden, wie Geschlecht, Alter, Herkunft und Lebenswandel das Kernmikrobiom beeinflussen. Mit diesem Wissen lassen sich künftig vielleicht individuelle Mangelzustände ermitteln und ausgleichen. Für die Medizin eröffnet das genauso neue Perspektiven wie für die Lebensmittelindustrie: Einige Konzerne forschen bereits intensiv auf diesem Feld.

Große Visionen geben Kraft für das Kleinklein des Laboralltags. Der wird in nächster Zeit um zwei Fragen kreisen: Mit welchen Organismen haben wir es zu tun? Und was können sie? Von den richtigen Antworten hänge viel ab, sagt US-Infektiologin Katherine Lemon vom Forsyth Institute in Washington: „Wie man eine Lebensgemeinschaft stört, wissen wir; wie wir sie wieder in einen gesunden Zustand versetzen, müssen wir noch lernen.“ ■

Lilo Berg

#### Literatur

- Bernhard Kegel: *Die Herrscher der Welt. Wie Mikroben unser Leben bestimmen*, DuMont Buchverlag, Köln 2015
- Hanno Charisius, Richard Friebe: *Bund fürs Leben. Warum Bakterien unsere Freunde sind*, Carl Hanser Verlag, München 2014
- Giulia Enders: *Darm mit Charme. Alles über ein unterschätztes Organ*, Ullstein Buchverlage, Berlin 2014
- Gerhard Gottschalk: *Welt der Bakterien. Die unsichtbaren Beherrscher unseres Planeten*, Wiley-VCH Verlag, Weinheim 2009

## REKORDE



Das älteste Lebewesen der Erde ist ein Bakterium namens *Bacillus permians*: Es ist schätzungsweise 250 Millionen Jahre alt und wurde im Jahr 2000 in einer Höhle in New Mexico entdeckt. In einer Nährlösung begann es wieder zu wachsen.



Das bisher größte Bakterium ist die sogenannte Schwefelperle von Namibia (*Thiomargarita namibiensis*). Mit einem Durchmesser von bis zu 0,75 Millimetern ist der Einzeller mit bloßem Auge sichtbar.



Temperaturweltrekordler ist *Pyrolobus fumarii*. Das Bakterium gedeiht bei Temperaturen von bis zu 113 Grad Celsius. Sinkt die Temperatur unter 90 Grad, kann es sich nicht mehr vermehren – es ist ihm einfach zu kalt.



Bakterien der Art *Clostridium botulinum* produzieren die stärksten bekannten Gifte. Die tödliche Dosis liegt bei 0,4 Nanogramm, mit einem Kilogramm könnte man die gesamte Menschheit auslöschen.



Beim Zungenkuss werden rund 80 Millionen Bakterien übertragen.



Extrem strahlenresistent ist das Bakterium *Deinococcus radiodurans*. Es übersteht sogar Megadosen von 10.000 Gray – ein Mensch würde bei 10 Gray sterben. *Deinococcus radiodurans* wurde in der Antarktis entdeckt, es kommt aber auch im Kühlwasser von Kernkraftwerken und im menschlichen Darm vor.



Überaus genügsam sind *Shewanella*-Bakterien: Sie ernähren sich von Elektronen, die sie zum Beispiel aus Gestein herauslösen können.



Evolution im Zeitraffer findet beim US-amerikanischen Langzeitversuch „*Escherichia coli* Long Term Evolution Experiment“ statt. Die in Nährlösung schwimmenden Bakterien teilen sich alle vier Stunden und haben inzwischen mehr als 60.000 Generationen hervorgebracht. Im Laufe der Entwicklung vergrößerte sich das Zellvolumen der Mikroben, so ein Befund, und auch ihre allgemeine Fitness nahm zu.

# „Wir können der Natur bei der Arbeit zuschauen“

Der Mikrobiologe Hauke Harms im Gespräch über die neuen Möglichkeiten der Bakterienforschung – und über die Frage, wie Bakterien sogar verseuchte Landstriche reinigen können

**Herr Professor Harms, seit mehr als zwei Jahrzehnten erforschen Sie Bakterien. Was hat Ihr Fach in dieser Zeit am meisten vorangebracht?**

Ganz klar: Dass man heute mit Sequenzierrobotern ganze Konsortien von Bakterien und ihre Funktionsnetzwerke untersuchen kann. Das hat unserer Forschung den entscheidenden Schub gegeben.

**Wann war das?**

Es begann gegen Ende der 1990er-Jahre. Vorher konnten wir nur einzelne Organismen isoliert anschauen. Dabei entgingen uns wesentliche Informationen darüber, wie Bakterien zusammenwirken: wie beispielsweise ihre Nahrungsketten aussehen, wie ihre Kooperation im Detail funktioniert und wer wem aus dem Weg geht. All das lässt sich heute genau erkennen – wir können der Natur sozusagen bei der Arbeit zuschauen.

**Das klingt faszinierend. Aber ist es auch nützlich?**

Ja, zum Beispiel beim mikrobiellen Abbau von Schadstoffen.

**Wie schaffen Bakterien das?**

Ein gutes Beispiel ist der Umweltschadstoff Methyltertiärbutylether (MTBE). Das ist ein Kohlenwasserstoff, der als Antiklopffmittel im Benzin eingesetzt wird und bei Havarien ins Grundwasser gelangen kann. Innerhalb von wenigen Jahrzehnten haben bestimmte Bakterien die Fähigkeit erworben, den Stoff zu knacken. Sie werden derzeit zum Beispiel mit Erfolg bei einer Sanierung am Chemiestandort Leuna in Sachsen-Anhalt eingesetzt.

**Woran erkennen Sie nach einer solchen Sanierung, dass die Schadstoffe auch wirklich beseitigt sind?**

Das geschieht klassischerweise durch chemische Analysen. Aber auch hier lassen sich spezialisierte Bakterien nutzen. Die Umweltmikrobiologie kann die Diagnostik sogar erheblich vereinfachen. Wir müssen heute zum Beispiel kein schweres Gerät mehr nach Bangladesch schaffen, um den Arsengehalt des Grundwassers zu ermitteln – ein Laborkoffer genügt.

## FRISCHES GRUNDWASSER DANK BAKTERIEN

Der wissenschaftliche Name der nur ein bis zwei tausendstel Millimeter großen Bakterien ist *Aquicola tertiarycarbonis*. Der UFZ-Mikrobiologe Thore Rohwerder hat die Winzlinge vor mehr als zehn Jahren in Grundwasserproben auf der Fläche der ehemaligen Leuna-Werke gefunden. Das Bakterium hat einen perfekten Stoffwechsel geschaffen, um MTBE mithilfe von Sauerstoff zu Kohlendioxid abzubauen. Es hat sich genetisch hervorragend an die schwierigen Umweltbedingungen angepasst.

Millionen dieser Bakterien verwerten in den Filter- und Grabensystemen die Schadstoffe (Bild rechts). Das scheinbar einfache naturnahe Verfahren ist ein Ergebnis langwieriger Forschung, denn das Bakterium ließ sich nur schwer isolieren. Anschließend haben die Biotechnologen Manfred van Afferden und Roland Müller die insgesamt 20 Schritte zum Abbau der Schadstoffe entschlüsselt und die idealen Lebensbedingungen der Bakterien nachgestellt. Anhand dieser Erkenntnisse konnten die Forscher dann das Konzept für die großtechnische Anlage entwickeln.





***Trotz dieser beeindruckenden Fortschritte: Es gab eine Zeit, in der die Umweltmikrobiologie mehr Schlagzeilen machte als heute.***

Das stimmt, in den 1970er-Jahren herrschte eine regelrechte Euphorie. Damals wurden erstmals Bakterien entdeckt, die Schadstoffe abbauen können. Mit der Zeit musste man jedoch erkennen, dass sich die guten Ergebnisse aus dem Labor praktisch nie in die reale Umwelt übertragen ließen. Das hat mit einem Faktor zu tun, den wir Bioverfügbarkeit nennen: Im Labor bekommt das einzelne Bakterium seinen passenden Schadstoff mundgerecht serviert; draußen in der Natur finden Gift und Mikrobe aber nur schwer zueinander. Also begann man zunächst damit, den Boden tonnenweise auszuheben und zu mischen, um ein paar Gramm Schadstoffe zu ein paar Gramm Bakterien zu bringen. Das ist natürlich ein hochgradig uneffektives Vorgehen.

#### ***Was ist die bessere Strategie?***

Die Natur macht es uns vor, wir müssen es nur erkennen und nachmachen. Das ist die Grundidee, und so versucht man heute, ein passendes ökologisches System im verseuchten Boden zu schaffen – zum Beispiel mit Hilfe von Pilzen, an deren netzartigen Fortsätzen die Bakterien entlangwandern können. Fachleute sprechen vom Fungal Highway: Wie auf einer Autobahn erreichen die Mikroben ihren Schadstoff.

#### ***Und wie kommen die Pilze in den Boden?***

Pilze mögen Stroh. Also mischt man eine Ladung davon in die Erde.



**Hauke Harms** leitet den Bereich Umweltmikrobiologie am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) in Leipzig. Auf dem Gebiet der Bakterienforschung ist er seit mehr als 25 Jahren aktiv. 1990 gelang ihm der Nachweis, dass Bakterien Dioxin abbauen können. Für die Entwicklung eines Biosensors für Arsen im Trinkwasser erhielt er im Jahr 2010 den Erwin-Schrödinger-Preis.  
→ [www.helmholtz.de/schroedinger](http://www.helmholtz.de/schroedinger)

#### ***Und alles Weitere geht von selbst?***

Ja, im Boden funktioniert das ähnlich wie im Abwasser der Kläranlagen, auch wenn die Prozesse im Boden komplexer sind. Aber in beiden Situationen passen wir uns inzwischen an die Bedingungen der natürlichen Umwelt an – das ist der wesentliche Unterschied zu früher. Dieser Paradigmenwechsel hat übrigens auch juristische Konsequenzen.

#### ***Inwiefern?***

Früher hielt man es für erforderlich, den verunreinigten Boden wegzuschaffen. Heute genügt oft der Nachweis, dass eine mikrobielle Selbstreinigung stattfindet. ■

Interview: **Lilo Berg**





**Ästhetischer Rohstoff** Besonders reine Silizium-Kristalle werden zum Beispiel für Solarzellen benötigt, ihre Herstellung verschlingt aber viel Energie.  
Bild: TRUMPF Hüttinger

# Telegramm

Forschung +++ Forschungspolitik +++ Termine

## Sparpaket für die Industrie

Leistungsfähigere Akkus, energieeffizientere Lampen oder Solarzellen für das Dach – die Industrie versorgt uns mit zahlreichen Innovationen, die den Energieverbrauch und damit den Kohlendioxid-Ausstoß ( $\text{CO}_2$ ) senken. Doch oft frisst die Produktion dieser Energiespar-Technik selbst viel Energie. Das Problem wollen Forscher in einem Verbundprojekt angehen. Sie untersuchen am Lichttechnischen Institut des Karlsruher Instituts für Technologie gemeinsam mit Industriepartnern, wie hoch der Wirkungsgrad der Systeme ist, auf denen die Stromversorgung industrieller Prozesse basiert. Einer dieser Prozesse, den die Helmholtz-Forscher

unter die Lupe nehmen, ist das Zonenschmelzverfahren. Es kommt zum Einsatz, wenn hochreine kristalline Werkstoffe wie Silizium-Einkristalle hergestellt werden, die für den Bau von Solarzellen benötigt werden. Dazu wird diese Substanz in einem schmalen Bereich geschmolzen. Während die Schmelzzone weitergeführt wird, kristallisiert die Substanz dahinter reiner als zuvor. Bislang haben die gängigen Zonenschmelzanlagen einen elektrischen Wirkungsgrad von höchstens 65 Prozent. Würde die Stromversorgung für die Schmelzanlage auf Siliziumkarbid umgestellt, einen speziellen Leistungshalbleiter, ließe sich der Wirkungsgrad auf über 80 Prozent steigern. Bei einer Großanlage könne das bis zu 200.000 Kilowattstunden Strom und damit 109 Tonnen  $\text{CO}_2$  pro Jahr sparen.



## Protein macht Krebs aggressiver

Wissenschaftler vom Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg haben ein Protein identifiziert, das Bauchspeicheldrüsenkrebs schon in einem frühen Stadium stark streuen lässt. Krebszellen, die besonders viel von diesem Protein mit der Bezeichnung CD95 auf ihrer Oberfläche tragen, sind auch besonders bösartig und können neue Tumore bilden. Dass diese Eigenschaft tatsächlich mit CD95 zusammenhängt, haben die Forscher mit einem Wirkstoff nachgewiesen, der die Aktivierung des Proteins hemmt. In der Folge bildeten sich kleinere Tumore und weniger Metastasen. Der Wirkstoff ist bereits in der klinischen Erprobung.

## Bibliothek in der Antarktis

In einem grünen Container mitten im Eis der Antarktis verbirgt sich seit nunmehr zehn Jahren die südlichste Bibliothek Deutschlands. Sie enthält zurzeit rund 700 Bücher, die deutsche Künstler, Schriftsteller, Musiker und Wissenschaftler gespendet haben. In persönlichen Widmungen erläutern sie, warum sie gerade dieses Buch ausgewählt haben. Die „Bibliothek im Eis“ war eine Idee des Kölner Künstlers Lutz Fritsch, der an Bord des Forschungseisbrechers Polarstern in den 90er-Jahren erstmals die Neumayer-Station des Alfred-Wegener-Instituts besuchte. Auf seiner zweiten Reise vor zehn Jahren richtete er dann die Bibliothek für die Forscher ein.



