

NACHGEFRAGT  
Kann man Organe  
drucken?

17 **HELMHOLTZ**

BILDERSTRECKE  
Auf dem Eis, aus der  
Luft und im Wasser

18

| **PERSPEKTIVEN**

IMMUNTHERAPIE  
Eine neue Chance  
gegen Krebs?

28

DAS MAGAZIN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT | NR 03 | MAI – JUNI 2016

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

# Abgetaut

Der Permafrost zieht sich zurück – mit dramatischen  
Folgen für die Menschen und die Umwelt



# ZUKUNFTS- YACHT

Meere und Ozeane sind nicht nur der Ursprung des Lebens, sondern auch die Zukunft der Menschheit – als Nahrungsquellen, Klimaschützer und Handelswege. Deshalb ist jedes Forschungsschiff eine echte Zukunftsyacht.

Kommen Sie ab Juni 2016 mit an Bord!  
[www.wissenschaftsjahr.de](http://www.wissenschaftsjahr.de)



Eine Initiative des Bundesministeriums  
für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2016 ★ 17

**MEERE  
UND OZEANE**



# → HELMHOLTZ extrem

## Das leichteste Kuppelkino

Um ins Meer einzutauchen, müssen die Besucher erst einmal aufschauen: Gewölbt ist die Decke, von dort oben dringt spärliches Tageslicht hinunter in die Tiefsee, die die Besucher umgibt. Fische und Quallen streifen vorbei, und auf einmal ist man mittendrin im Erlebnis Ozean. Dass man bei dem packenden Tauchgang trocken bleibt, liegt an der modernen Technik: In den Untergrund geht es per 360-Grad-Filmprojektion, bei der wie in einer Planetariumskuppel auf allen Seiten etwas zu sehen ist.

Das Kuppelkino gehört dem Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Zentrum für Material- und Küstenforschung. Es ist aufblasbar wie eine Hüpfburg und damit für ein Kino extrem leicht. Zum Aufbauen werden nur 100 Quadratmeter freie Fläche benötigt, ein Tag Arbeitszeit und ein Hydrant, denn damit die Kuppel nicht wegweht, wird sie mit einem Wasserballast

von acht Tonnen auf dem Boden gehalten. An die Innenseite wird ein reflektierender Stoff für die Projektion gesaugt – und fertig ist das temporäre Rund-um-Kino, das bis zu 35 Zuschauer fasst.

Meistens ist die luftige Konstruktion unterwegs, um Zuschauern überall in Deutschland Einblicke in die Arbeit der Wissenschaftler zu geben. Derzeit läuft im Kuppelzelt ein Film über die sogenannten kleinen Meereswirbel. Die waren bis vor kurzem noch unbekannt; inzwischen haben Forscher herausgefunden, dass sie beispielsweise Fischbestände, den Energietransport in den Ozeanen, die großen Wirbel in den Weltmeeren und das Klima wesentlich beeinflussen. Denkbar sind für das aufblasbare Kuppelkino aber auch andere Filme: Die Kinobesucher sollen sich künftig virtuell in Materialien umschauen und in Moleküle eintreten können.

Angela Bittner-Fessler

Virtuelle Reise  
zu den kleinen  
Meereswirbeln:  
→ [www.uhrwerk-ozean.de](http://www.uhrwerk-ozean.de)



**Zum Aufpusten** Das Kuppelkino des Helmholtz-Zentrums Geesthacht ist aufblasbar und lässt sich leicht transportieren. Es bietet 35 Zuschauern Platz und ist bestens geeignet für das Vorführen von 360°-Filmen. Bild: Helmholtz-Zentrum Geesthacht



## 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  
Roland Koch (V.i.S.d.P.)  
Anna-Louisa-Karsch-Str. 2 · 10178 Berlin  
Fon +49 30 206329-57 · Fax +49 30 206329-60

**Bildnachweise** Umschlag/Titel: Thomas Opel/AWI, Stephanie Lochmüller (Bildmontage); S. 4: Kim Keibel; S. 5: Boris Radosavljevic/AWI, René Bürgi/AWI, Mario Hoppmann/AWI, Uli Kunz/Debmarmine Namibia, Bastian Barenbrock/GEOMAR, Nasa Landsat/HZG, Michael Häfner, Juan Gärtner/Fotolia, Jennifer Jacquemart/EU, KIT; S. 8: Alfred-Wegener-Institut; S. 10: Jaroslav Obu/AWI; S. 11: Tanja Hildebrandt/Helmholtz (Quelle: Brown et al. (1997), International Permafrost Association); S. 18-23: flaticon/Freepik (Iconquelle); S. 24-26: Jindrich Novotny; S. 27: Saimen/photocase.com; S. 29: Tobias Schwerdt/DKFZ; S. 30: David Ausserhofer/MDC; S. 34/35: Veronika Mischitz/Helmholtz (CC BY-ND 3.0); S. 36: Karlsruher Institut für Technologie; S. 37: nipastock/iStock; S. 38: Markus Scholz/Leopoldina, HZB, HMGU; S. 39: Forschungszentrum Jülich

### Chefredakteur Andreas Fischer

**Redaktionelle Mitarbeit** Kristine August, Bianca Berlin, Angela Bittner-Fessler, Saskia Blank, Anja Frisch, Benjamin Haerdle, Christian Heinrich, Lisa Kaltenecker, Kilian Kirchgeßner, Norbert Lossau, Nicola Reusch, Tilmann Spohn

