

QUANTENCOMPUTER

Die eiskalten
Rechner

15

KLIMAWANDEL

Was uns
bevorsteht

16

RUSSLAND

Streit um
eine Reform

24

HELMHOLTZ PERSPEKTIVEN

DAS MAGAZIN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT | NR 02 | MÄRZ – APRIL 2014

www.helmholtz.de/perspektiven

Bürger machen Wissenschaft

Wie Citizen Science die Forschung verändert



HELMHOLTZ
| GEMEINSCHAFT



DIGITAL IST ANDERS.

Gibt es Maßanfertigung auch in Massenfertigung?

Das Netz ermöglicht nicht nur Menschen miteinander zu kommunizieren – auch Maschinen tauschen automatisch hochkomplexe Informationen aus. Das steigert die Effizienz, ändert Arbeitsabläufe und macht es möglich, während einer Massenfertigung auch individuelle Produkte herzustellen. Die Wissenschaft erforscht, wie die Produktion und die Arbeitsplätze von morgen in der Industrie 4.0 gestaltet werden können.

Wie entwickelt sich die digitale Gesellschaft? www.digital-ist.de oder [#digitalist](https://twitter.com/digitalist)

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2014

**DIE DIGITALE
GESELLSCHAFT**

→ HELMHOLTZ extrem

Diesmal: Die 62-Meter-Luftpumpe

Das schafft kein Sturm und kein Orkan: Eine riesige Luftpumpe beschleunigt in Göttingen Luft auf mehr als 25.000 Kilometer pro Stunde. Mit ihrer Hilfe simulieren Wissenschaftler extreme Bedingungen, denen Raumfahrzeuge und Überschallflugzeuge beim Durchfliegen der Atmosphäre ausgesetzt sind. Der entscheidende Unterschied zur Wirklichkeit abseits der Versuchshallen: Nicht das fliegende Objekt bewegt sich in der Luft, sondern die Luft strömt an festmontierten Modellen vorbei. Anhand dieser etwa einen Meter großen Modelle kann das Flugverhalten eines Raumschiffes oder Flugzeuges so bereits vor dem Bau getestet werden. Jedes Jahr stellen sich durchschnittlich fünf bis acht Modelle im so genannten Hochenthalpie-Kanal den Zumutungen des extremen Luftstoßes. In dem 62 Meter langen Windkanal verdichtet ein Kolben ein Gas wie in einer Riesenluftpumpe. Nach dem Platzen einer

Stahlmembran komprimiert und heizt eine starke Stoßwelle die Luft auf, bevor sie in Höchstgeschwindigkeit in einer Windkanaldüse auf das Modell trifft. Der extreme Luftstoß im Experiment verursacht Temperaturen wie auf der Sonnenoberfläche, doch nur für die 0,001 Sekunden, die ein Versuch wegen der hohen Geschwindigkeiten dauert. Das ist so kurz, dass die Materialien im Windkanal nicht realisieren, dass sie schmelzen müssten. Kurz ist auch die Dauer der Experimente insgesamt: In seinem knapp 25-jährigen Bestehen haben die Forscher im Windkanal nicht viel mehr als eine Sekunde Messzeit ausgewertet. Betrieben wird der Windkanal vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), das insgesamt mehr als 20 Windkanäle in Göttingen, Braunschweig und Köln unterhält. ■

Angela Bittner

Alle
Ausgaben von
HELMHOLTZ extrem
unter:
→ [www.helmholtz.de/
extrem](http://www.helmholtz.de/extrem)



Windige Umgebung Mithilfe des Modells eines Raumfahrzeuges simulieren Göttinger Forscher den Wiedereintritt in die Erdatmosphäre. Foto: DLR



Liebe Leserinnen und Leser,

in der Gesellschaft wachsen der Wunsch nach mehr Einbindung in politische Entscheidungen und das Bedürfnis, sich stärker zu engagieren – einfach mehr dabei zu sein. Während öffentliche Debatten früher kompliziert und langwierig über die Massenmedien vermittelt werden mussten, können wir sie heute dank Internet, Smartphone und sozialen Medien an jedem Ort der Welt in Echtzeit führen.

Auch die Wissenschaft verändert sich: Die Bürger fordern von den Forschern, sich und ihre Arbeit zu erklären; Laien beteiligen sich an Forschungsprojekten, etwa indem sie Tierbeobachtungen melden, Schriften oder Fotos auswerten. Citizen Science heißt diese Art der Forschung, die auf das Mitmachen der Bürger zählt. Unsere Titelseite gibt einen Einblick, wie sich die Forschungswelt der Gesellschaft öffnet. Apropos: Wenn Sie eine Frage haben, die Sie einem Wissenschaftler stellen möchten, schreiben Sie uns eine Mail an perspektiven@helmholtz.de.

Ende März steht ein neuer Bericht des Weltklimarates an. Schon wieder, mag mancher denken. Aber in diesem Bericht wird es erstmals darum gehen, welche Auswirkungen der Klimawandel auf Ökosysteme und damit auf unser aller Leben haben wird. Zwei Helmholtz-Forscher, die als Leitautoren dabei sind, erzählen uns, wie der globale Temperaturanstieg die Ozeane und das Leben an Land verändern wird und was die Politik dagegen tun sollte.

Außerdem widmen wir uns der Reform der altherwürdigen Russischen Akademie der Wissenschaften. Russlands Regierung greift umfassend in die Forschung ein, um international konkurrenzfähiger zu werden. Dass eine Reform überfällig ist, darüber ist man sich einig, aber beim Wie gehen die Meinungen weit auseinander.

Ich wünsche Ihnen beim Lesen viel Freude!

Ihr Andreas Fischer

Chefredakteur

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: photomim/shutterstock; S. 21-23: J. Novotny; S. 24: Volkova Natalia/shutterstock; S. 28: Katrina Friese, KIT, Sebastian Fuhrmann/AWI; S. 29: Katrina Friese, Tobias Schwerdt, Kim Lawrenz; S. 30: R.B./pixelio.de, BGR, Hannover; S. 31: Nissim Benvenisty, DLR; S. 32: André Künzelmann/UFZ; S. 35: KIT

Chefredakteur Andreas Fischer

Artdirektion Kathrin Schüller

Redaktionelle Mitarbeit Leonie Achtnich, Kristine August, Susann Beetz, Angela Bittner, Saskia Blank,

Justus Hartlieb, Thomas Kerstan, Kilian Kirchgeßner, Stephan Köhler, Sebastian Semler, Wilhelm Stork, Janine Tychsen, Johannes Voswinkel
Gestaltungskonzept Kathrin Schüller, 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)



-
- 3 **HELMHOLTZ extrem**
Diesmal: Die 62-Meter-Luftpumpe

- 4 **Editorial / Impressum**

- 5 **Inhaltsverzeichnis**

TITELTHEMA

- 6 **Die Experten von nebenan**
Wie Citizen Science die Forschung verändert

-
- 12 **TELEGRAMM**

Die Kunst des Kuschelns +++ Neuer Schutzmechanismus bei Alzheimer +++ Forscher entwickeln künstliches Knochenmark +++ Kohlenstoff im Boden beeinflusst Klimamodelle +++ Wattenmeer-Anwohner sorgen sich um ihre Heimat +++ Extrakt aus einer Geranie wirkt gegen HIV +++ Griechenland will das Meer zum Thema machen +++ Europäischer Forschungsrat hat neuen Präsidenten +++ Deutsche Forscher gewinnen Mega-Grants +++ Termine

FORSCHUNG

- 15 **Nachgefragt!**
Diesmal: Was ist eigentlich ein Quantencomputer?
- 16 **„Wir stehen vielleicht am Anfang einer evolutionären Krise“**
Ein Gespräch über die Folgen des Klimawandels
- 24 **Das Ziel ist die Weltspitze**
Streit um die Reform der Russischen Akademie der Wissenschaften
- 27 **Sich regen bringt Segen – oder?**
Eine Geschichte aus dem Journal für ungelöste Fragen

- 28 **Die Zukunft on tour**
Experten beantworten Besucherfragen aus der Ausstellung „Ideen 2020“

STANDPUNKTE

- 21 ***Friedliebend ja – aber bitte nicht naiv!***
Ein Kommentar von Thomas Kerstan über Zivilklauseln an deutschen Universitäten
- 22 ***Brauchen wir die elektronische Patientenakte?***
Zwei Blickwinkel: Wilhelm Stork und Sebastian Semler

HELMHOLTZ INTERN

- 32 **Science und Fiction zwischen Leipzig und London**
Die Umweltmikrobiologin Annelie Wendeberg im Porträt
- 34 **Interna**
Personalien, Preise und Vermischtes

KLEINE FORSCHER

- 35 **Die Zitronenbatterie**



Abonnement

Möchten Sie die Helmholtz Perspektiven kostenlos beziehen? Dann schreiben Sie eine Mail an: perspektiven@helmholtz.de



Laienforscher Frank Clemens zählt in seiner Freizeit Schmetterlinge für die Wissenschaft. Bild: David Ausserhofer



Die Experten von nebenan

Überall in Deutschland greifen Menschen nach Feierabend zu Fernglas, Notizblock oder Smartphone und helfen Forschern bei ihrer Arbeit. Sie sind Teil einer weltweit wachsenden Bewegung, die sich Citizen Science nennt

Kurz vor der Mittagspause geht Frank Clemens auf seine Wiese, um Schmetterlinge zu zählen. Seine Wiese – so nennt der Maschinenbaumeister eine 250 Meter lange Strecke hinter dem Firmengelände im Norden Berlins. Ein kleiner Pfad führt ihn erst an einem trägen Bach entlang, dann an einer Grünfläche vorbei, zwischen ein paar Bäumen hindurch und zuletzt zu einem Hang mit vielen Brennnesseln. „Einige Falter lieben Brennnesseln und sind von ihrem Vorkommen abhängig“, erzählt der 54-Jährige, „diese werden aber fast überall gemäht oder vernichtet, und mit ihnen verschwinden die Raupen der Tiere. So können sie als Falter nicht mehr schlüpfen.“ Auf dem Firmengelände hat Clemens sich für den Erhalt der Nessel an sinnvollen Stellen eingesetzt.

„Meine Chefs finden es gut, dass ich mich für die Natur einsetze“

Seine Leidenschaft für Schmetterlinge hat sich im Betrieb, der feine medizinische Geräte herstellt, längst herumgesprochen. Sie hat ihn gepackt, als er gerade zwölf Jahre alt war und am Waldrand bei seiner Oma den Sommer mit dem Schmetterlingskescher verbrachte. Heute kennt er fast 900 Arten. „Bei der Arbeit haben viele Kollegen Respekt vor meinen Beobachtungen“, sagt er mit Blick darauf, dass er regelmäßig in der Mittagspause hinausgeht zu seinen Schmetterlingen.

„Meine beiden Chefs finden es gut, dass ich mich für die Natur einsetze“. Zweimal in der Woche geht er seinen Weg ab. Eine zweite Zählstrecke hat er in der Nähe seines Wohnortes. Er zählt und notiert, welche Schmetterlingsarten er dabei sieht: das Waldbrettspiel, den Admiral, das Landkärtchen oder, als Highlight, den Kleinen Schillerfalter.

Frank Clemens' Aufzeichnungen gehen am Ende der Saison an das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) am Standort Halle, gemeinsam mit den Beobachtungen von weiteren 700 freiwilligen Helfern aus ganz Deutschland. Am UFZ werten Wissenschaftler die Daten aus. Tagfalter-Monitoring nennen sie ihr Projekt, in dem sie seit 2005 nahezu lückenlos erfassen, welche Falterarten wo in Deutschland leben und wie sich die Bestände verändern. Ihre Arbeit lebt von den Freiwilligen, die sich ein Stück Wiese oder einen Waldrand suchen und mindestens einmal die Woche zählen gehen, über Jahre hinweg: Rentner und Studenten, Wissenschaftler und Naturschützer – und Menschen wie Frank Clemens. Für sie alle gibt es einige Begriffe, von denen aber keiner richtig zutrifft. „Hobby-Wissenschaftler“, das klingt belächelnd. „Bürgerwissenschaftler“, das klingt bürokratisch. Der englische Begriff passt besser: Citizen Science bedeutet, dass Bürger sich an der Wissenschaft beteiligen; sie bringen ihr Wissen, ihre Zeit, ihr Können mit ein.

Citizen Science ist aber nicht einseitig. Es bedeutet, dass sich im Gegenzug die Wissenschaft



Erfahrung nutzen Krabbenfischer melden die Fischarten in ihrem Beifang. Bild: Sina Löschke/AWI

öffnet und Platz schafft für Laien. Sie können etwa dank einer speziell entwickelten Smartphone-App Daten über die Lichtverschmutzung am Nachthimmel sammeln, im Internet an einem Protein puzzeln oder bei der Auswertung von Galaxienbildern helfen.

Citizen Science boomt; es ist eine Gegenbewegung zu dem Bild von einer Wissenschaft, die stark formalisiert ist und im Rufe steht, sich streng abzuschotten. Der aktuelle Trend kommt aus Großbritannien, dabei ist das Prinzip alt: Bevor sich die Wissenschaft in Akademien und Labore zurückzog, gab es viele Bürgerwissenschaftler, die sich ihr Wissen selbstständig angeeignet und es damit weit gebracht haben – ein prominentes Beispiel ist der Evolutionsforscher Charles Darwin.