**Kultur im Eis** Die Container-Bibliothek in der Antarktis feiert 10-jähriges Bestehen. Bild: Lutz Fritsch

## Vor 1000 Jahren: Stadtflucht durch Klimawandel

Schon vor über 1000 Jahren war der Klimawandel ein brisantes gesellschaftliches Thema: So wurde die präkolumbianische Stadt Cantona zwischen 900 und 1050 n. Chr. von ihren seinerzeit 90.000 Einwohnern aufgrund klimatischer Veränderungen aufgegeben. Das hat eine internationale Forschergruppe aus Geologen, Klimatologen und Historikern herausgefunden. Anhand von Bohrkernen aus den Sedimenten eines Maarsees

konnten Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums Potsdam (GFZ) nachweisen, dass die Niederschlagsmengen in der Region zwischen 500 und 1150 n. Chr. deutlich zurückgegangen sind. Ihre Schlussfolgerung: Da die Menschen stark von der Landwirtschaft abhängig waren, sei es zu politischen Unruhen und schließlich zur Aufgabe der Stadt gekommen.



**Klimaarchiv** Der Maarsee Aljojuca in Mexiko hat in seinen Sedimenten Klimadaten gespeichert. Bild: Ulrike Kienel/GFZ

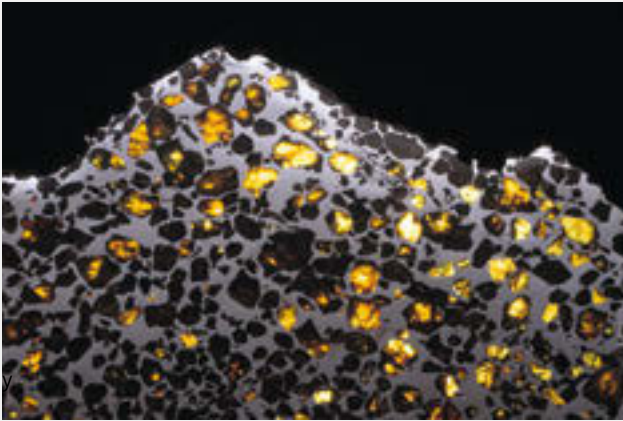
## Wie erkennt man Herz-Kreislauf-Erkrankungen?

Erhöhte Werte der Aminosäure Phenylalanin und einfach ungesättigter Fettsäuren im Blut steigern das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen wie Schlaganfall und Herzinfarkt. Hohe Werte von Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren hingegen senken das Erkrankungsrisiko. Das hat eine internationale Forschergruppe unter finnischer Leitung und Beteiligung des Helmholtz Zentrums München herausgefunden. Die Wissenschaftler haben Blutproben von über 13.000 gesunden Probanden im Alter von 48 bis 69 Jahren untersucht und den Gesundheitszustand der Probanden über zehn Jahre beobachtet. Die dabei von ihnen entdeckten biologischen Merkmale – sogenannte Biomarker – stünden nicht im Zusammenhang mit bekannten Risikofaktoren wie Cholesterin oder Bluthochdruck. Sie sollen eine frühere Vorsorge ermöglichen.

## Meteorit speichert Magnetfeld über Milliarden Jahre

Forscher der Universität Cambridge konnten in Meteoriten magnetische Spuren aus dem frühen Sonnensystem nachweisen. Das ergaben Untersuchungen mithilfe der Röntgenquelle BESSY II am Helmholtz-Zentrum Berlin. Bislang gingen die Forscher davon aus, dass sich magnetisierte Partikel in Gesteinen immer wieder nach dem sie umgebenden Magnetfeld ausrichten. Die nun in dem Meteoriten entdeckten winzigen Nanopartikel aus Tetrataenit, einem superharten magnetischen Material, weisen hingegen eine extrem stabile magnetische Orientierung auf: Sie haben das Magnetfeld des Asteroiden, aus dem der Gesteinsbrocken einst ausgeschlagen wurde, über Milliarden Jahre hinweg gespeichert. Mit Computersimulationen können die Forscher

das Magnetfeld rekonstruieren und so auch Rückschlüsse darauf ziehen, wie sich Magnetfelder fester Himmelskörper entwickeln.



**Kosmische Festplatte** Winzige Nanopartikel im „Pallasite Meteorit“ haben magnetische Informationen des frühen Sonnensystems gespeichert.  
Bild: National History Museum London

## Training für den Klimawandel

Die Weibchen des Dreistachligen Stichlings, einer auf der gesamten Nordhalbkugel verbreiteten Fischart, stimmen ihren Nachwuchs bereits vor der Zeugung auf die Wassertemperatur ein, in der sie leben. Helmholtz-Forscher vom Alfred-Wegener-Institut haben herausgefunden, dass die Stichlings-Weibchen mit ihren Eizellen bereits angepasste Mitochondrien an die Nachkommen weitergeben. Mitochondrien versorgen die Zellen mit Energie. Lebt der Fisch in wärmerem Wasser, sind die Mitochondrien darauf trainiert und versorgen später auch die Zellen der Nachkommen bei höheren Wassertemperaturen besser mit Energie. Das könnte den Stichlingen schon bald zugutekommen, denn laut Prognosen soll die Nordsee bis 2100 im Sommer um durchschnittlich vier Grad wärmer werden.

## EU will Energieunion für Klimaziele

**Helmholtz-Büro Brüssel:** Mit einer sogenannten Energieunion will die EU-Kommission dafür sorgen, dass die europäischen Energie- und Klimaziele bis 2030 erreicht werden. Zu den Zielen der Energieunion gehören unter anderem ein gemeinsamer Energiebinnenmarkt sowie die Erhöhung der Versorgungssicherheit, indem weniger Energie importiert und die Stromerzeugung diversifiziert wird. Zudem sollen Forschung und Investitionen im Energiebereich gestärkt werden. Diese neuen Prioritäten schlagen sich auch institutionell nieder: In der EU-Kommission gibt es nun einen Vize-Präsidenten für die Energieunion, Maroš Šefcovic. Er soll die Arbeit der betroffenen Kommissare koordinieren, denen er übergeordnet ist. Mit der Energieunion will die Kommission dazu beitragen, dass die Ziele des Post-Kyoto-

Abkommens erreicht werden, das auf der UN-Klimakonferenz Ende 2015 verabschiedet werden soll.

## Neues Abkommen mit Russland

**Helmholtz-Büro Moskau:** Im Rahmen des 10-jährigen Jubiläums der Helmholtz-Außenstelle in Moskau hat die Helmholtz-Gemeinschaft im Februar ihre Zusammenarbeit mit dem Russischen Wissenschaftsfonds bekräftigt und ein Kooperationsabkommen mit dem Nationalen Forschungszentrum „Kurchatov-Institut“ geschlossen. Ziele dieses Abkommens sind beispielsweise gemeinsame Projekte zur Erforschung von Materie und Materialien sowie deren Eigenschaften mithilfe von Photonen-, Neutronen- und Ionenstrahlung. Um den wissenschaftlichen Nachwuchs stärker zu fördern, sollen außerdem gemeinsame Workshops, Konferenzen und Arbeitstreffen für Studenten, Doktoranden und junge Wissenschaftler stattfinden. Trotz des politisch schwierigen Umfelds soll die Partnerschaft mit russischen Forschungseinrichtungen gestärkt werden. Helmholtz-Präsident Jürgen Mlynek sagte dazu: „Unsere Hoffnung ist, dass Wissenschaft Brücken bauen kann.“

Andreas Fischer

## Termine

**26.03.2015**

### Vortrag über Hermann von Helmholtz (Englisch)

„Hermann von Helmholtz as a Philosopher: At the Crossroads between Modern Science and German Idealism“

Liesbet De Kock vom Centre for Logic and Philosophy of Science der Freien Universität Brüssel

17 Uhr, Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg

**26.04.2015**

### Helmholtz-Humboldt-Sonntagsvorlesung

„In die Stadt oder aufs Land – Wo leben wir besser?“

Gemeinsame Vorlesung der Helmholtz-Gemeinschaft und der Humboldt-Universität zu Berlin mit anschließender Diskussion

11 Uhr, Senatssaal der Humboldt-Universität, Unter den Linden 6

→ [www.helmholtz.de/sonntagsvorlesung](http://www.helmholtz.de/sonntagsvorlesung)

**05. - 07.05.2015**

### re:publica - Finding Europe

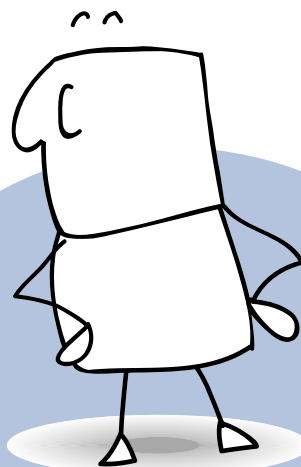
Konferenz zur digitalen Gesellschaft; Subkonferenz in Kooperation mit dem Wissenschaftsjahr 2015 – Zukunftsstadt

Veranstaltungsort: STATION, Luckenwalder Str. 4–6, 10963 Berlin

→ [www.re-publica.de](http://www.re-publica.de)



Alle Ausgaben von  
Nachgefragt!:  
→ [www.helmholtz.de/  
nachgefragt](http://www.helmholtz.de/nachgefragt)



# Nachgefragt!

Diesmal: Was ist Supersymmetrie?

**Superpartner** Jedes Teilchen hat einen supersymmetrischen Partner. Zum Beispiel auf der einen Seite das Elektron, auf der anderen das „skalare“ Elektron.  
Bild: Fotolia/christophe BOISSON

Wie bei einem Eisberg sehen wir auch beim Universum nur den kleinsten Teil. Der Rest besteht aus dunkler Materie und dunkler Energie, über die wir nur wenig wissen. Mit riesigen Teilchenbeschleunigern suchen Physiker nach der Supersymmetrie. Ihre Existenz würde uns helfen, die Zusammensetzung dunkler Materie zu verstehen. Doch kann etwas symmetrischer als symmetrisch sein? Wilfried Buchmüller vom Deutschen Elektronen-Synchrotron erklärt:

„Mit Symmetrie verbinden wir meist räumliche Symmetrie. Etwa bei einem Bild oder einer Form. Im Standardmodell der Physik denken wir bei Symmetrien aber an etwas Anderes, an die Kräfte zwischen Teilchen: Bleibt zum Beispiel die Kraft zwischen zwei Materieteilchen nach Umkehrung der elektrischen Ladungen gleich, sprechen wir von einer Symmetrie. Die verschiedenen Kräfte im Standardmodell besitzen eine Reihe solcher Symmetrien. Laut Standardmodell gilt: Je kleiner die Abstände zwischen den Materieteilchen, desto ähnlicher sind sich die mathematischen Formeln, die die dort wirkenden Kräfte beschreiben. Wir sagen, dass die Theorie symmetrischer wird. Weitergesponnen dürften sich

auch die letzten Unterschiede irgendwann aufheben. Unser Ziel ist, alle Kräfte – auch die Schwerkraft – und alle Teilchen aus einem einheitlichen Symmetrieprinzip zu erklären, der Supersymmetrie. Aber noch gibt es den grundlegenden Unterschied zwischen Materieteilchen und den Teilchen, die Kräfte übertragen. Zwar sind es verschiedene Arten von Teilchen, aber die Theorie der Supersymmetrie kann sie mathematisch verbinden. Wir vermuten, dass jedes Teilchen noch einen versteckten supersymmetrischen Partner, einen Superpartner, hat: Eine Hälfte der Materie wird durch ihr Spiegelbild vervollständigt. In supersymmetrischen Theorien ist ein solcher Superpartner der Baustein der dunklen Materie. Wenn nun die Teilchenarten gemeinsam auftreten, werden sich durch die Superpartner alle Kräfte ähnlicher. Unsere Hoffnung ist, dass wir unsere „SUSY“ auch endlich in der Realität nachweisen können. Und zwar, indem wir die Superpartner finden. Sie würden eine Schlüsselrolle dabei spielen, die Anfänge unseres Universums zu verstehen.“

Nachgefragt hat **Kristine August**

# Kommt da noch was?

Alle reden davon, dass die Hochschulen in Deutschland mehr Geld brauchen. Der Bund hat mit der Übernahme der BAföG-Kosten von 2015 an die Länder entlastet. Trotzdem wird in vielen Bundesländern erstmal weiter gespart



Deutschlands Studenten haben den politischen Protest wiederentdeckt. Sie ziehen mit Trillerpfeifen durch die Städte und skandieren: „Bildung krepert“, „Uni ohne Geld“ oder „Her mit unserer Kohle“. So waren Ende vergangenen Jahres 3000 Hochschüler aus Sachsen-Anhalt in Halle auf der Straße, ein paar Tage später 2500 in der schleswig-holsteinischen Landeshauptstadt Kiel. Vor einigen Wochen dann haben Demonstranten eine Sitzung des Akademischen Senats der Universität Bremen blockiert. Mit den Aktionen richten sie sich an die Landesregierungen: Ihnen werfen die Studenten vor, die Hochschulen kaputtzusparen. Sie beschwerten sich über marode Gebäude, überfüllte Hörsäle, unterbezahlte Lehrkräfte – und die geplante Streichung ganzer Studiengänge.