Heute stehen Museen an der Spitze der Öffnungsbestrebungen. Einer der Vorreiter ist das Berliner Museum für Naturkunde. „Ich sehe mehrere Gründe für die Begeisterung“, sagt Katrin Vohland, die dort den Bereich Citizen Science betreut: „Zum einen gibt es die neuen Medien, Smartphones und Serverkapazitäten, die komplexere Beteiligungen von Bürgern an Wissenschaft erlauben. Gleichzeitig ist Citizen Science Teil einer gesellschaftlichen Bewe-

gung.“ Die Menschen wollten sich stärker engagieren; das gehe einher mit einem hohen Bildungsstandard und flexibleren Biografien.

Für die Wissenschaft liegt der Reiz darin, dass sich das Sammeln von Daten dezentralisieren lässt. Bei der Frage, wie sehr sie die Bürger einbinden, unterscheiden sich die verschiedenen Projekte allerdings stark. Beim Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung in Berlin etwa können Hobby-Forscher online auf dem *Portal Beee* eintragen, wenn sie in Berlin ein Wildschwein oder einen Igel sichten. Mit Wildschweinen müssen sich die Städter den urbanen Raum teilen, und Igel sind – ebenso wie Schmetterlinge – Sympathieträger, da lassen sich viele Helfer gern motivieren. Die Koordinatorin Karoline Weißhuhn sieht in diesem Projekt aber auch einen Bildungsauftrag: „Wir wollen uns Gedanken darüber machen, wie aus Citizen Science ein flüssiger Austausch zwischen Wissenschaft und Bürgern entstehen kann“, sagt sie. Bisher können die Mitwirkenden die Datensammlung auf der Onlineplattform verfolgen. Dadurch weckt das Projekt die Neugier – und schärft die Sinne für Natur im urbanen Raum.

Bei anderen Projekten ist der Dialog zwischen Wissenschaft und Bürgern komplexer. Der Biologe

Kai Wätjen vom Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, bindet unter dem Arbeitstitel GAP2 lokale Krabbenfischer ein, um Daten über bestimmte Fischarten in der Nordsee zu sammeln. Sie schreiben auf, welche seltenen Fische als Beifang in ihren Netzen landen und geben die Daten an Kai Wätjen weiter. „Die Fischer verfügen über ein großes Knowhow darüber, was sich im Fischfang verändert“, sagt Wätjen. „Klassischerweise geht der Wissenschaftler vielleicht alle paar Monate raus ins Feld. Die langjährige Erfahrung der Fischer aber kann viel mehr bieten.“

Sein Projekt basiert deshalb nicht auf der Masse an Daten, sondern auf dem Wissen von Menschen, die sich auskennen. Ihr Vertrauen hat Wätjen gewonnen, weil er sich Zeit genommen hat – und weil seine Ergebnisse auch für die Fischer nützlich

sein können. Mit Informationen dazu, welche Fisch-Exoten in den Gewässern zu finden sind und wie sich zum Beispiel die Bestände der Nordseekrabben verändern, kann die Wissenschaft Impulse geben für das Gespräch zwischen Fischern und Naturschützern.

„Ich bin Wissenschaftler und Kommunikator“

Schon jetzt sind aus dem noch jungen Projekt zahlreiche Ideen für die Praxis entstanden. Citizen Science kann und soll also auch nach außen wirken: „Ich bin Wissenschaftler und Kommunikator“, sagt Wätjen über sich selbst. Diesen Dialog zwischen Wissenschaft und Gesellschaft hält auch ►

Citizen Science-Pioniere Johannes Vogel und Kathrin Vohland vom Berliner Museum für Naturkunde. Bild: Ernst Fessler





Alte Falter digitalisiert Am Berliner Museum für Naturkunde erhalten Insekten einen QR-Code, der zum Artnamen und Fundort führt. Bild: Ernst Fessler

Johannes Vogel für zukunftsweisend. Er ist Generaldirektor des Museums für Naturkunde in Berlin, vorher hat er viele Jahre im Natural History Museum in London gearbeitet und die Citizen Science-Bewegung in Deutschland von Anfang an begleitet.

„Ich wünsche mir, dass es in zehn Jahren an jeder Universität ein Büro für Bürgerwissenschaften gibt“

Für etliche Projekte hat er die Schirmherrschaft übernommen. „Citizen Science ist eine Herausforderung an die Wissenschaft als solche. Sie muss sich dem gesellschaftlichen Diskurs stellen“, sagt er. Das reine Sammeln von Daten, wie es zum Bei-

spiel im Tagfalter-Monitoring passiert, sieht Vogel als Anfang einer Entwicklung, die die Wissenschaft umkrempeln kann: Aus der Zivilgesellschaft heraus könnte im Zuge der Öffnung von Forschungsvorhaben schon bald Einfluss genommen werden auf Forschungsfragen und auf die Verteilung von Forschungsgeldern. Für manche Wissenschaftler indes ist das alarmierend, sie fürchten um die Unabhängigkeit der Forschung.

Vogel hält das für eine Ausrede: „Natürlich soll den Forschern nicht vorgeschrieben werden, was geforscht wird“, sagt er. „Wissenschaftler müssen sich dann zwar stärker rechtfertigen, stärker Mehrheiten finden, aber diese Entwicklung führt auch zu mehr Transparenz – und letztlich zu mehr Relevanz.“ Billiger ist diese Form der Wissenschaft übrigens

nicht, denn Citizen Science kostet Geld, wenn es ernsthaft betrieben wird: Es erfordert Personal, Fortbildung und die Beteiligung von speziell geschulten Sozialwissenschaftlern. Die Mühe aber lohne sich, sagt Johannes Vogel: „Ich wünsche mir, dass es in zehn Jahren an jeder Universität und jeder Forschungseinrichtung ein Büro für Bürgerwissenschaften gibt, das dann Fachgesellschaften, Gruppen, Initiativen und Freiwillige aller Art koordiniert.“ Der Anfang dazu wurde Ende Januar mit der Gründung des Vereins European Citizen Science Association (ECSA) gemacht, dem Vogel vorsitzt. Dem Netzwerk haben sich Museen, Universitäten und Forschungseinrichtungen aus zehn EU-Ländern angeschlossen, darunter auch das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ). Im Verbund will man konkrete Projekte umsetzen, die über den Naturschutz hinausgehen und sich zum Beispiel Fragen der Stadtgestaltung widmen.

„Manche Projekte zeugen eher von Begeisterung als von zukunftsweisender Planung“

Aber das Netzwerk will auch klären, wo die Grenzen von Citizen Science liegen: Welche Forschungsbereiche eignen sich für Projekte und welche eben nicht? Welche Anforderungen an den Datenschutz gelten – und in welchem rechtlichen Rahmen bewegt sich die Bürgerbeteiligung überhaupt? „Es entstehen natürlich auch viele Projekte, die vielleicht eher von der Begeisterung am Citizen Science zeugen als von wissenschaftlicher Standardisierung und zukunftsweisender Planung“, sagt Elisabeth Kühn, die am UFZ das Tagfalter-Projekt koordiniert. „Insofern ist es eine Gratwanderung zwischen Wissenschaft und Umwelt- oder Naturschutzbildung“.

Dass es gerade Museen sind, die den neuen Methoden besonders offen gegenüberstehen, sei nicht verwunderlich, findet Katrin Vohland vom Berliner Museum für Naturkunde: „Museen stellen sich zunehmend der Frage nach Relevanz und Zugänglichkeit von Wissen.“ An ihrer Einrichtung ist vor kurzem ein Projekt gestartet, das sich genau damit auseinandersetzt: Die kompletten Insektenbestände, darunter die Schmetterlingssammlung, werden digitalisiert und mit Metadaten zum Fundort und zur Klassifizierung sowie mit einem QR-Code versehen. So sollen die Sammlungen digital verfügbar werden, für Wissenschaftler und Laien gleichermaßen. „Nicht alle Sammlungen eines Museums werden ausgestellt“, sagt Vohland, „Mit der Digita-

lisierung versuchen wir, die Bestände trotzdem für Interessierte und für die Forschung zu öffnen.“ Der Schmetterlingsbeobachter Frank Clemens hat mit seiner Einbindung in das Schmetterlingsprojekt eine interessante Aufgabe hinzubekommen. Mittlerweile ist er Landeskoordinator für die freiwilligen Helfer beim Tagfalter-Monitoring in Berlin und Brandenburg. Wenn sich in seinem Bereich ein neuer Interessent findet, sucht er mit ihm eine geeignete Strecke und erklärt ihm, worauf zu achten ist. Wenn seine Schützlinge ihre Listen bei ihm abgeben, sieht er sie alle durch: „Mir ist es wichtig, dass möglichst keine Fehler in die Wissenschaft kommen“, sagt er. Auch zu Konferenzen und Seminaren wird Frank Clemens eingeladen. So viel Engagement erfordert eine Menge Zeit, vor allem am Wochenende. „Im Urlaub sind wir immer dorthin gefahren, wo es seltene Schmetterlinge zu sehen gibt“, sagt Clemens, „meine Kinder waren davon nicht immer begeistert.“ Seine Frau aber störe diese Leidenschaft nicht. Sie ist selbst engagierte Botanikerin – ebenfalls in der Freizeit. ■

Leonie Achtnich



Wenn Sie dabei helfen möchten, antike Schriften zu entziffern, Stechmücken für den Mückenatlas zu sammeln, sich im Spiel als Kunstkritiker zu üben oder die Schreie von Fledermäusen zu sortieren, dann finden Sie die entsprechenden Links unter

→ www.helmholtz.de/citizenscience.

Hier haben wir für Sie Informationen zu allen im Artikel genannten Projekten wie dem Tagfalter-Monitoring oder zu dem Sichten von Igeln und Wildschweinen zusammengestellt.



Am 8. April findet die erste Mitgliederversammlung des ECSA in Kopenhagen statt. Sie steht allen Interessierten offen, Informationen zur Anmeldung stehen auf

→ ecsa.biodiv.naturkundemuseum-berlin.de



Kuscheln nach Plan Kaiserpinguinküken wärmen sich in einer Kuschelgemeinschaft, aber wer darf in die Mitte?
Bild: Stefan Christmann/AWI

Pinguinvideos
und -bilder unter:
→ [www.helmholtz.de/
pinguine](http://www.helmholtz.de/pinguine)

Telegramm

Forschung +++ Forschungspolitik +++ Termine

Die Kunst des Kuschelns

Dicht drängen sich die Kaiserpinguine in der Antarktis aneinander, um sich gegenseitig warm zu halten. Damit sich jedes Tier auch mal in der Mitte aufwärmen kann, wird die Gruppe – Huddle genannt – ständig durchmischt. Alle 30 bis 60 Sekunden macht ein Pinguin einen Schritt, wodurch periodische Wellen in der Kolonie entstehen. Diese Beobachtungen veröffentlichten Wissenschaftler des Alfred-Wegener-Instituts, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI), erstmals 2011, nachdem sie Videoaufnahmen von Pinguinkolonien analysiert hatten. Jetzt sind die Forscher wieder in der Antarktis und bauen eine neue, größere Beobachtungsstation auf. „Mit den sehr kurzen Filmaufnahmen von

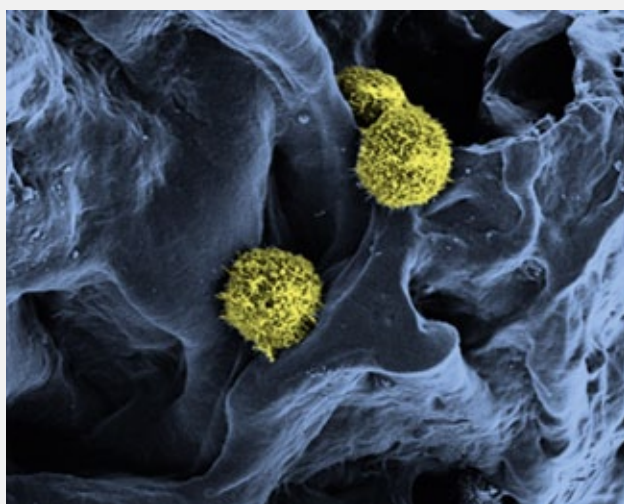
damals konnten wir nur kleine Aspekte der Dynamik beschreiben, die innerhalb eines Huddles auftreten“, sagt Daniel Zitterbart, AWI-Wissenschaftler und Erstautor der Studien. Diesmal wollen die Forscher herausfinden, wie lange die Tiere in einem Huddle verbleiben, wo sie ins Gedränge eintreten und wo sie wieder herauskommen. Völlig ungeklärt ist auch, wann die Tiere ein Huddle bilden, warum es innerhalb weniger Minuten wieder aufbrechen kann und wie sich die Gruppe als Ganzes bewegt. Dazu installieren die AWI-Wissenschaftler verschiedene Kameras an der Neumayer-Station, die über viele Jahre hinweg mehrmals pro Sekunde Aufnahmen machen sollen. Rund 2.000 Pinguine lassen sich so individuell verfolgen. „Das neue Observatorium erlaubt es uns, mehrere Jahre täglich das Huddle-Verhalten zu beobachten“, sagt Zitterbart. „Das ist weltweit einmalig.“

Neuer Schutzmechanismus bei Alzheimer

Wissenschaftlern vom Berliner Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) haben gemeinsam mit japanischen Kollegen einen Schutzmechanismus gegen eine bestimmte erbliche Form der Alzheimer-Krankheit entdeckt. Gleichzeitig gelang es ihnen, seine molekularen Ursachen zu entschlüsseln. Dabei spielt ein Protein namens SORLA eine besondere Rolle. Ist genug davon vorhanden, sammeln sich im Hirn weniger Beta-Amyloide an, die giftig sind. Eine Genmutation verändert SORLA bei erblich bedingtem Alzheimer jedoch so stark, dass es die Beta-Amyloide nicht mehr binden und somit auch nicht entsorgen kann.

Forscher entwickeln künstliches Knochenmark

Viele Leukämiepatienten sind auf die Versorgung mit gesunden blutbildenden Stammzellen angewiesen. Bisher ließen sich diese Zellen im Labor nur schlecht kultivieren, weil sie ihre Eigenschaften außerhalb ihrer natürlichen Umgebung, dem Knochenmark, verlieren. Wissenschaftlern am Karlsruher Institut für Technologie, einem Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft, ist es nun zusammen mit Kollegen gelungen, zum ersten Mal Knochenmark künstlich herzustellen und darin blutbildende Stammzellen zu vermehren.



Künstliche Umgebung Mikroskopaufnahme von Stammzellen (gelb) in einem Gerüst (blau) als Basis für künstliches Knochenmark. Bild: Lee-Thedieck/KIT

Kohlenstoff im Boden beeinflusst Klimamodelle

Kohlenstoff dockt sich nur an ganz bestimmte Bodenstrukturen an: an raue und kantige Flächen von winzigen Mineralien und dort, wo bereits ein hoher Kohlenstoffanteil vorhanden ist. Zu diesen Ergebnissen kamen Forscher des Helmholtz Zentrums München zusammen mit Kollegen der Technischen Universität München. Damit widerlegen sie die bisherige Annahme, dass Kohlenstoff gleichmäßig im Boden verteilt ist. Anhand der Studienergebnisse

lassen sich nun gezielt Böden identifizieren, die besonders gut Kohlenstoff speichern können. Die jeweilige Kapazität der Böden, Kohlenstoff zu speichern, beeinflusst auch den Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre, so dass Klimaforscher nun ihre aktuellen Modelle neu berechnen müssen.

Wattenmeer-Anwohner sorgen sich um ihre Heimat

Deutsche, dänische und niederländische Wattenmeer-Anrainer haben viel gemeinsam: Sie lieben die Naturgewalten ihrer Heimat, beschreiben sich selbst als stur, aber freundlich – und haben Angst vor den Folgen des Klimawandels. Zu diesen Ergebnissen kommt eine vom Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG) und dem Wadden Sea Forum durchgeführte länderübergreifende Online-Befragung.



Bedroht Das Wattenmeer vor Pellworm in Nordfriesland. Bild: T. Fischer/HZG

Die Küstenbewohner sind durch neue Industrien und Techniken wie Offshore-Windanlagen, Fracking oder Kohlendioxid-Speichierungen verunsichert und fühlen sich durch Naturschutzorganisationen und Politiker bei Entscheidungsprozessen nicht genügend einbezogen. Der Schutz des Ökosystems Wattenmeer solle in Zukunft in engerer Zusammenarbeit mit der ansässigen Bevölkerung stattfinden.

Extrakt aus einer Geranie wirkt gegen HIV

Inhaltsstoffe der südafrikanischen Geranienart *Pelargonium sidoides* schützen menschliche Zellen vor einem Befall mit dem AIDS-Erreger, haben Wissenschaftler des Helmholtz Zentrums München (HMGU) herausgefunden. Der Geranienextrakt hindert HI-Viren des Typs 1 (HIV-1) daran, an menschlichen Zellen anzudocken, in sie einzudringen und sich darin zu vermehren. Chemische Analysen ergaben, dass die antivirale Wirkung der Geranienextrakte durch so genannte Polyphenole vermittelt wird. Diese pflanzlichen Substanzen könnten in Zukunft zur Entwicklung von

Medikamenten gegen HIV-1 zum Einsatz kommen. Andere Arzneimittel aus der Geranienpflanze, beispielsweise gegen Bronchitis, sind bereits auf dem Markt. Sie gelten als verträglich und sicher für den Menschen.



Heilpflanze Die Geranienart *Pelargonium sidoides* enthält Substanzen gegen AIDS-Erreger. Bild: HMGU

Griechenland will das Meer zum Thema machen

Helmholtz-Büro Brüssel: Seit dem 1. Januar 2014 hat Griechenland den Vorsitz des Rates der Europäischen Union inne. Einer der Schwerpunkte während dieser Präsidentschaft soll das Meer als politisches Thema sein. Geplant ist, im Juni einen Entwurf für integrierte Meerespolitik zu verabschieden. Diese Ausrichtung ist auch für die Forschung relevant: So soll der Entwurf als Unterthemen die Nutzung der Meeresbodenschätze, die Blaue Biotechnologie und die Ausschöpfung von Meeresenergie aufgreifen.

Europäischer Forschungsrat hat neuen Präsidenten

Helmholtz-Büro Brüssel: Jean-Pierre Bourguignon leitet seit Januar den Europäischen Forschungsrat (ERC). Der Mathematikprofessor aus Frankreich ist der erste ERC-Präsident, der seinen Sitz in Brüssel hat und gleichzeitig die Rolle des ERC-Generalsekretärs übernimmt. Neu ist außerdem, dass der Präsident von drei Vizes unterstützt wird, die jeweils für einen Wissenschaftsbereich zuständig sind. Dies sind Pavel Exner für Natur- und Ingenieurwissenschaften, Carl-Henrik Heldin für Lebenswissenschaften und Núria Sebastián Gallés für Sozial- und Geisteswissenschaften. Bourguignon tritt die Nachfolge von Helga Nowotny an.

Deutsche Forscher gewinnen Mega-Grants

Helmholtz-Büro Moskau: Sechs deutsche Wissenschaftler erhalten einen der so genannten Mega-Grants von der russischen Regierung. Mit den Fördergeldern von je 90 Millionen Rubel –

umgerechnet etwa zwei Millionen Euro – sollen die Forscher bis zum Jahr 2016 in Russland Labore einrichten und Lehrverpflichtungen von bis zu vier Monaten übernehmen. Die Mega-Grants wurden bereits zum vierten Mal vergeben und dienen als gezielte Maßnahme, um Russland als Forschungsstandort für internationale Spitzenforscher attraktiver zu machen. In der vergangenen Ausschreibungsrunde gingen insgesamt 503 Anträge ein, einen Mega-Grant erhielten 42 Forscher aus 23 Forschungseinrichtungen. ■

Saskia Blank

Termine

17.03.2014

Fokus@Helmholtz

„Was können wir glauben? Die Klimadebatte und ihre Folgen“: Diskussion mit Experten aus Forschung, Politik und Gesellschaft
19 Uhr, DKB-Atrium, Taubenstraße 7, Berlin
→ www.helmholtz.de/fokus

21.03.2014

Ideen 2020 – Ein Rundgang durch die Welt von morgen

Eröffnung der Wanderausstellung in Stuttgart
Haus der Wissenschaft
→ www.ideen2020.de

Nächste Stationen:

23.04.2014 Koblenz, 12.05.2014 München

02.04.2014

Helmholtz&Uni

Diskursveranstaltung zum Zusammenspiel von Universitäten und der außeruniversitären Forschung, Universität München
→ www.helmholtz.de/helmholtz&uni

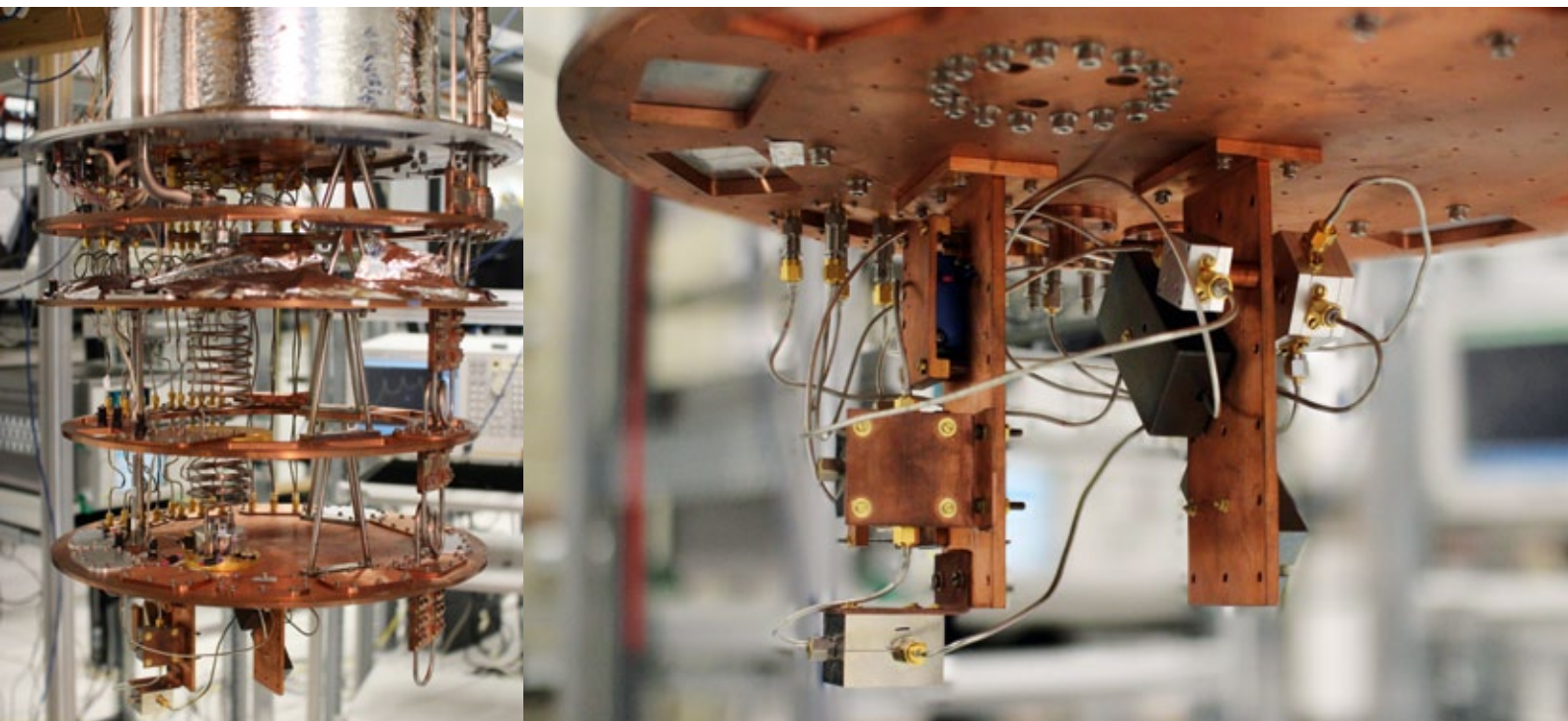
27.04.2014

Helmholtz-Humboldt-Sonntagsvorlesung

„Digitale Öffentlichkeit – Vom Drang und Druck der Selbstvermarktung“:
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

Nächste Vorlesung:

25.05.2014: „Digitale Gesellschaft – Wie Facebook, Twitter und Co. die Welt verändert haben“



Eiskalt Ein Mischkryostat kühlt die Computerchips auf minus 273 Grad Celsius. Bild: J. Braumüller, M. Weides

Nachgefragt!

Diesmal: Was ist eigentlich ein Quantencomputer?

Forscher arbeiten an rasend schnellen Chips für künftige Supercomputer. Martin Weides, Experimentalphysiker vom Karlsruher Institut für Technologie, erklärt die Idee dahinter – und weiß auch, wie groß die Chance ist, dass unsere künftigen Laptops solche Superrechner werden:

„Das Revolutionäre an Quantencomputern ist, dass sie viele Rechenschritte parallel durchführen, während ein klassischer Computer sie nacheinander abarbeitet. Sie könnten zum Beispiel in verschiedenen Abschnitten eines Telefonbuchs gleichzeitig suchen, statt es von A bis Z durchzugehen. In Datenbanken zu recherchieren, würde mit ihnen viel schneller gehen, denn sie nähern sich dem Ergebnis über die Frage an: Wie wahrscheinlich ist es überhaupt, dass mein gesuchtes Ergebnis in diesem Abschnitt liegt?

Noch stehen wir aber am Anfang der Entwicklung. Im Prinzip ähnelt das Herz eines Quantencomputers einem klassischen Computerchip, nur ist es zurzeit noch viel größer. Wir stellen Quantencomputerchips her, die als kleinstmögliche Speichereinheit statt digitaler Bits so genannte Qubits haben. Bei

ihnen gibt es nicht nur die klassische binäre Information 0 oder 1 – aus oder an –, sondern auch Werte dazwischen: quantenmechanische Zustände. Dadurch steigt die Rechenleistung deutlich an.

Bei unserem Forschungsansatz arbeiten wir mit Supraleitern: Diese Materialien leisten bei extrem niedrigen Temperaturen keinen Widerstand und leiten Elektrizität deswegen besonders schnell. Das ist wichtig, denn nur wenn die Qubits reibungslos miteinander verbunden sind, erreichen die Chips bessere Rechenkapazitäten. Diese Supraleiter-Chips müssen wir dafür auf Temperaturen nahe des absoluten Nullpunkts von minus 273 Grad Celsius herunterkühlen. Daher wäre es auch nicht möglich, diese Chips zukünftig in Handys oder Laptops einzubauen. Viel wahrscheinlicher ist es, dass Firmen und Forschungseinrichtungen Quantencomputer in großen Rechenzentren nutzen. Denn ihre Vorteile liegen eindeutig in der Geschwindigkeit – und nicht etwa in einem geringen Platzbedarf.“

Nachgefragt hat **Kristine August**

„Wir stehen vielleicht am Anfang einer evolutionären Krise“

Hans-Otto Pörtner und Josef Settele arbeiten als koordinierende Leitautoren am fünften Sachstandsbericht des Weltklimarats (IPCC) mit, der die Auswirkungen des Klimawandels zusammenfasst und Ende März in Yokohama verabschiedet wird. Ein Gespräch über die Arbeit des einflussreichen Gremiums, über Artensterben und steigende Meeresspiegel



Erst im November hat das IPCC vor den Gefahren des globalen Klimawandels gewarnt. Jetzt steht schon wieder ein IPCC-Bericht ins Haus. Befürchten Sie nicht, dass die Öffentlichkeit abstumpft?