In der Tat: Die für die Hochschulen vorgesehenen Budgets in den Landeshaushalten sind oft dürrftig. Während die Studentenzahlen in den vergangenen Jahren immer weiter in die Höhe

schnellten, zuletzt auf einen Höchststand von 2,7 Millionen, stiegen die Grundmittel vielerorts kaum. Im Gegenteil. Laut einer Studie des Forschungsinstituts für Bildungs- und Sozialökonomie (FIBS) sind die Beträge zuletzt auf ganz Deutschland bezogen sogar gesunken. Demnach haben die Bundesländer 2011 pro Student im Schnitt 1400 Euro weniger ausgegeben als noch im Jahr 2000 – und das, obwohl die Länder und nicht etwa der Bund die Hauptfinanziers der Hochschulen sind. Schließlich sollen im föderalen deutschen System die Länder mit ihren Zahlungen an die Hochschulen den laufenden Betrieb in Lehre und Forschung sichern. Die Rolle des Bundes war es bislang, für Projekte Geld obendrauf zu legen. So steckt er beispielsweise allein in den kommenden acht Jahren knapp zehn Milliarden Euro in den Hochschulpakt.

Dass auch in absehbarer Zeit für Universitäten und Fachhochschulen kein Geldregen zu erwarten ist, haben Recherchen der Helmholtz-Gemeinschaft



**Gegen Kürzungen** Bremer Studenten besetzten im Dezember 2014 den Raum, in dem der Akademische Senat tagen wollte. Bild: Christina Kuhaupt

ergeben. Die zuständigen Ministerien der 16 Bundesländer waren aufgerufen, die Grundmittelbudgets für die kommenden Jahre zu nennen. Das Ergebnis: Einige Bundesländer wie Bayern, Baden-Württemberg oder Niedersachsen planen zwar deutliche Aufstockungen der Grundbeträge. Aber in den meisten anderen Ländern bleiben große Sprünge aus. In Sachsen-Anhalt und dem Saarland wird sogar gekürzt. Die Empfehlung des Wissenschaftsrats, dem wichtigsten Beratungsgremium von Bund und Ländern in der Wissenschaftspolitik, lautet, die Grundmittel der Hochschulen um mindestens ein Prozent über der Inflationsrate (die im vergangenen Jahr 0,9 Prozent betrug) aufzustocken. Für 2015 verfehlen dieses Ziel derzeit sieben Länder. Annet Kramp-Karrenbauer, CDU-Ministerpräsidentin des Saarlandes, wirbt um Nachsicht: „Vielleicht gibt es die vom Wissenschaftsrat empfohlenen Aufstockungen noch nicht in der großen Breite. Aber die Anstrengungen der Länder, die finanzielle Situation

ihrer Hochschulen zu verbessern, sind unübersehbar.“ Das Bewusstsein für die Notwendigkeit einer solchen Politik sei alles in allem gestiegen.

Das hat auch mit dem Bund zu tun. Der hatte den Ländern im Mai vergangenen Jahres eine Steilvorlage geliefert, um die Geldhähne kräftiger als bisher aufzudrehen. Damals verkündete die Große Koalition, dass der Bund künftig die BAföG-Finanzierung allein übernehmen werde. Ein Deal, der die Länderhaushalte jährlich um schätzungsweise 1,17 Milliarden Euro entlastet. Dieses Geld sollten die Länder in die Bildung investieren. Darüber hinaus gab es aber ein weiteres, ein unüberhörbares Signal: mehr Großzügigkeit in den Hochschuletats an den Tag zu legen. Im Interview mit dem Journal des Deutschen Studentenwerks wählte Bundesbildungsministerin Johanna Wanka (CDU) im vergangenen Herbst deutliche Worte: „Die Länder müssen doch selbst das größte Interesse daran haben, dass ihre Hochschulen und Schulen erfolgreich sind. ►





**Wanka warnt** Die Länder müssen sich vor den Wählern verantworten, wenn sie die eingesparten BAföG-Mittel nicht in die Bildung stecken, sagt die Bundesministerin. Bild: picture alliance

Wenn sie das Geld anderweitig verwenden, ist das in ihren Haushalten leicht erkennbar. Und sie werden sich dafür ihren Wählerinnen und Wählern gegenüber verantworten müssen.“

Tatsächlich haben einige Länder dem BAföG-Geldregen Taten folgen lassen. Zum Beispiel Niedersachsen: Dort steigen die Grundmittel um knapp 5,4 Prozent, von 1,71 Milliarden Euro im Jahr 2014 auf 1,8 Milliarden Euro im Jahr 2015. Ein Entgegenkommen, das den Finanzverwaltungen der Hochschulen Luft verschafft. Denn die Budgetplaner stehen hier wie anderswo unter Druck – vor allem heruntergekommene Hochschulbauten müssen dringend renoviert werden. Wissenschaftsministerin Gabriele Heinen-Kljajic (Grüne) spricht von einem Sanierungsstau in Höhe von knapp drei Milliarden Euro.

Auch Rheinland-Pfalz erhöht die Grundmittel. Sie steigen um etwa 5,1 Prozent auf 954 Millionen Euro. Die Großzügigkeit hat damit zu tun, dass 25 Millionen Euro aus den freigewordenen BAföG-Mitteln eingeflossen sind.

Bayern verteilt 4,92 Milliarden Euro im Jahr 2015 an die Hochschulen – eine Steigerung um etwa 3,1 Prozent im Vergleich zum Vorjahr. Damit bleibt sich die CSU-Landesregierung treu. Bereits zwischen 2013 und 2014 waren die Grundmittel erhöht worden, damals sogar um knapp 3,7 Prozent. Und die relative Großzügigkeit überrascht nicht. Die

Wirtschaft boomt, das Steueraufkommen ist gewaltig, der finanzpolitische Spielraum ebenso.

In Baden-Württemberg, dem anderen süddeutschen Flächenstaat, wird ebenfalls mehr Geld als bisher in die Kassen der Hochschulen gespült. Die Landesregierung verspricht den Hochschulen eine sukzessive Steigerung der Grundfinanzierung – von 2,47 Milliarden Euro im Jahr 2014 auf knapp über drei Milliarden Euro im Jahr 2020. Wissenschaftsministerin Theresia Bauer (Grüne) gab gleich einen Verwendungstipp. „Die Hochschulen haben damit nun die Freiheit, bis zu 3800 neue Stellen in der Grundfinanzierung einzurichten.“ Um einen Teil der Aufstockung zu finanzieren, haben die Haushaltsjongleure allerdings getrickst. So werden in Zukunft Mittel, die projektgebunden an die Hochschulen geflossen sind, in die Grundfinanzierung überführt.

Auch etwas weiter nördlich, in Hessen, scheinen Wankas Worte Gehör gefunden zu haben. Der hessische Wissenschaftsminister Boris Rhein (CDU) hat Anfang März erklärt, nicht nur die BAföG-Mittel komplett an die Hochschulen weiterzureichen. Insgesamt werden die Bildungseinrichtungen in den Jahren 2016 bis 2020 eine Milliarde Euro mehr erhalten als in den fünf Jahren zuvor. Und Thüringen lässt demnächst ebenfalls mehr Geld springen: Das Bundesland wird in den Jahren 2016 bis 2019 insgesamt 1,8 Milliarden Euro an seine Hochschulen verteilen, das sind etwa 19,5 Prozent mehr als zwischen 2012 und 2015.

Der Rest der Republik steht weitgehend im Schatten dieses Spitzenfelds. So zum Beispiel Nordrhein-Westfalen, wo das Wissenschaftsministerium die Mittel um gerade einmal 1,9 Prozent erhöht, oder Bremen, das dieses Jahr knapp 1,1 Prozent mehr aufwenden will. Manchmal macht die Inflation aus einem Grundmittel-Plus sogar ein reales Minus – in Hamburg etwa (geplante Aufstockung: 0,88 Prozent) oder in Schleswig-Holstein (0,36 Prozent). Immerhin hat die Kieler Landesregierung angekündigt, im Jahr 2016 spendabler zu sein – dann steigen die Mittel um 3,09 Prozent.

Was aber nichts am Gesamtbild ändert: Häufig herrscht haushaltspolitisches Zaudern – zu wenig, um einer immer größer werdenden Schwemme von Studenten passable Studienbedingungen garantieren zu können.

Düster sieht es dort aus, wo der Rotstift regiert. In Sachsen-Anhalt sinken die Grundmittel für die Hochschulen in diesem Jahr um 1,5 Prozent auf 324,3 Millionen Euro – und stagnieren bis 2019 auf diesem Niveau. Im gleichen Zeitraum soll jeder zwanzigste Studienplatz gestrichen werden. Im Saarland sollen die Hochschulen 0,39 Prozent

weniger bekommen, das ist eine Reduzierung auf 210,8 Millionen Euro für 2015. Dort hat sich mittlerweile ein „Bündnis zur Rettung der Hochschulen im Saarland“ zusammengeschlossen, darunter Gewerkschaften, Oppositionsparteien und Studentenausschüsse. Ihr Ziel ist die Anhebung des Hochschulniveaus auf den Bundesdurchschnitt. Die ausgegebenen Grundmittel pro Student liegen derzeit deutlich unter diesem Wert. Die Saar-Uni soll von bislang acht auf sechs Fakultäten verkleinert werden. Besonders umstritten ist die geplante Verschmelzung von Wirtschafts- und Humanwissenschaften. Dazu soll das Lehramtsstudium in einigen Fächern auslaufen.

### Eine Spitzengruppe, viel Mittelmaß und einige Abgehängte

Andererseits hat es die saarländische Landesregierung bei der Mittelzuweisung auch besonders schwer. Das Bundesland steht wegen einer drohenden Haushaltsnotlage unter besonderer Beobachtung des Stabilitätsrats, jenes politischen Gremiums, das die Finanzplanung von Bund und Ländern überwacht. Bremen und Schleswig-Holstein sind übrigens aus dem gleichen Grund zu Sparkursen verdonnert – was eine Erklärung für die eher bescheidenen Hochschulbudgets in diesen Ländern liefert.

Anderen Bundesländern indes steht diese Ausrede nicht zur Verfügung. Allen voran Hamburg: Die Hansestadt verfügt über die bundesweit höchste Wirtschaftsleistung pro Kopf, und doch sollen die Hochschulbudgets kaum zunehmen. Eine offensichtliche Schieflage, die seit Monaten heftig in der Stadt diskutiert wird – und die nun nach der Bürgerschaftswahl vom Februar korrigiert werden könnte. Die SPD, die ihre absolute Mehrheit verloren hat, wird wahrscheinlich eine Koalition mit den Grünen eingehen. Die wiederum wird wohl auf eine Erhöhung der Budgets um jeweils jährlich bis zu vier Prozent pochen.

Ein Spitzenfeld, viel Mittelmaß, einige Abgehängte: Dieter Dohmen, Direktor des Forschungsinstituts für Bildungs- und Sozialökonomie, befürchtet, dass sich dauerhaft eine „Zwei-Klassen-Gesellschaft in der Hochschullandschaft“ entwickeln könnte. Auf der einen Seite gibt es die finanzpolitischen Musterschüler, besonders in Süddeutschland. Deren Länderhaushalte lassen veritable Budgets zu. Auf der anderen Seite gibt es ein breites Feld aus Flickschustern, die bloß den Man-

gel verwalten. Dort wären die Hochschulen davon abhängig, ob der Ministerpräsident oder die Ministerpräsidentin ein besonderes Faible für die Bildung hat. Ein Hemmschuh, sagt Dohmen, sei vor allem die Schuldenbremse, die von den Bundesländern ausgeglichene Haushalte bis 2020 einfordert. „Sie zwingt viele finanzschwache Länder zu erheblichen Einsparungen – das wird auch den Bildungsbereich treffen.“ Die Befreiung von der BAföG-Finanzierung entfaltet derweil entgegen der Appelle Wankas noch keine flächendeckende Wirkung.

Immerhin, zwei Hoffnungsschimmer gibt es: Die Nachricht, dass einige Länder ihren Hochschulen zum ersten Mal seit vielen Jahren spürbar mehr Geld überweisen, ist auch in den Ländern, die weiter sparen, angekommen – und zwar sowohl bei den Rektoren als auch bei den zuständigen Ministern und Regierungschefs. Zudem steigt die Sorge, im Wettbewerb um die besten Studenten und die schlauesten Hochschullehrer abgehängt zu werden, genauso wie der Erwartungsdruck auf die Regierenden. So könnte die Wissenschaft doch noch nach oben kommen in der politischen Agenda, der Sog der Finanzstarken die Finanzschwachen hinter sich herziehen.

Auch der Bund könnte künftig eine neue Rolle spielen. Seit diesem Jahr darf er sich an der Grundfinanzierung der Hochschulen beteiligen. Ein Aufweichen der Föderalismus-Strukturen, für die Ende 2014 nach jahrelanger Diskussion eigens das Grundgesetz geändert wurde. Neben der üblichen Finanzierung von Forschungsprojekten und Sonderprogrammen könnte der Bund damit auch einzelnen Hochschulinstitutionen unter die Arme greifen. Vielleicht auch darbedenden Fakultäten im Saarland?