Pörtner: Ob der Klimawandel gefährlich ist oder nicht, diese Aussage war im Herbstbericht gar nicht enthalten. Damals wurde nur mit allen verfügbaren Daten belegt, dass der derzeitige Klimawandel an sich eine Tatsache und menschengemacht ist.

Settele: Diese Aussage wurde dann in der Presse weitergesponnen. Am Ende klang es wirklich so, als hätten wir schon ein endgültiges Ergebnis. Dass wir im Herbst, jetzt im März und dann noch einmal im April insgesamt drei separate IPCC-Veröffentlichungen erleben, liegt einfach

daran, dass der Sachstandsbericht in drei Teilen erscheint, gestaffelt nach den beteiligten drei Arbeitsgruppen.

Moment: Es gibt also noch gar kein endgültiges Ergebnis? Ist der Klimawandel denn nun gefährlich oder nicht?

Settele: Wir wissen, dass die Klimaveränderungen Realität sind. Wie sie genau ablaufen werden, dafür haben wir verschiedene Optionen und Szenarien – die natürlich je nach ihren Ausmaßen unterschiedliche Folgen hätten. Unser Job in der Arbeitsgruppe zwei ist es zu beurteilen, wie sich die von Arbeitsgruppe eins beschriebenen Klimaszenarien jeweils auswirken würden. Arbeitsgruppe drei beschäftigt sich dann mit möglichen Lösungsstrategien.

Sie sagen, der Klimawandel sei eine Tatsache. Im Bericht der Arbeitsgruppe eins klang das abstrakter. Da stehen Formulierungen wie „mit großer Sicherheit“, „sehr wahrscheinlich“ oder „mit großem Vertrauen“. Als Laie fragt man sich schon, woran man nun ist.

Pörtner: Das IPCC wählt diese Sprache, um abgestufte Aussagen machen zu können: Mit welchem Vertrauensniveau können wir sagen, dass der Klimawandel tatsächlich passiert, mit welchem Vertrauensniveau können wir sagen, welcher Anteil menschengemacht ist? Diese Sprache führt zu einer Systematik und Vorsicht im Umgang mit wissenschaftlichen Sachverhalten, die ich mir manchmal auch für die gesellschaftliche Debatte und wissenschaftliche Arbeit selbst wünschen würde.



Eisschmelze in der Arktis Hat der Eisbär schon bald kein Eis mehr unter den Füßen? Bild: Stefan Hendricks/AWI

Die Grundlage Ihres Berichtes bilden wissenschaftliche Publikationen, die zum Beispiel Daten zur historischen Entwicklung von Temperaturen und Wetterphänomenen enthalten. Wer entscheidet, welche Publikationen einfließen?

Settele: Wir versuchen, uns die wesentlichen Aussagen aus der gesamten Literatur rauszuziehen. Wir suchen nach Arbeiten, die repräsentativ für das Fachgebiet sind. Wenn viele Studien zu ähnlichen Ergebnissen kommen, haben wir ein großes Vertrauen, dass die Ergebnisse stimmen.

Es ist also eine quantitative Betrachtung, wie viele Studien es gibt, die zum gleichen Ergebnis kommen?

Pörtner: Auch wenige Studien mit eindeutigen Ergebnissen können aussagekräftig sein; es geht um die Qualität der Daten. Wir als Leitautoren haben die Aufgabe, uns einen Überblick über die relevante Literatur in unserem Bereich zu verschaffen.

Kalte Winter, stagnierende Durchschnittstemperaturen weltweit, und das seit Jahren: Da drängt sich schon die Frage auf, wo der vom IPCC erwähnte Temperaturanstieg bleibt.

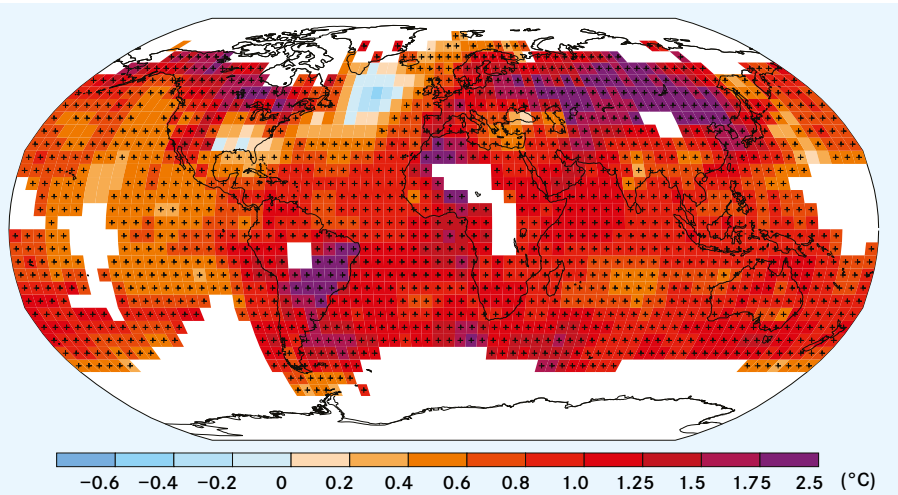
Settele: Es findet immer noch eine Erwärmung statt, nur nicht so schnell wie zuerst angenommen.

Pörtner: Die momentane Pause in der Erderwärmung ist Ausdruck der Variabilität der

natürlichen Systeme in ihrer Antwort auf den Klimawandel. Wir haben das Problem, dass jeder denkt, die Klimaänderungen bewegten sich wie auf einer geradlinigen Autobahn und zeigten einen eindeutigen Trend. Es gibt aber ein Auf und Ab. Jetzt sind wir in einer Phase, in der es nicht so deutlich aufwärts geht. Hierbei spielen die Ozeane eine Rolle, die über 90 Prozent der zusätzlichen Wärme aufnehmen.

Wer entscheidet eigentlich, welche Wissenschaftler beim IPCC-Bericht mitmachen dürfen?

Pörtner: Die Regierungen sammeln die nationalen Kandidaten und geben sie an das IPCC-Büro weiter. Die Autoren werden nach ihrer Kenntnis von bestimmten Themen ausgewählt. Es gibt auch politische ➤



Fast überall wärmer Wie sich die Oberflächentemperaturen zwischen 1901 und 2012 verändert haben. Bild: IPCC, Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report

Kriterien: Entwicklungs-, Industrie- und Schwellenländer sollen gleich vertreten sein, auf das Geschlechterverhältnis im Autorenteam wird ebenfalls geachtet.

Settele: Unsere Arbeitsgruppe besteht aus etwa 300 Autoren aus den verschiedensten wissenschaftlichen Disziplinen. Das fängt an mit der Paläoökologie, also dem Blick in die Vergangenheit; dann sind alle Biologie-Disziplinen von der Zoologie über die Botanik bis hin zur Mikrobiologie dabei. Aber zum Beispiel auch Soziologen, um die gesellschaftlichen Auswirkungen zu diskutieren.

Die Konferenz des IPCC in Yokohama dauert nur wenige Tage. Stehen alle Ergebnisse Ihres Berichts längst fest?

Pörtner: Es existiert bereits eine Zusammenfassung unserer Ergebnisse für Politiker; die nehmen die Regierungsvertreter dort ab, und zwar Zeile für Zeile. Dabei streben wir in Diskussionen einen Konsens zwischen den Regierungen und der Wissenschaft an.

Wie soll denn ein solcher Konsens aussehen, wo doch Wissenschaft und Politik ihre jeweils eigene Funktionslogik haben?

Pörtner: Entscheidend sind die wissenschaftlichen Fakten.

Wirklich?

Pörtner: Ja, wirklich. Die wissenschaftlichen Argumente, die Überzeugungskraft, die Unsicherheit in den wissenschaftlichen Aussagen stehen im Fokus.

Settele: Es geht darum, dass die Formulierungen für beide Seiten annehmbar sind. Das ist eigentlich die Kunst.

Sind in Ihrer Arbeitsgruppe auch Klimaskeptiker, die die Mehrheitsmeinung ernsthaft herausfordern?

Settele: Es gab schon auch schräge Kommentare einiger Kollegen, aber ich hatte nicht den Eindruck, dass viele Störer dabei waren.

Pörtner: Jeder, der sich mit dem Thema beschäftigt, kann im Prinzip am Diskussionsprozess teilnehmen. Die Kritiker will man ja auch in den Prozess der objektiven Bewertung des Wissens einbeziehen und nicht zur Seite schieben.

Klimaveränderungen hat es ja immer gegeben. Was ist jetzt anders?

Pörtner: Anders ist, dass sich diese Veränderungen in für uns Menschen greifbaren Zeitskalen ereignen. Das, was heute passiert, geht schneller vonstatten

als alles, was in den vergangenen 65 Millionen Jahren passiert ist.

Und das wissen Sie woher?

Pörtner: Zum Beispiel aus Bohrungen im antarktischen Eis oder in Sedimenten. Ich halte es für gesichert, dass die angesprochenen Veränderungen in ihrem Tempo mindestens vergleichbar sind mit denen, die in der Erdgeschichte Massensterben ausgelöst haben. Wir stehen möglicherweise am Anfang einer solchen Krise.

Massensterben klingt dramatisch. Was haben wir zu erwarten?

Settele: Das Ökosystem wird sich weiterentwickeln, das macht es sowieso. Die Frage ist, welche Rolle der Mensch dann noch spielt. Passt er sich an, wird er sich verändern oder wird er verschwinden? Flora und Fauna werden überleben: Es gibt anpassungsfähige Organismen, und einige werden es schaffen. Aber viele andere eben nicht. Schon jetzt können wir mit dem radikalsten Klimaschutz bestimmte Entwicklungen nicht mehr verhindern.

Pörtner: Die ersten geografischen Verschiebungen von Arten beobachten wir längst. In der Nordsee wandert zum Beispiel der Kabeljau in Richtung Arktis ab. Abwanderung löscht eine Art zwar noch nicht aus, aber es kommt zur Durchmischung der Ökosysteme, neue Nahrungsbeziehungen bilden sich. Schließlich bleiben doch einige Arten auf der Strecke, die Vielfalt nimmt ab. Ökosysteme werden geschädigt. Das Great Barrier Reef vor Australien zum Beispiel hat schon die Hälfte seiner lebenden Korallen eingebüßt, unter anderem weil das Wasser zu warm wird und sie ihre Symbionten verlieren. Symbionten sind Mikroalgen, die in den Zellen der Korallen leben, Fotosynthese betreiben und so die Korallen ernähren.

Settele: An Land wandern Organismen in größere Höhen, während tiefer gelegene Gebiete verarmen. Die Landschaft ist aber natürlich nicht überall so beschaffen, dass Wanderungen möglich sind. Es mag irgendwo auf der Welt passende Klimabereiche

geben, aber die bedrohten Arten kommen nicht hin. Und sterben aus. Zumindest bei einigen mittelamerikanischen Amphibien kann man davon ausgehen, dass Klimawandel schon jetzt einen entscheidenden Beitrag zum Aussterben geleistet hat.

Wahr ist aber auch: Es existiert bislang kaum ein Beleg, dass durch den Klimawandel Arten ausgestorben sind. Ist das für Sie in der Debatte mit Regierungen und Skeptikern ein Problem?

Pörtner: Natürlich, diese Zusammenhänge sind momentan schwer nachzuweisen, der aktuelle Klimawandel steht ja noch am Anfang. Prognosen haben zunächst die globale Ebene im Blick; auf Regionen heruntergebrochen verlieren sie an Aussagekraft, weil die Modelle das noch nicht richtig abbilden. Politiker haben aber vor allem regionale Interessen und keine globalen.

Wie wird uns Menschen der Klimawandel treffen?

Settele: Alles, was wir essen, ist Flora und Fauna. Die Vielfalt wird zurückgehen in dem, was wir anbauen können, und es wird voraussichtlich mehr Schädlingsprobleme geben.

Pörtner: Für den Ozean gibt es Modelle, die die großräumige Verlagerung von Fischbeständen zeigen – mit der entsprechenden Bedeutung für die regionale Fischerei. Davon sind ausgerechnet die Länder betroffen, die in tropischen Breiten auf die Fischerei angewiesen sind. Ein signifikanter Teil der Weltbevölkerung ist von der Proteinlieferung aus den Ozeanen abhängig, und die wird dramatisch zurückgehen. Oder nehmen wir nochmal die Korallenriffe. Manche meinen vielleicht, auf die könne man zur Not auch verzichten. Aber die Riffe schützen die Küsten, gerade wenn es zu Wirbelstürmen und Tsunamis kommt.

Man sollte also denken, dass sich in den IPCC-Beratungen jene Länder stärker

engagieren, die von Überflutungen bedroht sind. Merken Sie das?

Pörtner: Kleine Inselstaaten machen sich extreme Sorgen. Man muss aber berücksichtigen, dass die Hälfte der menschlichen Infrastruktur im Bereich von Küsten liegt.

Settele: Man merkt an den politischen Äußerungen schon, welche Interessen die jeweiligen Regierungen haben. Russland und China machen andere Kommentare als etwa die Niederlande.