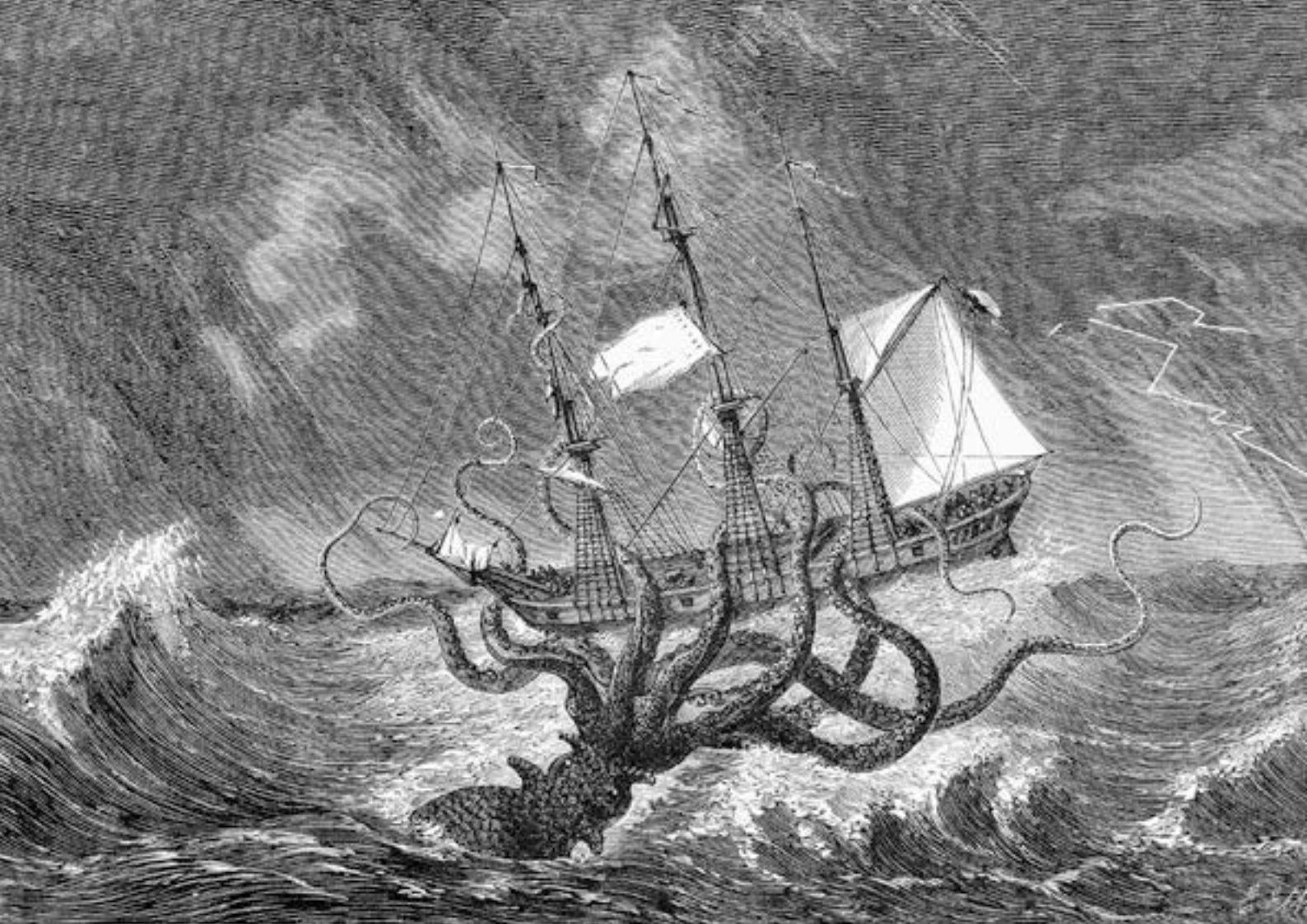
„Wir sind angewiesen auf Hilfe des Bundes“, sagte Volker Linneweber, Präsident der Universität des Saarlandes am Rande einer Kundgebung in seiner Heimatstadt. Im kleinsten Bundesland hatte Mitte Januar die wohl größte Demo stattgefunden. 6000 Studenten versammelten sich in der saarländischen Landeshauptstadt, im Schulterschluss mit ihren Professoren. Die Politiker werden sich an solche Proteste gewöhnen müssen, wenn sie weiter an den Hochschulen sparen. ■

**Philipp Wurm**



#### Spaltung befürchtet

Dieter Dohmen warnt vor einer Zwei-Klassen-Gesellschaft in der Hochschullandschaft. Bild: picture alliance



**Seemonster** Riesenkalmare, die so groß sind, dass sie Segelschiffe in den Abgrund ziehen können, dürften wohl eher in die Kategorie Seemannsgarn gehören.  
Bild: ullstein bild - Granger, NYC

# Eine Nummer kleiner

Eine Forschergruppe um den US-Wissenschaftler Craig McClain hat verlässliche Daten zur Größe von Meeresriesen gesucht. Ihre Ergebnisse stellen so manche Überlieferung in Zweifel

Mit Polizeichef Martin Brody wollte damals in den 70ern wirklich niemand tauschen. Er wusste schon früh, dass hinter dem Tod einer jungen Schwimmerin nur eine Hai-Attacke stecken konnte und drang darauf, die Strände des Seebads Amity zu schließen. Doch der Bürgermeister wehrte ab. Er befürchtete, dass in der bevorstehenden Badesaison die Touristen ausbleiben könnten – und damit

war klar, dass weitere Menschen ihr Leben lassen würden. Im ersten Teil des Blockbusters „Der weiße Hai“ erlegte Martin Brody das ungewöhnlich große Exemplar schließlich nach einer spektakulären Jagd auf offener See – und ein weiteres Mal prägte Hollywood das Bild von einem Ungeheuer der Meere. Blutrünstig müssen sie sein und vor allem riesig, um ihre Zwecke für Horrorfilme zu erfüllen. Dass die



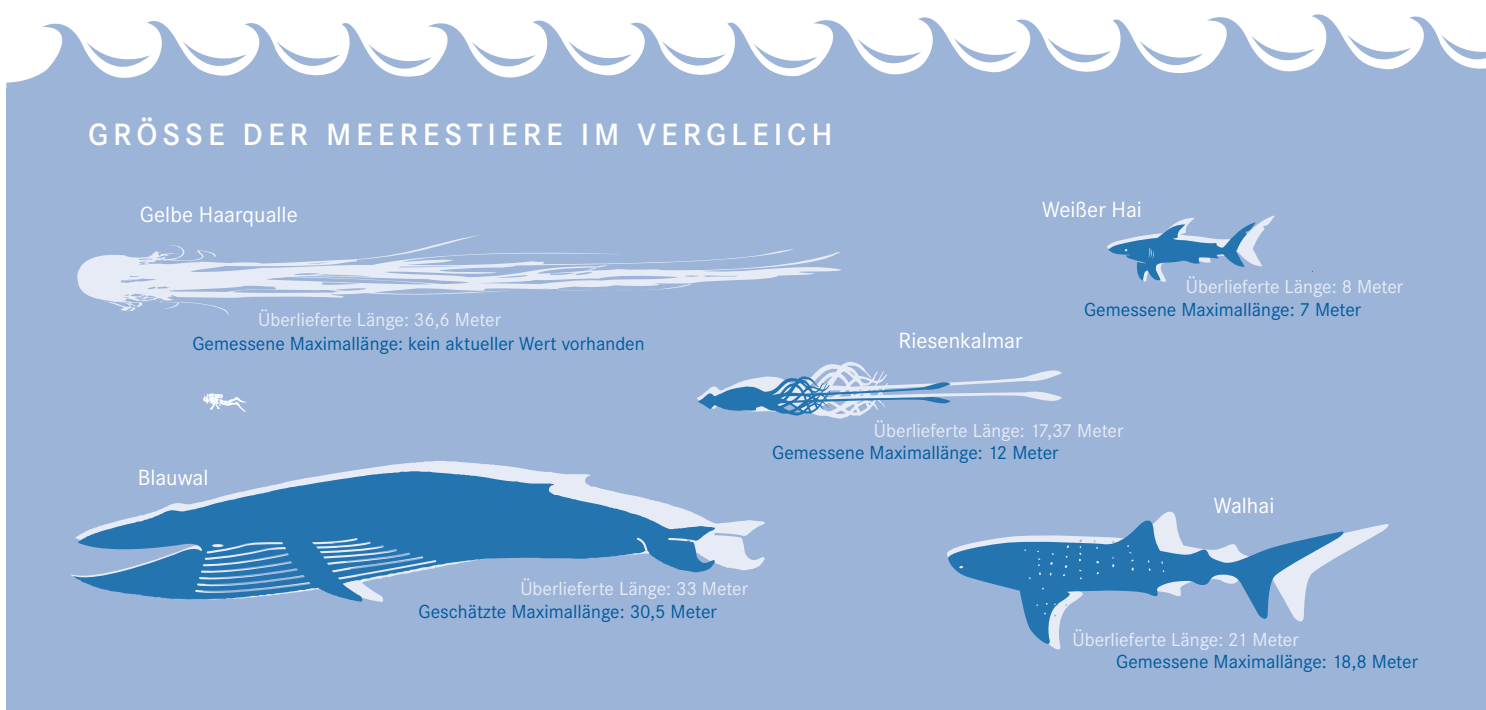
Längenangaben zu vielen Meerestieren nicht nur in populären Medien, sondern selbst in wissenschaftlicher Fachliteratur oft deutlich übertrieben sind, hat jetzt eine Forschergruppe um den Meeresbiologen Craig McClain vom Science National Evolutionary Synthesis Center im amerikanischen Durham belegt. In einer Studie, die Mitte Januar im Open-Access-Magazin *PeerJ* veröffentlicht wurde, zeigen die Wissenschaftler, dass es beachtliche Unterschiede gibt zwischen der tatsächlich nachweisbaren Größe von Meerestieren und den spektakulären Überlieferungen. Für den Weißen Hai etwa konnten sie eine Maximalgröße von rund sieben Metern bestätigen, nicht die acht Meter, die oft – wie auch im Film – kolportiert werden. Bei Riesenkalmaren ist der Studie zufolge eine maximale Länge von zwölf statt knapp 18 Metern haltbar. Und ein Walhai kommt auf höchstens 19 statt 21 Meter.

Insgesamt hat das Team Längenangaben für 25 Arten gesammelt. Bei ihrer Recherche haben die Wissenschaftler nicht nur mit Kollegen gesprochen, sondern auch Angaben zu Museumsstücken berücksichtigt und verschiedene Datenbanken durchsucht. So konnten sie zeigen, dass vor allem ältere Quellen oft wohl allzu sensationelle Maße angeben. Dazu kommt, dass die meisten Tiere einer Art die Maximalgröße überhaupt nicht erreichen: Der Weiße Hai zum Beispiel wird im Schnitt um die vier Meter

groß. Und welches Meerestier ist nun tatsächlich das größte? Da sind die Forscher eher vorsichtig. Die Gelbe Haarqualle ist ein vielversprechender Kandidat. Mit ihren Tentakeln könnte sie eine maximale Ausdehnung von fast 37 Metern erreichen und dürfte damit länger sein als jedes andere Meereslebewesen. Allerdings stammen die Aufzeichnungen zu dem langen Wesen aus dem Jahr 1865. Wie in diesem Fall gemessen wurde, ist nicht belegt. Deshalb ist das Team von Craig McClain skeptisch, ob dieser Wert stimmt. Etwas genauer lassen sich die Maße des Blauwals belegen. Mehrere Exemplare sollen es auf über 30 Meter gebracht haben. In zwei Fällen wurden sogar 33 Meter Länge gemessen.

Ein Restzweifel bleibe in diesen Fällen bestehen, meinen die Forscher. Und endgültige Klarheit könne es derzeit ohnehin nicht geben: Die Weltmeere sind immer noch weitgehend unerforscht. Vielleicht schwimmen in den Tiefen der Ozeane Lebewesen, von denen wir noch gar nichts wissen. Ein kleiner Grusel darf also bleiben, wenn wir beim nächsten Strandbesuch in die Wellen steigen und an die Titelmelodie des weißen Hais denken. ■

Roland Koch





# Alles kostenlos für alle?

Open Science ist eine Verheißung: Alles, was Wissenschaftler veröffentlichen, soll jedem ohne Bezahlung zur Verfügung stehen. Und noch mehr als das: Wissenschaftler sollen alle ihre Forschungsdaten offenlegen. Kann das wirklich funktionieren?

Und ist das fair? Zwei Blickwinkel



„Schon die Bezeichnung *Open Access*,  
die freien Zugang suggeriert,  
ist streng genommen eine Irreführung“,

sagt Wolfram Koch, Geschäftsführer der Gesellschaft Deutscher Chemiker

Wissenschaft so zu gestalten, dass alle Interessierten möglichst barrierefrei daran teilhaben können, ist ein anerkanntes wissenschafts- und gesellschaftspolitisches Ziel. Allerdings gibt es unterschiedliche Auffassungen darüber, wie dieses Ziel so erreicht werden kann, dass auch die Wissenschaft Fortschritte macht. Prominentestes Beispiel in dieser Diskussion ist *Open Access* und dort insbesondere der „goldene Weg“ – das ist der für den Leser kostenlose Zugang zu wissenschaftlichen Artikeln in einer *Open-Access*-Zeitschrift. Schon die Bezeichnung *Open Access*, die freien Zugang suggeriert, ist streng genommen eine Irreführung. Die Gebührenschränke verschwindet ja nicht. Sie wird lediglich vom Leser zum Autor verschoben, der durch Publikationsgebühren – die sogenannte Article Processing Charge – die Veröffentlichung bezahlt. Die potenziellen Auswirkungen dieser Autorenschränke auf die Wissenschaft sind noch nicht abschließend diskutiert. Sie könnten aber unliebsame Folgen haben: Während im herkömmlichen Modell ein wissenschaftliches Ergebnis im Extremfall nicht von jedem rezipiert werden kann, weil der Zugang zur Publikation kostenpflichtig ist, kann dieses Ergebnis im goldenen *Open Access*

erst gar nicht publiziert werden und wird so dem wissenschaftlichen Diskurs ganz entzogen.

*Open Data*, also das Zugänglichmachen von Forschungsdaten, ist ein zweites Beispiel für *Open Science*. Es wird weniger kontrovers diskutiert; nicht zuletzt deshalb, weil seine unmittelbaren ökonomischen Auswirkungen geringer sind. Zudem wird *Open Data* bereits an vielen Stellen praktiziert, etwa durch das meist kostenfrei verfügbare Zusatzmaterial in Publikationen. Die Vorteile des offenen Zugangs zu Forschungsdaten sind unumstritten: Sie reichen von der Validierung der publizierten Forschungsergebnisse bis hin zur Verwendung der Daten in anderen Forschungskontexten. Doch sollte die Freiheit des Wissenschaftlers nicht ausgehebelt werden, über die Verwendung seiner Daten selbst zu entscheiden. Auch darf nicht außer Acht gelassen werden, dass eine entsprechende Infrastruktur nötig ist, wenn Forschungsdaten vermehrt dokumentiert werden sollen. Die Daten sollen schließlich auffindbar und langfristig verfügbar sein, und das gibt es nicht umsonst. Zusätzliche Mittel müssen also bereitgestellt werden: There ain't no such thing as a free lunch! ■



„Forschungsdaten werden durch den Einsatz von Steuergeldern gewonnen und sollten daher der Gemeinschaft zur Verfügung stehen“,

sagt Doris Wedlich, Mitglied des Wissenschaftsrats und Professorin am Karlsruher Institut für Technologie



Schon seit Jahren ist *Open Access*, also der kostenfreie Zugriff auf wissenschaftliche Publikationen, eine zentrale Forderung an Verlage. Bei dem verwandten Begriff *Open Science* geht es um deutlich mehr: Er meint, dass auch die Forschungsdaten, die die Grundlage von Publikationen bilden, allen zugänglich sein sollen. Im weitesten Sinn schließt *Open Science* sogar Bürgerbeteiligung, also *Citizen Science*, ein. So helfen Hobbyforscher in zahlreichen Projekten bei der Erhebung von Umweltdaten. Zusammen mit dem technologischen Fortschritt führen solche neuen Ansätze vor allem zu einer extremen Zunahme von Forschungsdaten. Gewonnen werden sie durch den Einsatz von Steuergeldern. Eine logische Konsequenz wäre also, dass sie der Gemeinschaft, und nicht nur Einzelnen, zur Verfügung stehen. Ermöglicht man zudem eine effiziente Nutzung der Daten auch in anderen wissenschaftlichen Kontexten, würden ihre Entstehungskosten auf mehrere Schultern verteilt – und umso lohnender wäre der Einsatz der Steuergelder.

Komplexe gesellschaftliche Fragenstellungen sind ein weiteres Argument dafür, einmal erhobene Forschungsdaten allgemein zugänglich zu machen. An ihrer Lösung kann nur disziplinübergreifend unter Auswertung großer Datenmengen gearbeitet werden.

So lässt sich die Frage nach der Auswirkung des Klimawandels auf die Verfügbarkeit von Nährstoffen und nachwachsenden Rohstoffen nur beantworten, wenn man vorhandene und neu erhobene Daten durchforstet und miteinander in Beziehung setzt. Selbst der einzelne Wissenschaftler profitiert davon, dass vorhandene Daten verfügbar gemacht werden, weil er dadurch eine schnellere und umfassendere Analyse im eigenen Forschungsprojekt vornehmen kann.

Einmal erhobene Forschungsdaten sind also äußerst wertvoll, sofern sie klar definiert und standardisiert abgelegt sind und ihre Validität geprüft ist. Dazu braucht es internationale Abstimmungen oder Regelwerke, auch mit Blick auf den Datenschutz. Ist das der Fall, können sie ökonomisch zur Wertschöpfung beitragen: Sie fördern innovative Geschäftsideen und schaffen Arbeitsplätze. Im Gesundheitsbereich, der Logistik oder der Energieversorgung sind viele neue Dienstleistungsfirmen entstanden, die Daten wieder verwenden und neu kombinieren. Hätten Sie gewusst, dass der Datenaustausch zwischen Wissenschaft, staatlichen und privaten Unternehmen inzwischen mit einem wirtschaftlichen Gewinn von drei Billionen US-Dollar pro Jahr kalkuliert wird? ■



# Machet auf das Tor!

Immer mehr junge Menschen wollen studieren. Und immer öfter auch solche, die vorher in einem Ausbildungsberuf gearbeitet haben. Eine Gefahr für die wissenschaftliche Qualität? Nein! Eine Riesenchance für die Forschung.  
Ein Kommentar von Barbara Gillmann

Noch vor wenigen Jahren war die deutsche Bildungslandschaft schön übersichtlich geordnet: Im Jahr 2000 nahm lediglich jeder Dritte eines Jahrgangs ein Studium auf. Die übrigen lernten einen Beruf, und nur eine Minderheit machte sich auf den beschwerlichen zweiten Bildungsweg. Heute haben sich die Verhältnisse geändert. Die Politik hat kräftig für das Studium geworben, die junge Generation folgt ihrem Rat: Die Studienanfängerquote eines Jahrgangs liegt mittlerweile bei fast 53 Prozent. Damit nicht genug: Auch junge Menschen mit Gesellenbrief dürfen heute studieren – noch wagen es wenige, doch ihre Zahl wird deutlich steigen. Dass das lange nicht das Ende der schleichenden Revolution im Bildungswesen ist, zeigt die jüngste Idee aus dem Handwerk: Danach soll es bald überall Schulen geben, an denen man zugleich das Abitur und eine Berufsausbildung absolviert.

Die Folge ist nichts weniger als ein massiver Kulturwandel, den die Führungsetagen in Wirtschaft und Wissenschaft noch gar nicht recht wahrgenommen haben. Heute kommen Akademiker aus Gesellschaftsschichten, für die das noch vor zwei, drei Jahrzehnten eine fremde Welt war. Das verändert das Reservoir für hochqualifizierte Jobs, es bringt neue Sichtweisen in die akademische Welt, aber auch neue Herausforderungen.

Deutschland hat generell ein Problem, verborgene Talente zu finden und zu fördern. Wie die Pisa-Ergebnisse zeigen, erreichen nur neun Prozent unserer Schüler Top-Leistungen. In Ländern wie Finnland, Belgien oder Neuseeland sind es zwölf bis 14 Prozent. Die Talentsuche wird auch deshalb wichtiger, weil die Zahl der Erstsemester bis 2025 wieder von zuletzt rund 500.000 auf 465.000 sinken wird.

Doch noch immer bleibt die Elite gerne unter sich. An der Schwelle zur tertiären Bildung gilt das in besonderem Maß. Hochschulen sehen die zunehmend „heterogene Klientel“, die ihnen die Türen einrennt, vor allem als Last. Da sitzen doch tatsächlich gelernte Mechatroniker neben Migranten mit Fachabitur und dem klassischen Gymnasiasten aus dem Bildungsbürgertum – und jeder bringt unterschiedliches Wissen und Kenntnisse mit.

Für viele Forschungseinrichtungen ist das Beben in der deutschen Bildung lediglich ein fernes Grollen, das mit ihnen scheinbar nichts zu tun hat. Das ist der falsche Ansatz. Denn schon rein zahlenmäßig ist der breite Strom an jungen Menschen eine Riesenchance: je mehr mit Forschung in Berührung kommen, desto mehr können ihr Talent dafür entdecken. Und wenn die Forschung – ob in oder außerhalb der Hochschule – offen agiert,



**Barbara Gillmann (52)** ist Korrespondentin in der Berliner Redaktion des *Handelsblatts*

kann sie gerade unter den Praktikern Menschen an sich ziehen, die neue Impulse einbringen.

Dazu ist es allerdings nötig, dass die Lehre weit differenzierter als bisher organisiert wird. Best-Practice-Beispiele gibt es durchaus, nötig ist das Umdenken in der Breite. Hier sind auch Forschungseinrichtungen gefragt. Sie können überlegen, wie sie die neuen Talente erfolgreich fördern.

Jahrzehntelang haben wir geklagt, dass der Technologietransfer von der Wissenschaft in die Wirtschaft nicht so klappt, wie es wünschenswert wäre. Vielleicht haben wir jetzt die Chance, dies zu ändern: Wenn mehr Praktiker und „atypische“ Studenten in die Hochschulen und damit auch in die Forschung drängen, müsste es doch möglich sein, dies zum Vorteil des Austausches von Wissenschaft und Wirtschaft zu nutzen. ■



→ JUNQ – Ungelöste Fragen

# Rot ist Rot, Gelb ist Gelb – oder doch nicht?

Lange war es eine rein philosophische Frage, ob jeder Mensch die Farben gleich wahrnimmt – wie soll man die Eindrücke schließlich vergleichen? Wissenschaftler aus Washington haben einen Weg gefunden, um möglicherweise doch eine Antwort zu finden. Ein Beitrag aus dem *Journal of Unsolved Questions (JUNQ)*

Farben sehen wir mit unseren Zapfen, das sind Rezeptoren im hinteren Teil des Auges. Die meisten Menschen haben drei verschiedene Zapfentypen, mit denen sie kurz-, mittel- und langwelliges Licht unterscheiden können. Das Gehirn berechnet aus den Signalen der Zapfen dann einen Farbeindruck. Rund jeder zehnte Mensch ist von einer Form der Farbblindheit betroffen: Er besitzt zum Beispiel einen Zapfentyp zu wenig und nimmt Farbeindrücke daher anders wahr. Gleiches gilt für sogenannte Tetrachromaten, Menschen mit einem zusätzlichen vierten Zapfentyp.

Doch sieht eine Farbe für Menschen mit normalem dreifarbigem Sehvermögen auch wirklich gleich aus? Diese Frage ist Teil eines philosophischen Konzepts, das Qualia genannt wird. Es beschreibt die Subjektivität unserer inneren Wahrnehmung, also auch, wie wir einen Farbeindruck empfinden. Allein weil unsere Sprache zu begrenzt ist, werden wir nie in der Lage sein, genau zu sagen, ob eine Person eine bestimmte Farbe in der gleichen Art wahrnimmt wie eine andere. Dennoch gibt es Hinweise auf individuelle Unterschiede. Beispielsweise haben Menschen unterschiedliche

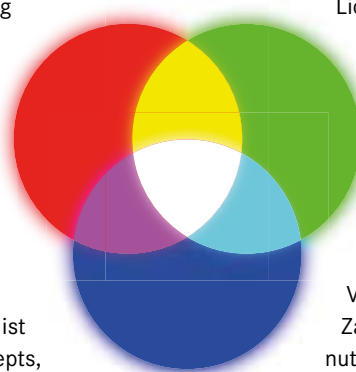
Lieblingsfarben und assoziieren unterschiedliche Stimmungen mit einer bestimmten Farbe; manchen fällt es leichter, sich farblich passend zu kleiden. In einer 2009 von Maureen Neitz und Fachkollegen vom Institut für Ophthalmologie der Universität Washington veröffentlichten Studie haben die Forscher männliche Totenkopffaffen, die von Geburt an nur Zapfen für kurz- und mittelwelliges

Licht haben, mit einem dritten Zapfentyp ausgestattet. Dazu haben sie ein menschliches Gen in die Affen eingeschleust, das einige der Zapfen für langwelliges Licht empfindlich machte. Dadurch hatten die Affen nun die notwendige Maschinerie, um rotes und grünes Licht zu unterscheiden. Obwohl ihren Gehirnen die Verschaltung für die neu gewonnenen Zapfen fehlte, konnten sie deren Signale nutzen und vor einem grauen Hintergrund Rot und Grün unterscheiden. Diese

Ergebnisse deuten darauf hin, dass es keine von vornherein festgelegten inneren Bilder von Farbe gibt. Das Gehirn scheint Farben nicht nach einem vorgegebenen Modus zu erzeugen, sondern stattdessen seine eigene Art der Farbwahrnehmung zu entwickeln. ■

Philipp Heller

Weitere  
ungelöste Fragen:  
→ [www.junq.info](http://www.junq.info)



A close-up photograph of corn plants, showing green leaves and yellowing stalks against a clear blue sky. The image is used as a background for the article.

# Die gute und die böse Manipulation

Solange es um den medizinischen Fortschritt geht, hat kaum einer etwas gegen Gentechnik. Was auf unseren Tellern landet, soll dagegen frei sein von verändertem Erbgut. Einblicke in die Debatte zwischen Wissenschaftlern und ihren Kritikern

Die Schlagzeilen waren eindeutig: „Ja, gentechnisch veränderte Organismen sind giftig“ titelte die französische Zeitung *Nouvel Observateur* am 20. September 2012. In der ZDF-Nachrichtensendung „Heute“ hieß es am gleichen Tag zum selben Thema „Höheres Krebsrisiko durch Gen-Mais“, etliche Medien in Europa brachten ähnliche Berichte. Ein Wissenschaftler der Universität Caen hatte eine Studie veröffentlicht, nach der gentechnisch veränderter Mais in Ratten Krebs verursache. Zwar warfen die allermeisten Fachkollegen dem Forscher rasch schwerwiegende wissenschaftliche Fehler vor. Das aber machte weit weniger Schlagzeilen. Vielleicht weil die Gentechnik in der Öffentlichkeit und in den Medien selbst unter Generalverdacht steht?