Pörtner: Und der Ozean vergisst nicht. Das heißt, was wir anschieben in Sachen Meeresspiegelveränderungen oder Ozeanversauerung, werden wir so schnell nicht wieder einfangen. Da ist eine Trägheit im System. Schon wenn wir die heutigen Trends über das Jahr 2100 hinaus weiterdenken, sind sieben Meter Meeresspiegelanstieg möglich. Dann würden bis zum Jahr 2300, 2400 weite Küstengebiete überflutet. ➤

Politikberater Die Klimaforscher Hans-Otto Pörtner (links) und Josef Settele. Bild: E. Fessler



Das heißt: Selbst wenn wir es schaffen, die Kohlendioxid-Emissionen komplett einzustellen, ist immer noch so viel Treibhausgas im System, dass der Klimawandel weitergeht?

Pörtner: Es wird viele Jahre dauern, bis die Temperatur und das Verhältnis von Eis- und Wasserphase im Gleichgewicht sind. Die natürliche Abnahme des Kohlendioxids in der Atmosphäre und die Rückführung der Ozeanversauerung erfolgen über hunderte bis tausende Jahre; beides ist auch von Verwitterungsprozessen an Land abhängig und von der biologischen Aktivität im Meer.

Wenn die Auswirkungen ohnehin schon vorprogrammiert sind – warum sollen wir unser Verhalten noch ändern?

Pörtner: Wir müssen zunächst einmal überhaupt akzeptieren, dass wir die Welt verändern und welche Auswirkungen unser Handeln hat. Es gilt, was Artikel zwei der Klimakonvention sagt: Der Klimawandel sollte nicht gefährlich werden; wir müssen das Ausmaß und damit die Auswirkung des Klimawandels begrenzen. Man muss ja nicht absichtlich das große Experiment fahren, das herausbekommen will, bei wie viel Klimawandel das Erdsystem kippt.

Ein gefährliches Ausmaß hat er aber doch schon längst erreicht, das haben Sie selbst gerade gesagt!

Pörtner: Das ist Definitionssache: Ist der Verlust einer Art schon gefährlich?



Bald die Regel? Großflächige Bewässerung verwüsteter Landschaft. Bild: A. Künzelmann/UFZ

Wie viele Arten sind wir bereit, in ihrem Bestand zu gefährden? Das ist eine Diskussion, die in der Politik geführt werden muss. Wir sind als Wissenschaftler gehalten, Fakten zusammenzutragen und Perspektiven aufzuzeigen, ohne der Politik Handlungsvorschriften zu machen.

Was muss die Politik tun, um die Auswirkungen des Klimawandels zu beschränken?

Pörtner: Hier kann ich nur persönlich antworten, nicht als Vertreter des IPCC. Ich halte es für wichtig, dass wir möglichst früh anfangen, die Emissionen runterzufahren. Und dass wir die kurzfristigen wirtschaftlichen Interessen nicht dem überordnen, was wir langfristig zu bewältigen haben.

Settele: Es wäre schon gut, wenn mancher sich sagt: Ich könnte ein bisschen weniger reisen, ein bisschen weniger fliegen. Aber letzten Endes muss sich die gesamte Gesellschaft in diese Richtung bewegen. Genau dieser gemeinschaftliche Wille muss sich in politischem Engagement äußern.

Barack Obama sagte kürzlich in einer Rede: „Klimawandel ist Fakt.“ Hat Sie das gefreut? Man hat von US-Präsidenten ja auch schon anderes gehört.

Settele: Ehrlich gesagt, habe ich das gar nicht mitgekriegt, weil ich viel unterwegs war. Aber es hätte mich gefreut. ■

Interview: **Andreas Fischer** und **Jan-Martin Wiarda**

Als Weltklimarat wird das **Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)** bezeichnet. Die zwischenstaatliche Organisation mit Sitz in Genf arbeitet als Think-Tank, fasst die wissenschaftliche Forschung zu Themen des Klimawandels zusammen und bewertet die Aussagekraft der Ergebnisse. In drei Arbeitsgruppen beschäftigen sich Wissenschaftler aus verschiedenen Ländern mit den Risiken der globalen Erwärmung, mit ihren Auswirkungen sowie mit Vermeidungs- und Anpassungsstrategien. Für seine Tätigkeit erhielt das IPCC im Jahr 2007 den Friedensnobelpreis.

Der Biologe **Hans-Otto Pörtner** forscht am Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) in Bremerhaven. Sein Schwerpunkt ist die Integrative Ökophysiologie von Meerestieren.

Der Agrarwissenschaftler **Josef Settele** forscht am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) in Halle. Er ist spezialisiert auf Biodiversität und Landnutzung.



Mehr zum IPCC-Bericht unter → www.helmholtz.de/ipcc

Friedliebend ja – aber bitte nicht naiv!

Ein Kommentar von Thomas Kerstan über Zivilklauseln an deutschen Universitäten

Manchmal hilft schon der Blick in die Geschichte, um sich richtig glücklich zu fühlen. Hundert Jahre nach dem Beginn des ersten Weltkriegs kann man gar nicht froh genug darüber sein, wie zivil, wie friedliebend heutzutage an unseren Hochschulen und wissenschaftlichen Instituten gedacht und geforscht wird.

Wie eng die Wissenschaft einst mit dem deutschen Militarismus verquickt war, das dokumentiert die „Erklärung der Hochschullehrer des Deutschen Reichs“ vom 23. Oktober 1914. „In dem deutschen Heere ist kein anderer Geist als in dem deutschen Volke“, heißt es dort pathetisch, „denn beide sind eins, und wir gehören auch dazu.“ Initiator der Erklärung war der einflussreiche Altphilologe Ulrich von Wilamowitz-Moellendorff. Fast alle der damals mehr als 3.000 Hochschullehrer der 53 Universitäten und Technischen Hochschulen des Landes unterzeichneten sie. Der große Soziologe Max Weber diente im Krieg voller Überzeugung als Lazarettoffizier und beschrieb in einem Brief das nationale Erlebnis als „unerhört groß und wunderbar“, der spätere Chemie-Nobelpreisträger Fritz Haber war aktiv an Giftgaseinsätzen beteiligt.

Für uns sind das heute Erinnerungen aus einer anderen Welt; Gott sei Dank! Sollte die Anwesenheit von Krieg und Gewalt auf diesem Planeten im deutschen Wissenschaftsbetrieb deshalb ausgeblendet werden? Dass einige Universitäten sich so genannte Zivilklauseln auferlegt haben, die militärische Forschung ausschließen sollen, ist nicht zu beanstanden. Wenn Wissenschaftlern aber individuell untersagt werden soll, sich an Militärforschungsprojekten zu beteiligen, ist eine Grenze überschritten. So prüft der Bremer Senat nach einem Bericht von Radio Bremen inzwischen, ob und wie die Wissenschaftler der Hansestadt gesetzlich dazu verpflichtet werden können, nur für zivile Zwecke zu forschen.

Dieser naive Antimilitarismus hat – gerade mit Blick auf die deutsche Vergangenheit – etwas Sympathisches, aber doch auch etwas Heuchlerisches. Die Welt ist leider nicht so friedlich, wie



Thomas Kerstan (55) leitet das Ressort Chancen bei der ZEIT.
Bild: Jindrich Novotny

wir sie uns wünschen. Deutschland hat Streitkräfte zur Verteidigung aufgestellt, die Bundeswehr. Wir sind Teil eines Bündnisses und stehen unter dem militärischen Schutz der USA. Wollen wir unsere Soldaten mit Wasserpistolen ausrüsten? Wollen wir die Militärforschung und die Waffenentwicklung anderen Staaten überlassen, um den Preis zusätzlicher Abhängigkeit? Nein, das wäre nicht vernünftig.

Natürlich darf kein Wissenschaftler und kein Student zu militärisch nutzbarer Forschung gezwungen werden. Und es muss Transparenz herrschen; Geheimforschung ist mit der Idee der Universität nicht zu vereinbaren. Wenn das gesichert ist, dann muss die Militärforschung ihren geachteten Platz in der deutschen Wissenschaft haben.

Unser Land muss friedliebend, aber nicht naiv sein. ■

Brauchen wir die elektronische Patientenakte?

Zwei Blickwinkel: Wilhelm Stork und Sebastian Semler



Es kann nicht sein, dass
Patientenakten mitunter noch in Taxis
hin- und hertransportiert werden,

sagt Wilhelm Stork, Leiter des Bereichs Mikrosystemtechnik
am Karlsruher Institut für Technologie

Vor einer Weile musste mein Vater operiert werden. Nach der OP nahm er innerhalb von fünf Tagen 13 Kilogramm zu. Ursache dafür waren die Infusionen, die er bekam, und eine seit langem bestehende Herzinsuffizienz, die auch in der Voruntersuchung gut dokumentiert war. Jetzt das Unglaubliche: Keiner hat die extreme Gewichtszunahme bemerkt. Zwar kontrollierte das Pflegepersonal jeden Tag das Gewicht meines Vaters und trug es ins Stationsbuch ein – doch niemand verglich die handschriftlichen Daten miteinander.

In Skandinavien wäre diese Verkettung unglücklicher Unaufmerksamkeiten vermutlich nicht passiert. Dort gibt es so genannte elektronische Patientenakten, eine digitale Datenbank, die die gesamte Krankengeschichte eines Patienten speichert – alle Diagnosen, Behandlungsdaten, Medikamente, Allergien, Röntgenbilder, EKG-Verläufe, und zwar landesweit und institutionenübergreifend. Bei meinem Vater hätte die elektronische Patientenakte Alarm ausgelöst – und meinem Vater die zusätzlichen Beschwerden, dem Gesundheitssystem die teure Nachbehandlung erspart.

Deutschlands Wissenschaftler jedoch können, mittlerweile seit über 20 Jahren, nur von der Einführung der elektronischen Patientenakte träumen. Hierzulande führen Krankenhäuser und Arztpraxen im Wesentlichen Datenbanken, die die Stammdaten wie Adresse, Krankenversicherung und Kosten

enthalten. Medizinische Patientendaten werden selbst heute noch auf Papier von Taxis zwischen den einzelnen Häusern großer Kliniken hin- und hertransportiert.

Abgesehen vom offensichtlichen Nutzen für den Einzelnen zeigen Vergleichsstatistiken zudem: Die Entscheidung für oder gegen eine bestimmte Behandlung hängt von der ärztlichen Meinung ab, die oft auch von der Vergütung der jeweiligen Therapie beeinflusst wird. Wären alle Diagnosen, therapeutischen Maßnahmen und deren Kosten elektronisch verfügbar, so könnte man statistische Forschung betreiben und über einen großen Bevölkerungsschnitt hinweg die besten Therapien für eine Erkrankung und einen bestimmten Personenkreis ermitteln. Skandinavien ist uns auch auf diesem Feld weit voraus. Die dortigen Gesundheitssysteme sind in Relation zum Bruttoinlandsprodukt um etwa 20 Prozent billiger, dafür aber effektiver: Ab dem 65. Lebensjahr genießen schwedische Rentner im Schnitt noch 14 gesunde Jahre, wir Deutschen dagegen nur sieben.

Die Ursachen liegen nicht allein in der elektronischen Verfügbarkeit von Daten. Damit aber könnten geeignete Anreizsysteme für Gesundheitsdienstleister und Patienten entwickelt werden, die für das viele Geld auch adäquate Resultate sicherstellen würden. ■



Die Debatte ist geprägt von falschen Heilsversprechen und unbegründeten Befürchtungen,

sagt Sebastian Semler, Geschäftsführer der Technologie- und Methodenplattform für die vernetzte medizinische Forschung e.V.

Über die elektronische Patientenakte wird seit über 20 Jahren diskutiert. Oft mit unklaren Begrifflichkeiten, falschen Heilsversprechen und überzogenen Erwartungen, aber auch begleitet von unbegründeten Befürchtungen. Die wichtigste Klarstellung zu Beginn: Es gibt elektronische Patientenakten, die vom Arzt oder der behandelnden Institution geführt werden, und es gibt elektronische Gesundheitsakten, die sich in der Hand des Patienten befinden.

Die einzige Gemeinsamkeit beider Formen ist die verwirrende Vielfalt an Namen, unter denen sie in der Debatte auftauchen. Ansonsten unterscheiden sie sich in fast allem: in ihrer Finanzierung, in ihrer Verlässlichkeit und Vollständigkeit; in den Personen, die für sie Verantwortung tragen und im Schadensfall haften – und damit eben auch in ihrer Nützlichkeit für Patienten und Gesellschaft.

Die zeitlichen Perspektiven sind ebenfalls grundverschieden: Eine Akte des Patienten geht immer über die einzelne Behandlungsepisode hinaus und zielt auf eine lebenslange Dokumentation der Krankheitsgeschichte ab. Die arztgeführte Akte ist beschränkt auf den jeweiligen Behandlungsfall und die Institution. Denn inhaltlich, technisch und datenschutzrechtlich ist es gar nicht so einfach, institutionsübergreifende, von Medizinern verantwortete Akten zu organisieren. Gleichwohl kommt erst in der Dokumentation über die einzelne Behandlungsepisode hinaus der wahre Mehrwert zum

Tragen: Die Dokumentation von Krankengeschichte und Behandlungsverläufen läge dauerhaft vor, die Arzt-zu-Arzt-Kommunikation und die Notfallbehandlung würden entschieden verbessert werden. Als exemplarische erste Entwicklung auf diesem Weg kann das Projekt zur institutionsübergreifenden „Elektronischen Fallakte“ gelten.