Immerhin sorgen sich nach einer im Januar 2015 von der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina und dem Institut für Demoskopie Allensbach veröffentlichten Umfrage 82 Prozent

der über 16-Jährigen in Deutschland über den Einsatz der Gentechnik in der Landwirtschaft. Nur zehn Prozent verbinden damit Hoffnungen. In der gleichen Umfrage behaupten allerdings gerade einmal sieben Prozent, sich ganz gut mit der Gentechnik in der Landwirtschaft auszukennen, während 56 Prozent unumwunden zugeben, darüber kaum etwas zu wissen.

Was ist das also überhaupt, Gentechnik? Weshalb lehnen in Deutschland viele Menschen diese Methode ab, wenn sie auf Mais, Soja und andere Nutzpflanzen angewendet wird? Zugleich ist die Gentechnik aus vielen anderen Lebensbereichen nicht mehr wegzudenken – vom Vaterschaftstest bis zu gentechnisch erzeugten Impfstoffen. Kriminalbeamte halten den genetischen Fingerabdruck längst für genauso unverzichtbar wie Ärzte genetische Diagnosen. Die Gentechnik arbeitet mit dem Erbgut, also mit der Grundlage allen Lebens: Mit





gerade einmal vier Bausteinen liefert das Erbgut die Konstruktionspläne für alle Organismen auf der Erde. Die Reihenfolge dieser in langen Strängen angeordneten Bausteine wird nach einem festen Code in die Moleküle des Lebens übersetzt – und dieser Code ist in jedem bisher untersuchten Organismus der Gleiche. Seit der Entstehung des Lebens, also seit dreieinhalb Milliarden Jahren, hat sich auf dieser relativ einfachen Grundlage eine riesige Vielfalt entwickelt, von winzigen Bakterien und anderen Einzellern über Moose, Algen, Gräser und Bäume bis zu Insekten, Würmern, Vögeln und Säugetieren.

Gentechniker können daher aus dem Vollen schöpfen und zum Beispiel Erbeigenschaften zwischen Organismen verschiedener Arten übertragen. Da der Code in allen Lebewesen gleich ist, sollte die Information intakt bleiben. Damit können die Forscher zum Beispiel Bakterien mit der Erbeigenschaft für menschliches Insulin ausrüsten. Die Mikroorganismen stellen dann dieses Hormon her, das anschließend als Medikament für Diabetes-Patienten eingesetzt werden kann. Genau das Gleiche macht die Natur: Sie tauscht Erbeigenschaften zwischen verschiedenen Bakterien, aber auch zwischen Bakterien und Pflanzen, Viren und Säugetieren sowie vielen anderen Organismen aus. 1978 holte der Gentechnologe Paul Berg von der Stanford Universität in Kalifornien diesen Vorgang ins Labor, als er ein Stück Erbgut von einem Kaninchen auf die Zellen eines Affen übertrug. Die Information funktionierte dort genau wie vorher: Die Affenzellen produzierten ein Eiweiß, das vorher nur die Kaninchenzellen bilden konnten. Eine neue Wissenschaft war entstanden, die Gentechnologie.

Nicht einmal ein Jahrzehnt später begann diese Technik, im großen Maßstab Menschenleben zu retten. Bis dahin wurde Insulin für Diabetes-Patienten aus der Bauchspeicheldrüse von Rindern ➤

#### **Ein echter Aufreger**

Gentechnisch veränderter Mais darf EU-weit angebaut werden und verursacht regelmäßig öffentliche Proteste. Bild: branex/Fotolia

und Schweinen gewonnen. Immer wieder gab es Probleme, weil ein Baustein des Schweineinsulins vom menschlichen Insulin abweicht, beim Rinderinsulin unterscheiden sich sogar drei Bausteine. Diese Unterschiede führten dazu, dass etliche Patienten – allein in Deutschland leiden mehr als eine halbe Million Menschen an Diabetes vom Typ I – dieses Insulin aus dem Schlachthof nicht vertrugen. Dabei waren sie darauf angewiesen, weil ihr Körper das Hormon nicht mehr produzierte. Gentechniker haben bereits 1979 die Erbinformation für das menschliche Insulin auf Bakterien und Hefezellen übertragen, die das Hormon dann auch produzierten. 1987 erhielt dieses Humaninsulin erstmals die Zulassung als Medikament.

Weitere Erfolgsgeschichten folgten bald: 1991 kam das menschliche Wachstumshormon Somatotropin auf den Markt, durch das 100.000 Deutsche mit einer Unterproduktion dieser Substanz eine normale Körpergröße erreichen konnten. Vorher wurde der Wirkstoff aus den Körpern Verstorbener gewonnen; in wenigen Fällen ist dabei die Creutzfeldt-Jakob-Krankheit übertragen worden, die das Gehirn der Betroffenen zerstört.

Rund 8.000 Blutern in Deutschland steht seit 1993 ein gentechnisch hergestellter Blutgerinnungsfaktor zur Verfügung. Die seit 1994 zugelassene humane DNase lässt 6.000 bis 8.000 Kinder leichter atmen, die an Mukoviszidose leiden. Erythropoetin hilft rund 60.000 Patienten mit Nierenversagen – die Liste der gentechnisch erzeugten Substanzen wird nicht nur in der Medizin jedes Jahr länger. Diese Erfolge zählen so selbstverständlich zum Alltag, dass die Medien kaum noch darüber berichten.

Ganz anders sieht es dagegen aus, wenn die Gentechnik auf den Acker soll. Wenn das Erbgut von Mais oder Baumwolle verändert wird, damit die Pflanzen schädliche Insekten abwehren oder besser mit Unkrautvernichtungsmitteln klarkommen, laufen Umweltverbände wie Greenpeace und BUND dagegen Sturm. Sie befürchten unkalkulierbare Risiken. Die EU erlaubt den Anbau einiger gentechnisch veränderter Pflanzenarten. Allerdings sollen die Mitgliedsstaaten die Möglichkeit bekommen, per Ausstiegsklausel den Anbau zu verbieten. Ob es dafür in Deutschland eine bundesweite Regelung geben oder der Bund die Entscheidung den Ländern überlassen wird, ist noch nicht klar.

## FARBENLEHRE DER GENE

Gentechnik wird heute in verschiedenen Bereichen kommerziell angewendet, die sich oft überschneiden. Zur Unterscheidung dienen Farben, mit denen die Bereiche begrifflich voneinander abgegrenzt werden:

**Rote Gentechnik** umfasst den gesamten medizinischen und pharmazeutischen Bereich, die Farbe bezieht sich auf das Blut des Menschen. Angewendet wird die Gentechnik praktisch im gesamten Spektrum der Medizin bis hin zu Heilmethoden. Vor allem werden viele Medikamente und Impfstoffe mit den Methoden der Gentechnik hergestellt, auch basieren immer mehr Diagnose-Instrumente auf dieser Technik. Weil die Patienten sehr deutlich profitieren, hat die rote Gentechnologie meist ein positives Image.

**Grüne Gentechnik** bezieht sich auf die grüne Farbe der Pflanzen, die verändert und gezüchtet werden. Meist handelt es sich um Nutzpflanzen, oft ist der Vorteil zumindest in hochentwickelten Gesellschaften für den Verbraucher nicht oder kaum sichtbar. Wohl deshalb wird dieser Bereich besonders heftig diskutiert, bei großen Teilen der Bevölkerung hat die grüne Gentechnik ein schlechtes Image.

**Weißer Gentechnik** ist der Begriff für Industrieprozesse, die gentechnisch veränderte Enzyme, Zellen oder Mikroorganismen bei der Produktion von Industriechemikalien oder Medikamenten wie etwa Insulin einsetzen. Dieser Bereich wird in der Öffentlichkeit kaum diskutiert.

**Blaue Gentechnik** nutzt die Erbeigenschaften von Mikroorganismen, die unter extremen Bedingungen wie hohem Druck und hohen Temperaturen leben, zum Beispiel am Meeresgrund an Unterwasser-Vulkanen. Die besonders widerstandsfähigen Proteine sollen Industrieprozesse verbessern, die oft unter ähnlich harten Bedingungen ablaufen.

**Graue Gentechnik** hat mit der Reinigung von Wasser, Böden und Luft zu tun. So gibt es zum Beispiel eine gentechnisch veränderte Pappel, die Schwermetalle und Pestizide aufnehmen kann und die so zur Sanierung von Altlasten in Böden beitragen kann. Genau wie die blaue Gentechnik wird auch die graue in der öffentlichen Meinung eher positiv eingeschätzt.



Eine der zugelassenen Genpflanzen ist der Mais: So haben Gentechniker eine Erbinformation aus einem Bakterium in Maispflanzen eingebaut. Dadurch produziert der Mais einen Wirkstoff, der den Darm von Insekten zerstört, aber Säugetiere und Vögel nicht schädigt. Das hilft im Kampf gegen einen Schädling namens Maiszünsler, der zu den Insekten gehört. Allerdings steckt im Mais jetzt die Erbinformation eines Bakteriums, die dort nicht hingehört. „Die Versprechen, mit gentechnisch veränderten Pflanzen höhere Erträge und weniger Chemie auf dem Acker zu haben, haben sich nicht erfüllt“, sagt Martha Mertens, Sprecherin des Arbeitskreises Gentechnik des BUND. Es würden erheblich mehr Herbizide eingesetzt, die Artenvielfalt im Agrarraum werde weiter reduziert. Mertens: „Schließlich gefährden sie auch die Gesundheit, denn neben den geplanten neuen Eigenschaften können unerwartete Effekte auftreten, die die Sicherheit der daraus hergestellten Produkte beeinträchtigen.“

Reinhard Pröls kennt diese Argumente. Er forscht an der Technischen Universität München zu Pflanzenkrankheiten. Ein ähnliches Misstrauen, sagt er, habe es anfangs auch gegen Gentechnik in der Medizin gegeben: „Schon aus ethischen Gründen aber setzten sich die neuen Produkte mit der Zeit durch, weil die Patienten eindeutige Vorteile hatten.“

Solche Vorteile gebe es auch bei gentechnisch veränderten Pflanzen. „Wenden Züchter biotechnologische Verfahren an, können sie zum Beispiel erheblich schneller und zielgerichteter als mit herkömmlichen Methoden neue Sorten entwickeln“, sagt Pröls. Auch sparen die Bauern Arbeit, wenn sie zum Beispiel keine Insektenvernichtungsmittel ausbringen müssen, weil eine gentechnisch veränderte Sorte sich selbst gegen solche Schädlinge wehrt. Der Käufer im Supermarkt aber sieht von diesen Vorteilen wenig. Umweltschutzorganisationen wenden ein, dass die gentechnisch veränderten Sorten durchaus Risiken bergen können. Sie übersehen dabei jedoch, dass genau diese Artgrenzen auch in der Natur offensichtlich gar nicht so selten überschritten werden. So stammen rund acht Prozent des Erbguts eines Menschen ursprünglich aus einer Virus-Gruppe, zu der zum Beispiel der AIDS-Erreger HIV gehört.

An Pflanzen mit gentechnisch eingebauter Schädlingsabwehr tauchen nach einiger Zeit oft Schädlinge auf, denen der Wirkstoff nichts mehr ausmacht. „Das passiert aber nicht nur bei gentechnisch veränderten Pflanzen, sondern auch beim Einsatz in der konventionellen Landwirtschaft“, sagt Reinhard Pröls. Weshalb aber wird dann die



grüne Gentechnik so heftig abgelehnt? Im Rahmen eines größeren Projektes zu diesem Thema kam dem Forscher der Verdacht, dass unterschiedliche Weltbilder ein Grund dafür sein könnten: „Viele Menschen stellen sich eine intakte Natur vor, die sie bewahren wollen“, fasst Pröls das Weltbild vieler Kritiker zusammen. Naturwissenschaftler aber wissen, dass ein Bauer, der mit dem Pferdegespann seinen Acker bestellt, keineswegs natürlich arbeitet: Dort sollte eigentlich ein Urwald wachsen, den die ersten Bauern bereits vor etlichen Jahrtausenden gerodet haben. Und auch das Erbgut der Gerste, die Reinhard Pröls erforscht, hat sich in diesen Jahrtausenden erheblich verändert, in denen Bauern aus Wildgräsern der Natur das heutige Getreide gezüchtet haben. „Seit er die Landwirtschaft erfunden hat, greift der Mensch massiv in die Natur ein“, sagt Reinhard Pröls. Die Gentechnik bringt also nichts grundlegend Neues. ■

**Roland Knauer**

#### **Protest gegen Genpflanzen**

Nicht nur in Deutschland gehen die Bürger auf die Straße, um den Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen zu verhindern; hier: Demonstration in San Diego, Kalifornien, USA. Bild: [picture alliance/ZUMAPRESS.com](http://picturealliance.com)





# Die Kunst der Forschung

Forscher und Künstler haben mehr gemeinsam, als es auf den ersten Blick scheint: Es geht ihnen um die großen Themen des Lebens, jedem auf seine Weise. Wenn sie zusammenarbeiten, führt das zu verblüffenden Ergebnissen

Das Kunstwerk bewegt sich, es ist quicklebendig: Drei blasse Fische schwimmen in einfachen Glasbehältern, jeder für sich, zur Schau gestellt in grellem Licht. Im Projektraum der Schering Stiftung in Berlin sind die speziell gezüchteten Albino-Goldfische derzeit zu sehen. Der japanische Wissenschaftler Etsuro Yamaha hat in die Embryonen sogenannte Morpholinos injiziert. Diese Substanz unterdrückt die Gene, die dafür zuständig sind, dass sich die Fortpflanzungsorgane ausbilden.

Für Etsuro Yamaha ist die Arbeit mit solchen veränderten Fischen der Forschungsalltag. Für das

Londoner Künstlerpaar Revital Cohen und Tuur Van Balen sind diese Fische Kostbarkeiten, die sie unter dem Titel „Sterile“ als Objekte ausstellen und damit den Goldfisch als kulturhistorisches „Werk“ einordnen. Wie weit kann und soll der Mensch ins Leben eingreifen – diese Frage stellen sie dabei in den Mittelpunkt. 45 sterile Fische stellte Yamaha im Auftrag der Künstler her, vergleichbar vielleicht mit einer limitierten Anzahl von Grafikabzügen.

Es sind die großen Themen des Lebens, die Künstler und Wissenschaftler gleichermaßen beschäftigen, jeden auf seine Weise: die Bausteine



#### Lebendes Kunstwerk

Dieser Design-Fisch gehört zur Arbeit „Sterile“ der Künstler Revital Cohen und Tuur Van Balen und ist im Rahmen der Ausstellung „assemble | standard | minimal“ noch bis 3.5.2015 im Projektraum der Schering Stiftung, Unter den Linden 32-34, 10117 Berlin, zu sehen. Bild: Revital Cohen & Tuur Van Balen

des Lebens, der menschliche Körper, die Natur, die Weiten des Universums, Emotionen wie Liebe, Sehnsucht oder Hass. Die Wissenschaftler wollen die Welt objektiv erkennen und sachlich über ihre Forschung berichten, die Künstler reflektieren sie subjektiv und sprechen den Betrachter durch ästhetische Mittel an. Das Ziel, sagt Heike Catherina Mertens, sei aber ähnlich: Künstler wie Wissenschaftler seien angetreten, um die Welt zu begreifen und zu gestalten, den Horizont zu erweitern und Grenzen zu übertreten. Mertens ist in der Schering Stiftung Vorstand des Bereichs Kultur. Sie plädiert dafür, die Disziplinen zusammenzudenken: „Nur im Dialog zwischen Kultur und Wissenschaft, nur wenn wir zusammendenken, was von der Antike bis zur Renaissance zusammen gehörte, haben wir die ganzheitliche Erfahrung unserer Gesellschaft.“ Die Schering Stiftung will diesen Dialog fördern. Deshalb unterstützt sie Künstler, die sich mit

wissenschaftlichen Fragen auseinandersetzen – so wie Revital Cohen und Tuur Van Balen. Daneben fördert die Stiftung interdisziplinäre Symposien und Workshops.

Eine besondere Anziehungskraft haben Kunst und Wissenschaft schon immer aufeinander ausgeübt, manchmal vereinten sie sich sogar in einer Person: Die Naturforscher Maria Sibylla Merian und Alexander von Humboldt etwa schufen beeindruckende Gemälde. Heute hat dieses Verhältnis eine andere Qualität erreicht. Immer öfter wenden sich Künstler der Wissenschaft zu, sie nutzen auch ähnliche Methoden – sie recherchieren, experimentieren und werten Daten aus. Umgekehrt wird in der Wissenschaft etwa die Visualisierung wichtiger; ein Trend, der mit den immer komplexeren Zusammenhängen zu tun hat. Und noch eins haben die Wissenschaft von heute und die bildende Kunst gemeinsam: Sie stoßen auf großes öffentliches Interesse. ►

Eine spektakuläre Ausstellung in der Bundeskunsthalle, die gerade zu Ende gegangen ist, hat die beiden Welten zusammengebracht: „Outer Space. Faszination Weltraum“ hieß die Schau, an der das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) beteiligt war. Die Wissenschaftler haben die Kuratoren inhaltlich beraten. Zugleich stellte das DLR eine ganze Reihe von Exponaten zur Verfügung, so etwa ein Modell des Hyperschallflugzeugs SpaceLiner und eine Prise Mondstaub aus der sowjetischen Luna-24-Mission.

Die Weiten des Universums seien dankbare Themen für den Dialog zwischen Kunst und Wissenschaft, findet Andreas Schütz, der Pressesprecher des DLR. Die Faszination über die Schönheit des Alls, die eigene Winzigkeit und die Fülle des Unbekannten ließen sowohl Wissenschaftler als auch Künstler über grundsätzliche Fragen reflektieren: Wie ist das Universum entstanden? Ist irgendwo noch einmal Leben entstanden? Und gibt es eine weitere intelligente Zivilisation? Interessant sei, so Schütz, dass Kooperationen wie jene mit der Bundeskunsthalle auch auf das eigene Zentrum zurückwirken. „Die Mitarbeiter sind stolz, wenn der Zentrumsname etwa in Frank Schätzing's neuem Roman erwähnt wird oder das Zentrumslogo an der Bundeskunsthalle zu sehen ist.“ Die eigene Arbeit erfahre noch einmal eine ganz andere Aufmerksamkeit und Wertschätzung.

Für die Luft- und Raumfahrtforscher ist die Zusammenarbeit mit Künstlern keine Neuigkeit. „Wir sind prinzipiell aufgeschlossen“, sagt Andreas Schütz. „Es werden viele großartige, einmalige

Projekte an uns herangetragen.“ So wurden etwa wichtige Szenen aus dem Film „Baikonur“ an Bord eines DLR-Flugzeugs gedreht – im Parabellflug, so dass die Schauspieler schwerelos vor der Kamera agierten.

Manche Ideen und Kunstwerke lassen die Mitarbeiter des DLR aber auch mit den Schultern zucken, dann stoßen doch Welten aufeinander. Künstler seien eben Freigeister, meint Schütz und schmunzelt. Für die Ausstellung „Outer Space“ wurden sie gebeten, eine Biene aus dem Bienenstock vom Dach der Bundeskunsthalle in den Weltraum zu schicken. Zusammen mit dem deutschen Astronauten Alexander Gerst ging die in Kunstharz gegossene „Bundesbiene“ im Mai 2014 an Bord der ISS. So einfach, wie es sich die Kuratoren dachten, war es allerdings nicht. Die Biene musste sich einer intensiven Unbedenklichkeitsprüfung unterziehen, so sind die Vorschriften in der Raumfahrt.

Das grundsätzliche Dilemma ist aber ein anderes: Es gehört schlicht nicht zu den Aufgaben einer Forschungseinrichtung, Kunstprojekte zu fördern. „Für uns in der Kommunikationsabteilung kann die Beschäftigung mit Kunst leider nur ein Nebengeschäft sein. Wir haben dafür zu wenig Zeit und eigentlich keine Mittel“, sagt Andreas Schütz. Wenn eine Zusammenarbeit klappt, stecke dahinter oft eine Menge persönlicher Einsatz der Beteiligten, eine Portion Idealismus – und manchmal sei es auch nur möglich, weil bürokratische Hürden umschifft würden.

Das Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI), in Bremerhaven hat deshalb eine institutionalisierte Form der Zusammenarbeit mit Künstlern gefunden. Zuletzt sind die AWI-Forscher regelrecht bestürmt worden von Anfragen: Die Künstler sähen sich als Seismographen für gesellschaftliche Entwicklungen, so erklärt man sich am AWI das Interesse – und die Folgen des technischen Fortschritts, insbesondere der menschengemachte Klimawandel und die damit einhergehenden Veränderungen unseres Planeten, rückten dadurch in ihren Blickwinkel. Das ist eines der Kernthemen der Bremerhavener Forscher.

Um dem großen Interesse gerecht zu werden, ging das AWI eine Kooperation mit dem Hanse-Wissenschaftskolleg in Delmenhorst ein. Es gibt nun einmal im Jahr eine Ausschreibung und einen transparenten Wettbewerb: Künstler bewerben sich mit einem Konzept und bekommen dann, wenn sie ausgewählt werden, ein Stipendium. Dadurch können sie mit Wissenschaftlern zusammenarbeiten und beispielsweise an einer Expedition teilnehmen. Für das AWI sei diese Art der Kooperation ein gro-



**Unwirtlicher Arbeitsplatz** Der Künstler Rolf Giegold macht in der Antarktis Aufnahmen für seine Installation „day by day“. Bild: Volker Ortmann





Bei Erfolg, sagt Projektbetreuerin Kinga Jarzynka: „Die Kunst vermittelt Wissen anders als in den klassischen Fachgesprächen. Damit erschließen wir neue Zielgruppen für unsere Forschung.“

Einer der Stipendiaten von 2014/15 hat bewusst damit gespielt, dass die Wissenschaft üblicherweise hinter verschlossenen Türen stattfindet: In seiner Videoinstallation „day by day“ reflektiert Rolf Giegold die Lebens- und Arbeitsbedingungen der Wissenschaftler am wohl kältesten Arbeitsplatz der Welt, auf der Neumayer-Station III in der Antarktis. Er vermittelt dem Betrachter ein Gefühl für die Unwirtlichkeit. Die Ausstellung wird am 29. April in der Arbeitnehmerkammer in Bremerhaven eröffnet.

Bei den neuesten Projekten werden immer öfter nicht nur die Forschungsgegenstände zum Objekt für die Künstler, sondern auch die Wissenschaftler selbst. Die Künstler hinterfragen ihre Arbeitsweisen und Methoden. So wie das Londoner Künstlerpaar Revital Cohen und Tuur Van Balen, das die Albino-Goldfische in Berlin ausstellt: Sie schauten dem Embryologen Etsuro Yamaha bei seiner Forschungsarbeit über die Schulter, akribisch

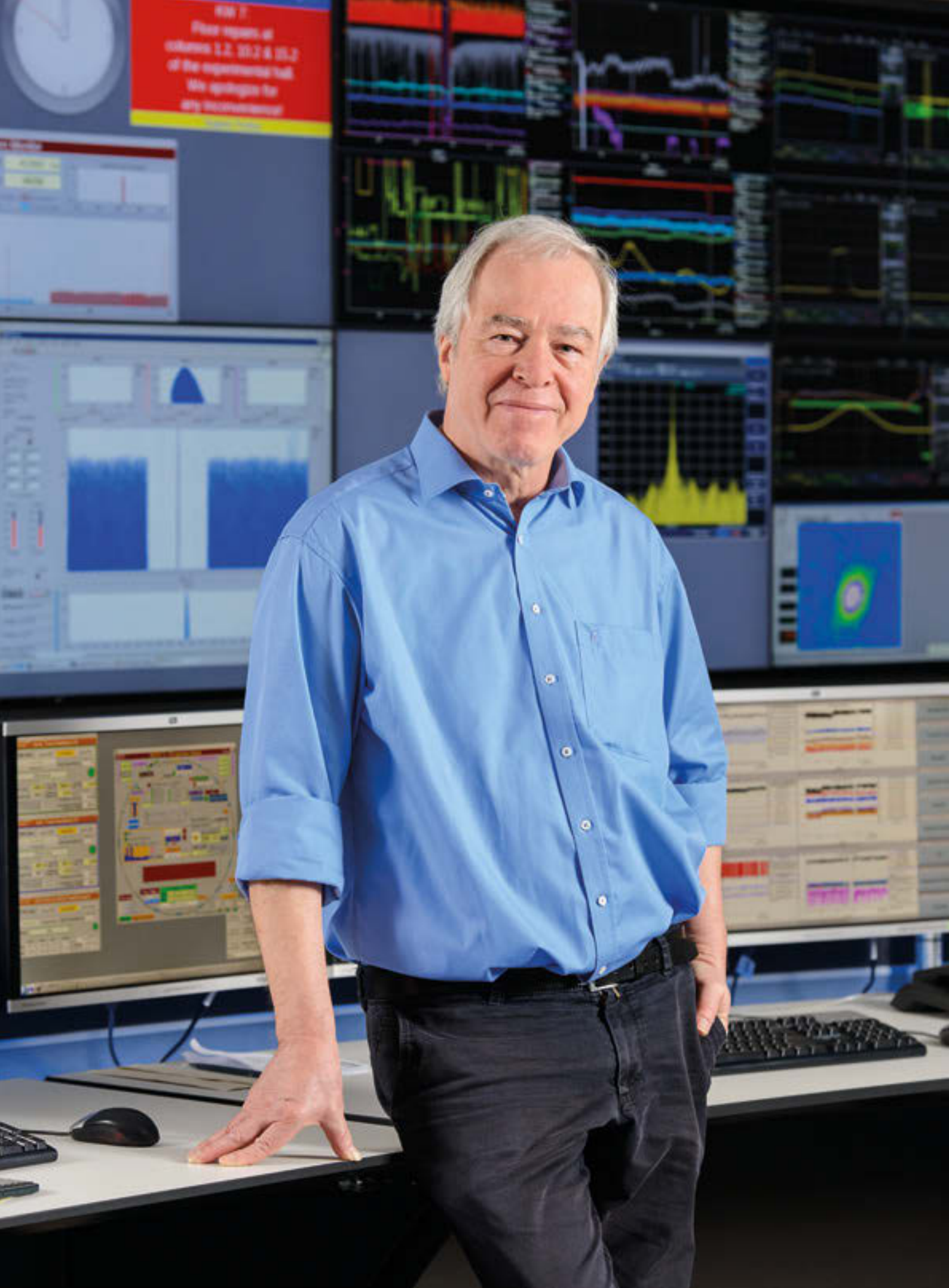
studierten sie seine Handbewegungen. Aus ihren Beobachtungen konstruierten sie schließlich eine Maschine, die Yamaha ersetzen könnte: Wie am Fließband kann sie aus Eizellen und Sperma sterile Fische herstellen. Ein Roboter, der Leben erschafft. Er steht derzeit auf Stand-by. ■

Susann Beetz

**SpaceLiner** Der Raum „Schweben und Stürzen“ der Ausstellung „Outer Space“ thematisierte den uralten Menschheitstraum, die Schwerkraft zu überwinden. Hier war das Modell des Hyperschallflugzeuges zu sehen. Bild: DLR (CC-BY 3.0)

## FÖRDERUNG DURCH DIE SCHERING STIFTUNG

Um Wissenschaft und Gesellschaft auf Augenhöhe zusammenzubringen, hat die Schering Stiftung ein neues Förderprogramm aufgelegt: Organisatoren von naturwissenschaftlichen Fachtagungen können Mittel für eine Hauptsession beantragen, die unter dem Motto „Science & Society“ steht. Die Teilnehmer sollen sich dabei interdisziplinär, also auch künstlerisch, mit dem Tagungsthema befassen. Eine der nächsten Sessions findet auf dem Europäischen Mikrobiologen-Kongress „BacNet 15“ Anfang Mai in Spanien statt. Im Mittelpunkt der „Science & Society“-Session steht dabei die Ästhetik des Visuellen in den Wissenschaften.