Erfreulicherweise hat sich im zurückliegenden Jahrzehnt bereits einiges getan. Die Politik hat explizit die Einführung einer institutionsübergreifenden elektronischen Patientenakte und deren Unterstützung durch die Gesundheitstelematikinfrastruktur vorgesehen.

Doch Herausforderungen auf dem Weg zu sicheren und funktionalen Systemen bleiben. Dabei sollte man nicht nur an Datenschutz und Datensicherheit denken. Auch die Fragen, wie viele Daten strukturiert – und nicht als Freitext oder gescannte Papierunterlagen – vorliegen, in welchen standardisierten Datenformaten und mit welchen internationalen Terminologien sie kodiert sind, sind für die institutionsübergreifende Weiterverarbeitung essentiell. Und nicht zuletzt sind berufs- und haftungsrechtliche Fragen zu klären: Nur elektronische Daten, in die der Arzt auch hineinschaut und denen er vertrauen darf, entfalten den Nutzen, den man sich von einer elektronischen Patientenakte verspricht. ■





Das Ziel ist die Weltspitze

Mit einer grundlegenden Reform will Russland sein Wissenschaftssystem voranbringen. Kritiker bemängeln fehlende Transparenz – und fürchten eine staatliche Bevormundung der Forscher

Wenn Sergej Nedospasow über die Reform der russischen Wissenschaft räsoniert, bleibt er seinem Forschungsgebiet treu: „Der Schwerkranken gesundet gerade mühsam von einer Tuberkulose-Infektion“, sagt der Moskauer Immunologe in einem Gleichnis, „da erfährt er, dass er sich auch noch mit einem Hepatitis-C-Virus angesteckt hat.“ Erkrankt ist hier die Wissenschaft, angegriffen durch den Tuberkelbazillus der Reform der Russischen Akademie der Wissenschaften und zusätzlich ausgezehrt durch Hepatitis, das neue System der Projektfinanzierung. Nedospasow, der ein Labor an einem Institut der Akademie leitet und auch einen Lehrstuhl an der Moskauer Staatlichen Lomonossow-Universität (MGU) inne hat, steht diesen staatlich verabreichten Reformen skeptisch gegenüber. Den Abwehrkampf einer großen Gruppe Wissenschaftler sieht er als natürlich an: eine „Immunreaktion“.

Die Reform, die derzeit in Arbeit ist, soll das gesamte russische Forschungssystem umkrempeln. Ziel ist es, die Wissenschaft mit anderen Finanzierungs- und Begutachtungsansätzen effizienter zu gestalten – und für mehr internationales Prestige zu sorgen. Präsident Wladimir Putin peilt die Schaffung mehrerer „Forschungsuniversitäten von Weltrang“ bis zum Jahr 2020 an. Das ist eine Herkulesaufgabe, denn bisher findet die Forschung in Russland vor allem an den Akademie-Instituten statt.

Hinter den Kulissen tobt ein Machtkampf

Die Universitäten sind insbesondere für die Ausbildung zuständig – oft auf vergleichsweise schwachem Niveau. Selbst die führende russische Universität, die MGU, schafft es in verschiedenen internationalen Rankings nicht unter die ersten Hundert.

Hinter den Kulissen aber tobt ein Kampf um die Wissenschaftsreform, in dem es um Macht, Eitelkeiten, Traditionen und vor allem um Geld geht. Die Grundlagenforschung wird künftig nicht mehr über einen allgemeinen Posten im Staatshaushalt finanziert, sondern über Projektgelder, für die sich Forscher im Wettbewerb beim Russischen Wissenschaftsfonds bewerben müssen. Der Fonds soll die Forschungsprioritäten bestimmen. Die Akademiemitglieder, die einst selbst über ihre Arbeit entscheiden konnten, sind in diesem Gremium nur noch Ratgeber. Zudem entzieht die russische Regierung der Akademie und ihren Institutsleitern das Recht, Grundstücke und Immobilien zu verwalten; dafür ist nun eine neu geschaffene Nationale Agentur

zuständig. Die Vermietung war eine bedeutende Einnahmequelle für die Akademie, deren öffentliche Dotierung gerade einmal für Gehälter, Strom, Wasser, Heizung und Müllabfuhr reichte.

„Die Reform ist eine bittere, aber nötige Pille“

Kritiker sehen in der Reform das Ende der Freiheit, wenn nicht gar den Todeskuß für die russische Wissenschaft. Die altherwürdige Akademie werde ruiniert, während Ministerialbeamte das Sagen über Professoren und Reagenzgläser erhielten. Hinter der Agentur zur Verwaltung des Eigentums können aus der Sicht vieler Wissenschaftler nur dunkle Hintermänner stehen, die Geschäfte machen wollen. Der Verdacht wird dadurch befeuert, dass die Autoren des Reformgesetzes im Verborgenen blieben und das Parlament nach einem Hauruck-Verfahren am 18. September vergangenen Jahres zustimmte. Sogar reformorientierte Wissenschaftler warnten vor der „Verwüstung der effektiven Organisation der Wissenschaft“. Allerdings sind viele Kritiker zuletzt mit ihren Äußerungen vorsichtiger geworden. „Die Staatsmaschine bewegt sich nach eigenen Gesetzen“, sagt ein Moskauer Physiker der Internet-Zeitung *gazeta.ru*, „und wenn sie will, zerquetscht sie.“

Die Reformbefürworter halten dagegen, dass in Russlands Wissenschaftsbetrieb so viel nicht mehr zu verwüsten sei. Die Akademie bekomme viel Geld und biete wenig Leistung. Die Zahl der wissenschaftlichen Veröffentlichungen sinke seit gut einem Jahrzehnt kontinuierlich. Viele der Autoritäten, die heute in der Akademie sitzen, seien in der sowjetischen Zeit als Nomenklatura-Kandidaten dorthin aufgestiegen und prägten ein Kasten-System. Es gehe vor allem um Macht statt um wissenschaftliche Erkenntnisse. Da gilt die Reform als bittere, aber nötige Pille. Die unnachgiebige Annahme des Gesetzes habe die Akademie letztlich selbst verschuldet, indem sie jahrelang jede Reform von innen verweigerte.

Dass der Entwicklungsstillstand in Russlands Wissenschaft überwunden werden muss, ist offensichtlich. Der Braindrain geht weiter, wenn gleich nicht im selben Ausmaß wie in den neunziger Jahren. Zehntausende russischer Wissenschaftler arbeiten im Ausland, und die Mehrzahl von ihnen plant keine Rückkehr in die Heimat. Ein Universitätsprofessor in den USA verdient leicht das Zehnfache seines MGU-Kollegen. Doch lockt keineswegs nur der bessere Verdienst. Vielmehr ist der bürokratische Alltag gerade für junge Wissenschaftler ein wichtiges Argument, Russland zu verlassen. ►



Sieht Modernisierungsbedarf Molekularbiologe Konstantin Sewerinow. Bild: Alexey Payevsky

Die Besorgung von Reagenzien oder Pipetten wird durch die Allmacht der Buchhalter schnell zum planwirtschaftlich anmutenden Irrlauf. Der Austausch wissenschaftlichen Materials über die Landesgrenzen hinweg scheitert oft an Zoll oder Geheimdienst. Da sind die Arbeitsbedingungen in Westeuropa oder den USA besser.

Konstantin Sewerinow kennt diese Probleme, denn er führt zugleich Akademie-Labore in Moskau und ein Labor in New Jersey. Der Molekularbiologe gehört zu denen, die Russlands Wissenschaftsbetrieb etwas durchlüften möchten. Er verbindet

Internationalität und Wettbewerbsdenken mit Unverkrampftheit in Jeans und T-Shirt. Das muss vielen Akademiemitgliedern ein Graus sein. Nachdem sich Sewerinow für Reformen aussprach, kam der Vorwurf auf, er sei ein Agent der USA. „Manche der Reaktionen auf die Reform waren geradezu hysterisch“, sagt Sewerinow. Aber nach fünf Reformmonaten klingt sogar er ernüchtert: „Die schlimmsten Vorhersagen sind nicht eingetroffen“, urteilt er, „aber es ist auch nichts Gutes entstanden.“

In den Expertengruppen des Russischen Wissenschaftsfonds, der die Projektgelder vergeben soll, hat Sewerinow viele allzu bekannte Namen entdeckt. „Der Eindruck, dass sich alles verändert, fehlt noch“, sagt er. Arbeitsgruppen, die Kriterien für ein Audit aller Akademie-Institute erstellen sollen, sind in Konflikten verfangen: So besteht innerhalb der Arbeitsgruppen nicht einmal Einigkeit darüber, ob für die biomedizinischen Institute der Zitierindex in wissenschaftlichen Fachpublikationen als Maßstab für wissenschaftlichen Erfolg gelten soll. Wer später die Arbeit der Institute begutachten wird, ist so offen wie die Frage, in welchem Maß die Nationale Agentur ihre Verwaltungsarbeit tatsächlich der Wissenschaft unterordnet.

Wie es in dem Streit nun weitergeht, ist noch nicht absehbar. Denn obwohl die Reform schon beschlossen ist, könnte es den protestierenden Wissenschaftlern durchaus noch gelingen, die Änderungen auszubremsen. ■

Johannes Voswinkel

DAS GOLDENE GEHIRN

Die Russische Akademie der Wissenschaften wurde nach westlichem Vorbild 1724 unter Zar Peter dem Großen gegründet. Zu den ersten Akademiemitgliedern zählten Wissenschaftler aus Deutschland, Frankreich und der Schweiz. Die Akademie nahm Sitz in Sankt Petersburg und wurde erst 1934 nach Moskau verlegt. Sie ist seit ihrer Gründung eng mit der politischen Klasse Russlands verknüpft. Heute ist die Akademie die bedeutendste außeruniversitäre Forschungseinrichtung Russlands. Ihre Wissenschaftsorganisationen und Institute widmen sich der Grundlagenforschung im Bereich der Natur- und Gesellschaftswissenschaften. Im Rahmen der Reform kamen im Oktober durch die Fusion mit früher eigenständigen Akademien die Medizinwissenschaften und die Agrarwissenschaften hinzu. Die Helmholtz-Gemeinschaft kooperiert mit einigen Instituten der Akademie und sieht in der Reform auch eine Chance: „Der Rückzug von der Finanzierung nach dem Gießkan-

nenprinzip bedeutet, dass künftig die Besten gefördert werden“, sagt Elena Eremenko, die das Moskauer Helmholtz-Büro leitet. „Die Einrichtung neuer Förderinstrumente wie des Russischen Wissenschaftsfonds eröffnet auch uns neue Perspektiven.“

Die Akademie zählt heute 481 feste und 732 korrespondierende Mitglieder – Forscher, die sich besonders verdient gemacht haben. Sie besitzt etwa 550 Unterorganisationen und Forschungsinstitute mit mehr als 55.000 Mitarbeitern. 2013 wurde sie aus dem russischen Staatshaushalt mit gut anderthalb Milliarden Euro finanziert. Bisher verwaltete sie insgesamt 337.000 Hektar Land und 15 Millionen Quadratmeter Immobilien. Das Präsidium der Akademie residiert in einem der Wahrzeichen Moskaus, dem 22 Stockwerke hohen Gebäude am Leninprospekt, das „Goldenes Hirn“ getauft wurde.



Sich regen bringt Segen – oder?

Die moderne Wissenschaft kann sich nun wirklich nicht über einen Mangel an Problemstellungen beschweren. Bei manchen Fragen kann es passieren, dass sie einfach deshalb nicht erforscht werden, weil kaum jemand weiß, dass sie noch unbeantwortet sind. Um das zu ändern, veröffentlicht das *Journal of Unsolved Questions (JUnQ)* nicht nur Artikel zu gescheiterten Forschungsvorhaben, sondern auch zu offenen Fragen und den bisherigen Lösungsansätzen. Ein Beispiel

Das Phänomen lässt sich immer beobachten, wenn gerade ein Regenguss niedergeht: Passanten, die keinen Schirm dabei haben, fangen auf einmal an zu rennen. Aber werden sie dadurch wirklich weniger nass? Schließlich trifft sie der Regen nicht mehr nur von oben, sondern auch immer mehr von vorne, je schneller sie rennen. Die Fragestellung ist uralte – aber zufriedenstellende Antworten hat die Wissenschaft trotzdem noch nicht gefunden.

Dass auch nach vielen Jahrzehnten der Forschung noch neue Erkenntnisse möglich sind, zeigt eine Studie aus dem Jahr 2012. Erst in ihr wurde mathematisch bewiesen, dass die Antwort von der Form des Körpers abhängig ist – also davon, ob ein Basketballspieler oder ein Sumoringer durch den Regen läuft. Die Wissenschaftler haben dazu Methoden verwendet, die ursprünglich in der Elektrodynamik entwickelt wurden.

Und wie schnell sollte man also laufen? Die – wenig überraschende – Antwort: Es kommt ganz darauf an. Die optimale Geschwindigkeit hängt nicht nur von der Form des Körpers ab, sondern auch von der Richtung der fallenden Regentropfen. In manchen Fällen ist es am besten, einfach so schnell wie möglich zu laufen. Wenn aber der Regen zum Beispiel stark in Laufrichtung fällt, gibt es tatsächlich eine ideale Geschwindigkeit, nicht zu schnell und nicht zu langsam – wie schnell genau, hängt aber wiederum von der Windstärke und damit dem Tempo der Regentropfen ab. Ob es einfache Regeln gibt, mit denen sich ohne lange Berechnungen die ideale Laufgeschwindigkeit bei Regen vorhersagen lässt, ist aber auch heute noch eine „unsolved question“.