For more information at  
columns 1.2, 10.2 & 10.2  
of the experimental  
We apologize for  
any inconvenience

# Da ging ihm ein Licht auf

Der Physiker Godehard Wüstefeld hatte die Idee, wie sich in Berlin-Adlershof ein Supermikroskop bauen lässt. In fünf Jahren könnte es in den Dauerbetrieb gehen. Er selbst wird dann wohl nicht mehr mit dabei sein

Der Ring ist ein dickes Ding. Mit einem Durchmesser von 240 Metern bildet er einen riesigen kreisförmigen Tunnel. Doch das eigentlich Wichtige daran sind die winzigen Dinge darin: Durch den Tunnel wird ein haarfeiner Elektronenstrahl gejagt, der für Wissenschaftler ein geradezu magisches Licht abstrahlt.

Die Forschungseinrichtung BESSY II ist mit ihrer metallisch glänzenden Außenhülle schon von Weitem gut zu sehen, wenn man in den Südosten Berlins, nach Adlershof, reist. Hier arbeitet Godehard Wüstefeld, ein Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums Berlin (HZB). Ein gestandener Mann von Mitte 60. Graues Haar. Fester Händedruck. Wüstefeld ist Beschleunigungsphysiker, Teamleiter, Erfinder – und gefragt, wenn es ums Licht geht: Auf den Fluren des Forschungszentrums wird er immer wieder von Kollegen angesprochen. Noch. In wenigen Monaten wird seine Karriere enden. Der Ruhestand wartet auf den Physiker. Der Physiker selbst allerdings wünscht ihn sich gar nicht so sehr.

Die Arbeit von Wüstefeld und seinen Kollegen ist es, das besondere Licht zu erzeugen. Im rundum verglasten Kontrollraum der Anlage wird das gesteuert, erzählt er mit wachem Blick, und zeigt auf blinkende Monitore, unzählige Knöpfe und Schalter: „Im Ring speichern wir einen Elektronenstrahl, der unablässig intensive Lichtpulse in 50 unterschiedliche Experimentierplätze schickt.“ Dort forschen Wissenschaftler aus aller Welt mit dem besonders scharf gebündelten Licht, das weit über den Bereich des Sichtbaren hinausgeht. „Wie mit einem überdimensionalen Mikroskop werden mit BESSY II unterschiedlichste Materialien untersucht“, erklärt Wüstefeld. Das kann vielfältigen Nutzen in der Alltagswelt haben. So lassen sich Solarzellen verbessern, Taktfrequenzen in Computern erhöhen und vieles mehr.

Als Senior Scientist leitet er ein Team von zwei Postdocs und einem Doktoranden. „Diese jungen Leute sind nicht nur fachlich beeindruckend produktiv“, sagt er. „Sie gewinnen Preise, machen unsere Arbeit mit Videos einem breiten Publikum verständlich und vieles mehr. Für mich ist es eine tolle Erfahrung, mit ihnen zusammenzuarbeiten, und ich denke, dass ich ihnen auch etwas mit auf den Weg geben kann.“

Wüstefelds eigenes Interesse für die Naturwissenschaften wurde früh geweckt. Große Maschinen hatten es ihm schon in der Kindheit angetan. Aufgewachsen ist er in Niedersachsen, in einem kleinen Dorf bei Duderstadt. „Von klein auf haben mich einfachste Maschinen wie Trecker und Mühlen begeistert“, sagt

er. „Ich fand's toll zu sehen, wie die einzelnen Teile ineinander greifen.“ Zum Physikstudium ist er 1968 nach Berlin an die Freie Universität gegangen. Das hat er am Hahn-Meitner-Institut mit Atom- und Kernphysik abgeschlossen. „Dann bin ich nach Jülich gegangen und in die Beschleunigerphysik gewechselt.“ In Berlin war der Speicherring-Spezialist – auch nach Auslandsaufenthalten – wieder seit 1986, zunächst bei BESSY I in Wilmersdorf, ab 1992 bei BESSY II in Adlershof.

Seit mehr als 15 Jahren interessiert sich Wüstefeld nun für ganz besondere Lichtpulse. Sie sind extrem kurz, und ermöglichen es Forschern, schnellste Materialänderungen zu verstehen. „Dazu haben wir weltweite Pionierarbeit mit dem Speicherring geleistet und viel Neues gelernt“, sagt er. Diese kurzen Pulse werden am BESSY-Ring zweimal pro Jahr für Interessierte in Sonderschichten angeboten. Doch das könnte bald mehr werden. Vor zehn Jahren nämlich war es ein glücklicher Umstand, dass die Physikalisch-Technische Bundesanstalt direkt neben BESSY II einen kleineren Speicherring gebaut hat. Hier wurden die Erfahrungen der Physiker eingebracht. Neue Methoden zur Erzeugung kurzer Lichtpulse können nun damit getestet werden. Die Idee dazu hatte der Physiker, als er eines Tages vom großen zum kleinen Beschleunigerring über die Straße ging: Es ist möglich, kurze und lange Lichtpulse gleichzeitig zu schaffen und das mit fast 100-facher Intensität. Damit können die Nutzer ihre bisherigen Messungen wie gewohnt fortführen, aber wer mit kurzen Lichtblitzen experimentieren will, kann das jederzeit haben. Dieser Vorschlag ist jetzt eines der Zukunftsprojekte am HZB und heißt BESSY VSR. In etwa fünf Jahren könnte es dauerhaft in Betrieb gehen – und damit ein weltweit wachsendes Interesse von Wissenschaftlern decken.

Doch Godehard Wüstefeld wird dann wohl nicht mehr mit dabei sein. Der Schritt in den Ruhestand wird ihm schwerfallen, sagt er. Wenn Wüstefeld darüber nachdenkt, was er künftig machen will, muss er ein wenig überlegen. Das hänge unter anderem davon ab, wie lange seine Frau noch berufstätig sein wolle, sagt er. Bei Wind und Wetter öfter draußen zu sein, in der Natur, durch das Berliner Umland zu wandern, das könne er sich gut vorstellen. Wenn er davon erzählt, meint man jedoch, noch keine wahre Begeisterung zu hören. Das Leuchten in seinen Augen kommt erst wieder, wenn er von seinen Elektronen erzählt. ■

**Roland Koch**



# Personalien

## Niederländische Förderung für Münchner Lungenforscherin



Melanie Königshoff vom Helmholtz Zentrum München wird gemeinsam mit Kollegen aus den Niederlanden und Japan von der niederländischen Lungenstiftung „Longfonds“ mit rund 600.000 Euro unterstützt. Das Wissenschaftlerteam soll damit neue Therapieansätze gegen die chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD) erforschen. Die bislang noch unheilbare Krankheit gehört weltweit zu den häufigsten Todesursachen. Am Institut für Lungenbiologie des Comprehensive Pneumology Center, einem Zusammenschluss des Helmholtz Zentrums München, des Uniklinikums der LMU München und der Asklepios Fachkliniken München-Gauting, leitet Königshoff die Nachwuchsgruppe „Lung Repair and Regeneration“ und untersucht mit ihrem Team die Reparaturmechanismen der Lunge. Ihr Ziel ist es, bestimmte Mechanismen zu identifizieren, die für die Entwicklung neuer Behandlungen von Lungenerkrankungen wie COPD genutzt werden können.

## Charpentier erhält zwei weitere Medizinpreise

Der Mikrobiologin Emmanuelle Charpentier vom Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI) in Braunschweig wurden der mit 300.000 Euro dotierte Ernst Jung-Preis für Medizin und der Louis-Jeantet-Preis für Medizin verliehen, der mit einem Preisgeld von 700.000 Schweizer Franken (rund 650.000 Euro) verbunden ist. Sie erhält die Ehrungen für die Nutzbarmachung eines Abwehrmechanismus, mit dem Bakterien den Angriff von Viren kontern. Charpentier hat diesen Mechanismus entschlüsselt und daraus ein Werkzeug entwickelt, das Forscher nun weltweit dazu einsetzen, um Genabschnitte auszutauschen. Künftig könnte die Methode auch zur Therapie von Erbkrankheiten eingesetzt werden. Charpentier leitet am HZI die Abteilung „Regulation in der Infektionsbiologie“ und hat an der Medizinischen Hochschule Hannover eine Alexander von Humboldt-Professur inne.

## Gay-Lussac Humboldt-Forschungspreis geht an UFZ-Ökonomen

Für seine Arbeit im Bereich Wasserknappheit in der Landwirtschaft wurde Volker Meyer Ende Januar mit dem Prix Gay-Lussac Humboldt ausgezeichnet. Meyer arbeitet als Wirtschaftsgeograph am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) in Leipzig. Der Preis, der vom französischen Ministerium für höhere Bildung und Wissenschaft verliehen wird, ist mit 60.000 Euro dotiert. Er soll deutsche und französische Forscher ehren, die sich um den wissenschaftlichen Austausch zwischen beiden Ländern verdient gemacht haben. Volker Meyer nutzt den Preis für einen längeren Forschungsaufenthalt am Partnerinstitut IRSTEA in Montpellier.



## Neuer AWI-Verwaltungsdirektor hat Amt angetreten

Seit dem 2. Februar ist Karsten Wurr neuer Verwaltungsdirektor des Alfred-Wegener-Instituts, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI). Damit tritt er die Nachfolge von Heike Wolke an, die im März 2014 an das Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in Berlin gewechselt war. Wurr arbeitete zuvor am Deutschen Elektronen-Synchrotron in Hamburg. Dort leitete der promovierte Chemiker zunächst die Stabsstelle Technologietransfer und übernahm 2009 die Leitung der Verwaltungsabteilung. Auch der Neubau des Zentrums für strukturelle Systembiologie (CSSB) fiel in seinen Verantwortungsbereich.

## KIT-Forscherin im Wrangell-Programm gefördert

Stefanie Betz ist für das Margarete von Wrangell-Habilitationprogramm des Landes Baden-Württemberg ausgewählt worden. Die Informationswirtin vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT) beschäftigt sich mit Fragen zur Nachhaltigkeit in der Softwareentwicklung. Mit dem Wrangell-Programm fördert das Land herausragende Wissenschaftlerinnen auf dem Weg zur Professur. Die Förderung von bis zu fünf Jahren wird für Stefanie Betz nun drei Jahre lang durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst getragen und anschließend bis zu zwei Jahre durch das KIT. Im Gegensatz zu einem reinen Stipendium beinhaltet die Förderung finanzielle und soziale Leistungen im Rahmen des Tarifvertrags des öffentlichen Dienstes. ■

Marion Schweighart

# Magnetismus - die geheimnisvolle Kraft

## So wird's gemacht:

Wickle den Draht in 60 bis 70 engen Windungen gleichmäßig um den Nagel, lasse an den Enden jeweils 10 cm Draht übrig. Reibe danach die Drahtenden auf Sandpapier, bis es etwa 1 cm rundum silbern glänzt. Halte je ein blankes Ende fest an die Pole der Batterie, damit der Strom fließt, und tauche die Spitze des Nagels in die Büroklammern oder Stecknadeln.

## Erklärung:

Jeder kennt Dauermagnete, zum Beispiel Büromagnete, mit denen man Zettel an Pinnwände heften kann, oder Küchenmagnete, die an der Metalltür des Kühlschranks haften bleiben. Es gibt aber auch Elektromagnete. Sie erzeugen die magnetische Wirkung durch elektrischen Strom. Dabei kann die Stärke des Elektromagneten durch den Strom reguliert werden. Schaltet man den Strom aus, so verschwindet auch das Magnetfeld wieder. Diese regulierbaren Magnetfelder bieten in der Technik Vorteile. Im einfachsten Fall wirkt eine Drahtspule, durch die ein Strom fließt, wie ein Elektromagnet.

**Achtung: Niemals mit Strom aus der Steckdose experimentieren! Verwende für Versuche nur Batterien mit niedriger Spannung bis höchstens 4,5 Volt!**

## Das brauchst Du:

- 1,5 Volt-Batterie
- 1 m Kupferdraht, ca. 1 mm dick
- 1 Eisennagel, ca. 10 cm lang und 2 mm dick
- Sandpapier
- Büroklammern oder Stecknadeln



Dieses Experiment kommt aus dem Schülerlabor „kidsbits“ des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik (IPP). Das IPP ist ein assoziiertes Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft und bietet an den Standorten Garching und Greifswald unter anderem handwerkliche Kurse und physikalische Experimente für Schülerinnen und Schüler an. Darüber hinaus bietet es eine IPP-Forscherkiste mit Material und Anleitung zum Bau eines Elektromagneten für eine ganze Schulklasse an, die bei Anforderung zugeschickt wird. Weitere Informationen: → [www.ipp.mpg.de/jugendportal](http://www.ipp.mpg.de/jugendportal)