Stephan Köhler



Die Zukunft on tour

Bleibt uns der Winter erhalten?
Wie schnell werden wir künftig reisen?
Und wann können wir Krebs heilen?
Fragen, die die Ausstellung „Ideen 2020“
beantwortet

Die Wissenschaftsausstellung „Ideen 2020 – Ein Rundgang durch die Welt von morgen“ ist seit einem Jahr in Deutschland unterwegs. In 13 Städten war sie nach der Eröffnung in Berlin bereits zu Gast. Vielen Besuchern gefällt besonders der Dialog Desk im Zentrum der Ausstellung: Hier können sie ihre Fragen zur Zukunft stellen. Die Antworten liefern Experten aus der deutschen Forschungslandschaft. Auf dem Dialog Desk und unter
→ www.ideen2020.de lassen sie sich nachlesen.
Eine Auswahl



Es gibt Energie aus Sonne, Wind, Erdwärme, Wasserkraft und Biomasse. Aber welche dieser Energien wird sich durchsetzen?

Antonia Rötger vom Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie:

Es wird darauf ankommen, sie alle geschickt zu kombinieren. Der perfekte Mix kann für jede Region unterschiedlich aussehen: Island deckt einen großen Teil des Energiebedarfs durch Erdwärme und erzeugt damit sogar Strom; in Spanien dagegen könnte die Solarenergie eine tragende Rolle spielen. In sonnenreichen Regionen der Erde wie in Nordafrika könnte das Sonnenlicht auch über Spiegel auf eine Flüssigkeit fokussiert werden, deren Dampf dann ein Turbinenkraftwerk antreibt – solche solarthermischen Kraftwerke könnten die Sonnenhitze speichern und damit sogar noch einige Stunden in der Nacht Strom erzeugen. Auch das Potenzial von Windenergie ist regional unterschiedlich groß und vielerorts bei weitem noch nicht erschöpft.



Wird es in zehn Jahren noch Winter geben?

Barbara Hennemuth vom Climate Service Center (CSC):

Ja, denn in unseren gemäßigten Breiten gibt es im Winter deutlich weniger Sonneneinstrahlung als im Sommer – und daran ändert auch der Klimawandel nichts. In den vergangenen Jahren gab es in Mitteleuropa sogar besonders kalte Winter. Die Ursache dazu lag ausgerechnet in der Erwärmung der Arktis: Wenn im Sommer ein größerer Teil des arktischen Meereises abschmilzt, führt das zu einer Erwärmung des arktischen Ozeans. Diese Wärme wird – da kein Eis den Austausch verhindert – an die Atmosphäre weitergegeben und führt vor Ort zu höheren Temperaturen im Herbst und Winter. Diese Bedingungen erzeugen Luftdruckmuster, die kalte arktische Luft nach Mitteleuropa leiten. Konkrete Aussagen für die nächsten zehn Jahre können wir aber nicht machen. Das ist für Wettervorhersagen eine zu lange Zeitspanne, und Klimaprojektionen werden über einige Dekaden ausgewertet. Generell sind die Jahreszeiten sehr unterschiedlich ausgeprägt – das war schon in der Vergangenheit so und wird auch in Zukunft so sein.



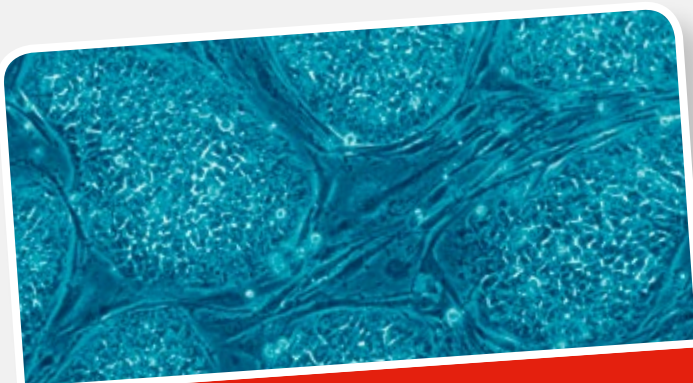
Wann wird man alle Krebspatienten heilen können?

Regine Hagmann vom Krebsinformationsdienst (KID):

Wenn es gelänge, die Krankheit in einem früheren Stadium zu entdecken, könnte man schon heute die Behandlungsergebnisse weiter verbessern. Deshalb wird intensiv an besseren Methoden zur Früherkennung geforscht. Vermutlich wird es nie das eine Medikament geben, das bei allen Krebspatienten gleichermaßen wirksam ist; dafür unterscheiden sich die einzelnen Tumorerkrankungen zu sehr. Immerhin macht die Behandlung Fortschritte, weil die Ärzte Tumore dank neuer Forschung genauer charakterisieren können. Deshalb spricht man auch von einer „individualisierten Therapie“.

Tourdaten Ideen 2020

Freiburg 4. – 18. März 2014
 Stuttgart 21. März – 16. April 2014
 Koblenz 23. April – 7. Mai 2014
 München 12. – 27. Mai 2014
 Berlin 2. – 20. Juni 2014
 Leipzig 25. Juni – 11. Juli 2014
 Cottbus 14. Juli – 2. August 2014
 Bielefeld 6. – 26. August 2014
 Magdeburg 30. August – 25. September 2014
 Köln 30. September – 23. Oktober 2014
 Zittau 27. Oktober – 8. November 2014
 Hannover 11. – 27. November 2014
 Greifswald 3. – 11. Dezember 2014



Wird Stammzellforschung am Menschen hierzulande bald erlaubt sein?

Tobias Grimm von der Geschäftsstelle der Deutschen Forschungsgemeinschaft:

Ein allgemeines Verbot der Stammzellforschung gibt es gar nicht, im Gegenteil: Diese Forschung wird intensiv betrieben und kann künftig die Behandlung vieler Erkrankungen verbessern. Anders sieht es bei der Verwendung von Stammzellen aus menschlichen Embryonen aus; diese ist in Deutschland durch das Embryonenschutzgesetz grundsätzlich verboten und wird nur auf Antrag für spezielle Forschungsvorhaben genehmigt. Allerdings scheint es so, als würde eine vergleichsweise neue Technik schon bald die Forschung mit humanen embryonalen Stammzellen erübrigen: Durch die so genannte Reprogrammierung ist es möglich, nahezu jede Körperzelle in eine Art Urzustand zurückzusetzen, der dem des frühen Embryos gleicht. Aus diesen Zellen kann sich dann wieder fast jedes Gewebe entwickeln, also etwa Haut-, Knochen- oder Herzgewebe.



Wie schnell werden wir in Zukunft reisen?

Dorothee Bürkle vom Deutschen Zentrum für Luft- u. Raumfahrt (DLR)

Am DLR forschen wir an verschiedenen Mobilitätsarten. Der „Next Generation Train“, der Zug der Zukunft, soll mit maximal 400 Stundenkilometern unterwegs sein. Aber die Geschwindigkeit eines Zuges ist nicht alles, durch ausgeklügelte Anschlüsse und Abläufe am Bahnhof wollen die Forscher die Reisezeiten im Schienenverkehr insgesamt senken. Durch die Luft könnte es in 30 oder 40 Jahren mit zehnfacher Schallgeschwindigkeit gehen, das entspricht mehr als 12.000 Stundenkilometer. „Spaceliner“ heißt die Vision für ein Hyperschalltransportsystem, mit dem ein Flug von Europa nach Australien in 90 Minuten möglich wäre. Auf der Straße könnte das ROboMObil für Furore sorgen, ein Elektromobil, das die Technologie von Rovern, wie sie in der Raumfahrt eingesetzt werden, nutzt. Das ROMO kann beispielsweise ohne Fahrer seinen Weg zu einem vorgegebenen Ziel selbstständig finden.



Wird es in der Zukunft Bergbau unter der Meeresoberfläche geben?

Christian Reichert von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe:

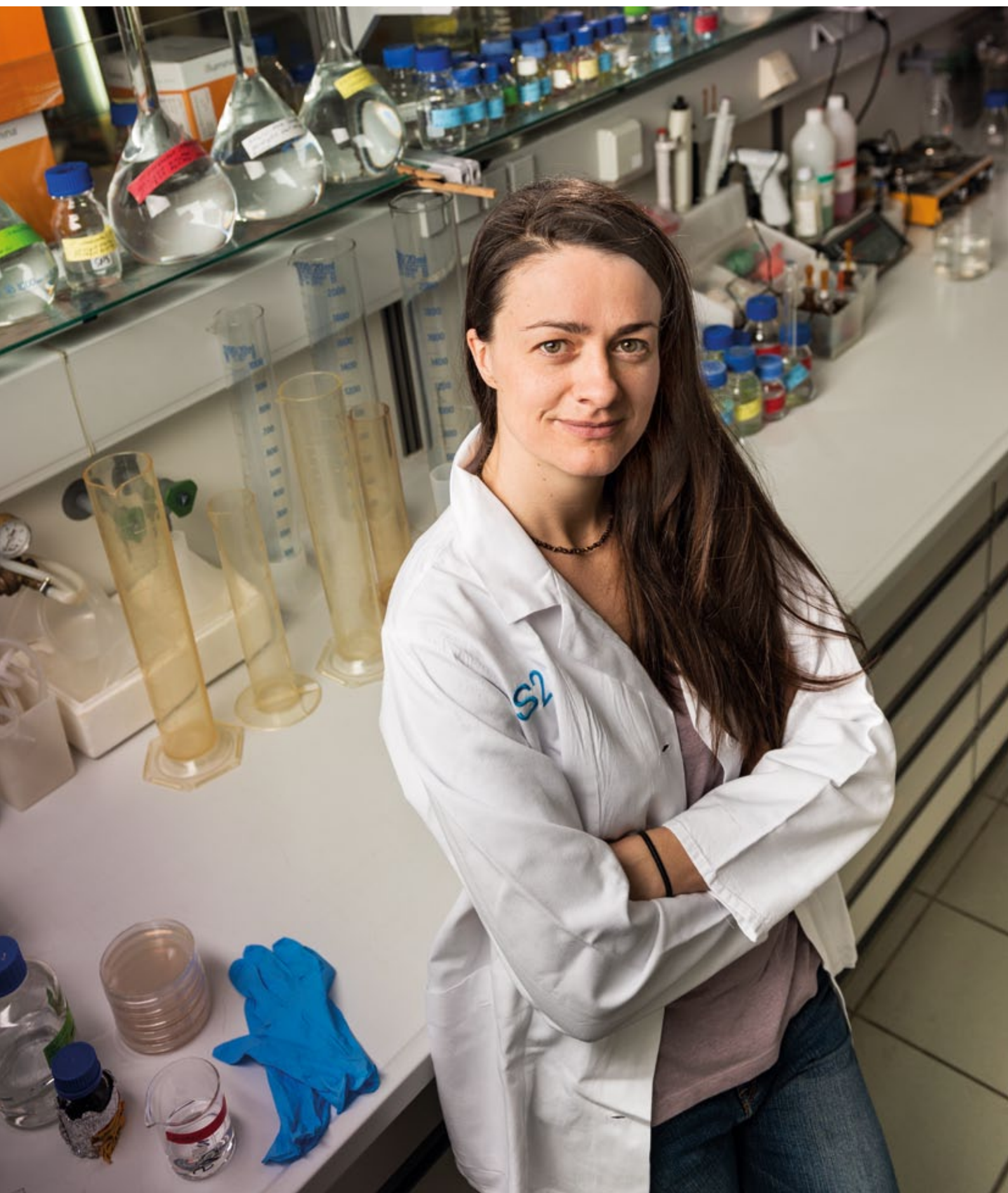
Bisher gibt es noch keinen Tiefseebergbau, aber die Erkundung mineralischer Rohstoffe im Meer ist schon über zehn Jahren im Gange. Dabei geht es vor allem um die so genannten Manganknollen – rundliche Gebilde, die unter anderem Mangan, Eisen, Kupfer, Nickel und Kobalt enthalten. Es ist denkbar, dass sie künftig industriell abgebaut werden; wegen der technischen Unwägbarkeiten allerdings wohl nur dann, wenn die Preise für Metallrohstoffe konstant hoch sind. Manganknollen sind in einer Tiefe von 4.000 bis 5.000 Metern zu finden; der enorm hohe Druck und die Kälte dort sind eine große Herausforderung für die Ingenieure. Mögliche Tiefseebergbaumaschinen sind Neuentwicklungen, die vor ihrem Dauereinsatz aufwändig getestet werden müssen. Die Internationale Meeresbodenbehörde (IMB) mit Sitz im jamaikanischen Kingston hat bereits 15 Verträge für die Exploration von Manganknollen im so genannten Manganknollengürtel zwischen Hawaii, Mexiko und dem Äquator sowie einen Vertrag für den zentralen Indischen Ozean abgeschlossen.



Wenn die Menschen immer älter werden, entstehen dadurch neue Krankheiten?

Russ Hodge vom Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin:

Tatsächlich waren Alzheimer, Prionenerkrankungen und zahlreiche Krebsformen praktisch unbekannt, bevor Menschen ein fortgeschrittenes Alter erreichten. Wenn wir für diese Erkrankungen und für Herz-Kreislauf-Beschwerden neue Heilmethoden entdecken, könnten Menschen im Schnitt deutlich älter als 100 Jahre werden. Das öffnet wiederum die Tür zu unerforschten medizinischen Gebieten: Wir wissen nicht, welche Erkrankungen etwa bei 200-Jährigen auftreten. Die Wissenschaft wird dann an Methoden arbeiten, um diese Krankheiten zu besiegen, so dass sich die Lebenserwartung nochmals erhöht.



Science und Fiction zwischen Leipzig und London

Die Umweltmikrobiologin Annelie Wendeborg leitet eine Forschungsgruppe – und steigt nach Feierabend hinab in die Londoner Unterwelt. Dort spielen ihre Kriminalromane, die innerhalb kürzester Zeit zum Geheimtipp geworden sind

Eine fesselnde Erzählung kann Annelie Wendeborg selbst aus ihrer Toilette machen: Wie sie auf den Ämtern dafür kämpfte, dass sie in ihrem alten Haus eine Komposttoilette einbauen darf statt eines klassischen WCs, wie sie neun Monate lang mit den Behörden stritt und schließlich die einzige Genehmigung für ein solches Trockenklo im ganzen Landkreis Leipzig bekam – das ist eine Geschichte, die viel über die Autorin verrät; über ihren Kampfgeist, ihren Enthusiasmus für den Umweltschutz und über ihr Talent, selbst den Alltag mitreißend zu schildern.

Annelie Wendeborg sitzt in einem Café. Während sie erzählt, packt sie immer wieder ihr langes, dunkelbraunes Haar in beide Hände, knotet es hinter dem Kopf zusammen und lässt es wie eine Welle über ihre Schultern fallen. Hier in Leipzig ist ihre Welt: Die Umweltmikrobiologin pendelt zwischen ihrem Arbeitsplatz am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) und ihrem etwa 500 Jahre alten Haus eine halbe Stunde vor den Toren der Stadt, das sie gerade von Grund auf saniert. Eingezogen ist sie schon längst, zusammen mit ihrem neunjährigen Sohn, ihrer vierjährigen Tochter und ihrem schwedischen Ehemann – und mit Anna Kronberg. So hat sie die Frau genannt, die im viktorianischen London lebt und an der Seite von Sherlock Holmes mysteriöse Morde aufklärt. Anna Kronberg ist die Heldin in den Romanen, die Annelie Wendeborg schreibt, und inzwischen ist sie auch so etwas wie eine Mitbewohnerin geworden auf der Baustelle, in der abends die Krimis entstehen.

„Ich schreibe fiktive Literatur, gewürzt mit wissenschaftlichen Fakten. Das fühlte sich für mich genau richtig an“, sagt Wendeborg mit ihrem ausgeprägten Berliner Dialekt. Eigentlich könnte die 40-Jährige ganz ihrer Arbeit als Nachwuchsgruppenleiterin am UFZ nachgehen und im Forschungszentrum die Karriereleiter weiter hinaufklettern. Eigentlich. Doch die leidenschaftliche Forscherin, die noch vor zwei Jahren regelmäßig in sächsischen Böden buddelte und weiterhin herausfinden möchte, wie Mikroorganismen Grundwasser möglichst schnell von Petroleum reinigen können, ist Krimis verfallen: Sie will Morde aufklären, Verdächtige verhaften und sich zusammen mit ihrer Heldin Anna Kronberg in Londons Kanalisation herumtreiben. Sie will Wissenschaftlerin sein, aber eben auch Autorin. Dass sie ihre Arbeit am UFZ gern hat, daran lässt Annelie Wen-

deberg keinen Zweifel. Zu Forschungsvorhaben vor Ort kommt sie in ihrer Position inzwischen allerdings kaum noch. Deshalb habe sie einen Ausgleich gesucht – und schnell gefunden. „Eines Morgens“, erzählt sie, „habe ich die Augen aufgeschlagen und zu meinem Mann gesagt: ‚Ich schreibe jetzt ein Buch‘.“ Dass es kein wissenschaftlicher Aufsatz sein sollte, war für sie gleich klar. „Als Forscher musst du durch diese Maschinerie des Publizierens. Wenn ich über meine Arbeit schreibe, ist das eine herausfordernde und ehrenvolle Aufgabe, aber eben doch kein Spaß“, sagt sie. „Denken Sie nur an die wissenschaftlichen Vorgaben und den Veröffentlichungsdruck.“ Also lieber die Flucht ins viktorianische London. Genau neun Monate, erinnert sich Wendeborg, habe es gedauert vom Aufwachen an jenem Morgen bis zur Publikation ihres ersten Buches.

Entstanden ist es in ihrem historischen Haus in Leipzig, stundenlang saß sie dort nach der Arbeit am Schreibtisch. „Sobald mein Mann den Kindern eine Gute-Nacht-Geschichte vorliest, tauche ich in den Londoner Untergrund ab und schreibe“, sagt sie. Und was fasziniert sie gerade an der viktorianischen Zeit? „Das Leben damals in der aufkommenden Industrialisierung war gekennzeichnet von Dreck, Armut und Krankheit. Es gab viele Tote wegen der miserablen hygienischen Bedingungen.“ Annelie Wendeborg beugt sich vor. „Also, ich möchte damals nicht gelebt haben“, flüstert sie. Immerhin aber waren es Jahre, in denen Wissenschaft vor einer ungeahnten Blüte stand. Die Forscher nahmen den Kampf auf gegen die Übel ihrer Zeit. Und noch ein Motiv gibt es, das Wendeborg ins viktorianische London führt: „Damals fingen die Frauen ganz zaghaft an, sich öffentlich für die Welt zu interessieren. Die Emanzipation war zu dieser Zeit erst eine zarte Knospe.“

Anna Kronberg, ihre Titelheldin aus dem Buch „Teufelsgrinsen“, versucht sich in der männlich dominierten Welt auf ihre Weise zu behaupten: Sie ist Ärztin, eine Koryphäe der Bakteriologie. Studium, Promotion und Karriere gelingen ihr allerdings nur, weil sie sich als Mann ausgibt. Geschieht ein Mord, verschanzt sie sich in ihrem Labor, um den Fall zu lösen – natürlich mit den Waffen der Wissenschaft. So ganz lässt ihr Hauptberuf die Autorin Annelie Wendeborg also beim Schreiben doch nicht los. ■

Janine Tychsen

Interna

Personalia | Preise | Vermischtes

Vorsitzender des Wissenschaftsrates vor Wechsel nach Jülich



Wolfgang Marquardt. Bild: RWTH Aachen

Der Vorsitzende des Wissenschaftsrates Wolfgang Marquardt ist vom Aufsichtsrat des Forschungszentrums Jülich zum neuen Vorstandsvorsitzenden des Zentrums bestellt worden. „Ich bin hoch erfreut, dass wir mit Wolfgang Marquardt einen hervorragenden Wissenschaftler für Helmholtz gewinnen konnten, der gleichzeitig höchsten Respekt als Wissenschaftsmanager genießt“, begrüßte Helmholtz-Präsident Jürgen Mlynek die Personalie. „Eine Kombination, wie es sie in Deutschland nur sehr selten gibt.“ Marquardt ist seit 2011 Vorsitzender des Wissenschaftsrates und hat seit 1993 eine Professur für Prozesstechnik an der RWTH Aachen inne. 2001 wurde der Ingenieur mit dem Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft ausgezeichnet. Er soll sein neues Amt im Sommer antreten und damit dem bisherigen Jülicher Vorstandsvorsitzenden Achim Bachem nachfolgen, der in Ruhestand geht.

Millionenförderung für Helmholtz-Forscher

Unter den Mitte Januar bekannt gegebenen Gewinnern eines „ERC Consolidator Grant“ befinden sich auch vier Helmholtz-Forscher. Über eine fünfjährige Förderung ihrer Projekte mit jeweils rund zwei Millionen Euro freuen sich der Molekularbiologe Dieter Edbauer (Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen), die Wasserforscher Martin Elsner und Tillmann Lüders (beide Helmholtz Zentrum München) sowie der Biochemiker Oliver Daumke (Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin). Der „Consolidator Grant“ des Europäischen Forschungsrates ERC richtet sich an exzellente Forscher in der Mitte ihrer Karriere. Die Förderung unterstützt besonders innovative Forschungsvorhaben und erlaubt den gezielten Ausbau des eigenen wissenschaftlichen Teams.

Elektronenmikroskopie-Pioniere Knut Urban, Maximilian Haider und Harald Rose gewürdigt

Knut Urban vom Forschungszentrum Jülich, Maximilian Haider, CEOS GmbH und Honorarprofessor am Karlsruher Institut für Technologie, sowie Harald Rose von der Universität Ulm erhalten den diesjährigen „Frontiers of Knowledge Award“ in der Kategorie Grundlagenforschung. Der mit 400.000 Euro dotierte Preis der Stiftung des spanischen Finanzkonzerns Banco Bilbao Vizcaya Argentaria SA würdigt die bahnbrechenden Arbeiten der drei Physiker Anfang der 90er Jahre zur Entwicklung neuartiger, fehlerkorrigierter Elektronenmikroskope.

Gay-Lussac-Humboldt-Forschungspreis für Oliver Eickelberg

Für seine Verdienste um die deutsch-französische Kooperation in der Lungenheilkunde ist Oliver Eickelberg mit dem mit 60.000 Euro dotierten Gay-Lussac-Humboldt-Forschungspreis 2013 ausgezeichnet worden. Eickelberg, Direktor des Instituts für Lungenbiologie am Helmholtz Zentrum München, Leiter des Comprehensive Pneumology Center und Lehrstuhlinhaber für Experimentelle Pneumologie am Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität München, war federführend an der Gründung der deutsch-französischen „Helmholtz-Inserm Alliance for the cure of chronic lung disease“ beteiligt.

Åland-Stiftung ehrt Klimaforscher Hans von Storch

Auf der Jahresversammlung der Åland-Stiftung für die Zukunft der Ostsee (Åland Foundation for the Future of the Baltic Sea) Mitte Februar ist Hans von Storch, Co-Leiter des Instituts für Küstenforschung am Helmholtz-Zentrum Geesthacht und Professor für Meteorologie an der Universität Hamburg, ein Preis in Höhe von 20.000 Euro zuerkannt worden. Die Stiftung würdigt damit von Storchs integrative und ganzheitlich angelegte Forschungsarbeiten zu den Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die Ostsee.

Junge Krebsforscher ausgezeichnet

Gleich vier Nachwuchswissenschaftler des Deutschen Krebsforschungszentrums (DKFZ) durften sich Ende Dezember 2013 über Auszeichnungen freuen: Irène Baccelli und Dominik Sturm teilten sich den mit 4.500 Euro dotierten Richtzenhain-Preis. Baccelli erhielt zudem die Hälfte des mit 7.500 Euro ausgestatteten Lewenz-Preises. Die andere Hälfte ging an Natalie Jäger und David Jones. Der Walther und Christine Richtzenhain-Preis richtet sich an Nachwuchswissenschaftler, die sich durch wegweisende Arbeiten auf dem Gebiet der translationalen Krebsforschung hervortun. Der Waltraut-Lewenz-Preis wird alle zwei Jahre für herausragende Wissenschaft am DKFZ mit den Schwerpunkten Krebsrisikofaktoren und -prävention sowie Diagnostik und experimentelle Therapie vergeben. ■

Justus Hartlieb

Die Zitronen-Batterie

Diesmal geht es um Strom. Der kommt meistens aus der Steckdose, aber manchmal auch aus einer Batterie. Eine Batterie kauft man in einem Geschäft, um sie in ein Radio oder irgendein anderes Gerät einzusetzen. Man kann eine Batterie aber auch selber bauen – das ist außerdem lustiger. Was du brauchst, sind eine Säure und zwei verschiedene Metalle. Die Säure kommt aus einer Zitrone, als Metalle nehmen wir eine Schraube und ein kleines Stück Kupferdraht, zum Beispiel aus einem alten Kabel.

Nun geht's los: Du drückst die Schraube vorsichtig in die Zitrone. Dann bohrst du an einer anderen Stelle der Zitrone ein kleines Loch, da steckst du den Kupferdraht hinein. Schon ist unsere Zitronen-Batterie fertig. Nun fragst du dich wahrscheinlich, wo der Strom bleibt. Mit einem Kopfhörer kannst du ihn hören! Dazu musst du den Kopfhörer aufsetzen und den Stecker des Kopfhörers an die Schraube halten. Nun mit dem Ende des Kupferdrahts seitlich über den Stecker streichen. Hörst du den Strom?

Die Power deiner Zitronen-Batterie kannst du übrigens mit einer zweiten Zitrone noch erhöhen. Mit Schraube und Kupferdraht machst du sie zu recht wie die erste Zitrone. Dann nimmst du ein Kabel und befestigst das eine Ende des Kabels an der Schraube der ersten Zitrone und das andere Ende am Kupferdraht der zweiten Zitrone. Jetzt arbeiten die beiden Zitronen-Batterien zusammen, und die elektrische Spannung ist doppelt so hoch wie vorher. Damit kann man bereits eine kleine Glühbirne zum Leuchten bringen.

Was man dafür braucht

- 1 Zitrone (nach dem Experiment nicht mehr essen!)
- 1 Schraube
- 1 Stück Kupferdraht, ca. 5 cm
- 1 Kopfhörer



Zitrone, Draht, Schraube, Kopfhörer – die Zutaten für unser Experiment



Um den Strom in Gang zu setzen, wird die Zitrone mit Schraube und Draht „gespickt“

Dieses Experiment kommt aus dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Auf Kinder und Jugendliche, die sich für Wissenschaft interessieren, wartet dort eine breite Palette von Angeboten – von der Beratung bis zum Event, von der Kinder-Uni über Schülerlabore bis zum berufsvorbereitenden Praktikum.
→ www.kit.edu/besuchen/1545.php