### Artdirektion Stephanie Lochmüller

### Gestaltungskonzept Kathrin Schüller

### Druck/Vertrieb ARNOLD, Großbeeren

ISSN 2197-1579

Papier Circle Silk®



## Liebe Leserinnen und Leser,

im Juni findet in Potsdam eine Konferenz statt, die in Deutschland auf den ersten Blick fehl am Platz ist, die Internationale Permafrost-Konferenz. Dauerhaft gefrorener Boden ist eigentlich ein Phänomen der Polarregionen und ihrer angrenzenden Gebiete. Warum also treffen sich die Permafrost-Experten ausgerechnet hierzulande? Auf den zweiten Blick wird klar, dass Permafrost nicht nur für Forscher in Alaska oder Sibirien interessant ist. Er hat einen unmittelbaren Einfluss auf den gesamten Planeten: Da die mittleren Temperaturen auf der Erde steigen, taut der Permafrost im Sommer immer stärker. Im Boden werden dann Mikroorganismen aktiv, die Tier- und Pflanzenreste abbauen und dabei Treibhausgase freisetzen. Die Folgen: Die Erderwärmung nimmt weiter zu, der Permafrost taut noch stärker und die Mikroben setzen noch mehr Treibhausgase frei. Forscher haben hochgerechnet, dass dies enorme Mengen sein könnten. In unserer Titelseite fassen wir die Erkenntnisse der noch jungen Permafrost-Forschung zusammen und stellen einen der Pioniere auf diesem Gebiet vor, der auch die besagte Konferenz nach Potsdam geholt hat. → [Seite 6](#)

Ebenfalls im Juni startet das Bundesministerium für Bildung und Forschung das neue Wissenschaftsjahr zum Thema „Meere und Ozeane“. Die Weltmeere bedecken rund 70 Prozent der Erdoberfläche und sind damit das größte Ökosystem des Planeten. Entsprechend groß ist ihre Bedeutung – als Lebensraum, als Rohstoffquelle, für das Klima. Gleichzeitig sind sie das vielleicht noch unbekannteste Ökosystem. In einer Bilderstrecke stimmen wir Sie mit Eindrücken aus der Ozean- und Küstenforschung der Helmholtz-Gemeinschaft auf ein spannendes Wissenschaftsjahr ein. → [Seite 18](#)

Zum Schluss möchte ich mich von Ihnen verabschieden. Nach dem Druck dieser Ausgabe werde ich mich beruflich verändern und künftig am Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung in Braunschweig tätig sein. Mein herzlicher Dank gilt allen Lesern, allen Mitwirkenden und den vielen Helmholtz-Kollegen. Sie alle haben dieses Magazin für mich zu einem ganz besonderen Projekt gemacht.

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen und dem neuen Redaktionsteam alles Gute!

## 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 DA TAUT SICH WAS ZUSAMMEN

Permafrost galt lange als Nischenthema. Heute weiß man um seine bedeutende Rolle für das Weltklima

## 12 INFOGRAFIK: PERMAFROST IM ÜBERBLICK

## 03

**Helmholtz extrem**  
Das leichteste Kuppelkino

## 14

**Telegramm**

## 17

**Nachgefragt**  
Kann man Ersatzorgane drucken?



**Auf Expedition**  
Einblicke in die Ozean- und Küstenforschung. Eine Bilderstrecke

## 24

**Erde an Universum?**  
Zwei Blickwinkel: Lisa Kaltenegger und Tilman Spohn

## 26

**Fusionsforscher, sucht den Dialog!**  
Ein Kommentar von Norbert Lossau über die Bestrebungen, Kernfusion als Energiequelle zu erschließen

## 27

**Das Sofa-Problem**  
Eine Geschichte aus dem Journal für ungelöste Fragen



**Eine neue Chance gegen Krebs?**  
Die Immuntherapie wird als neue Hoffnung gefeiert, Krebs bald besser behandeln zu können



**Beruf: Forschungskommissar**  
Eine Zwischenbilanz zur Amtszeit von Carlos Moedas, EU-Kommissar für Forschung und Innovation

## 34

**Comic**  
Sonne, Mond und Sterne



**Der Reiszüchter**  
Der Helmholtz-Ausbildungspreisträger Lukas Geschwender im Porträt

## 38

**Personalien**

## 39

**Kleine Forscher**  
Bau dir deinen eigenen Elektromotor!





# DA TAUT SICH WAS ZUSAMMEN

Permafrost galt lange als Nischenthema – bis Wissenschaftler herausgefunden haben, dass der dauergefrorene Boden im Klimawandel zu einer Zeitbombe werden kann. Eine Konferenz der weltweit führenden Forscher findet jetzt in Potsdam statt

**Genau hingeschaut** AWI-Wissenschaftlerin Stefanie Weege vermisst die Küstenlinie von Herschel Island (Kanada) per GPS, um das Ausmaß der Küstenerosion zu erfassen. Bild: Boris Radosavljevic/Alfred-Wegener-Institut









„In den vergangenen 20 Jahren haben wir gesehen, dass die Veränderungen am Permafrost große Auswirkungen auf den gesamten Globus haben.“ Hans-Wolfgang Hubberten

Im Sommer, wenn Hans-Wolfgang Hubberten mit seinen Kollegen knöcheltief im sibirischen Matsch feststeckte, wünschte er sich schon bisweilen, wieder in seinem Büro auf dem Potsdamer Telegrafenberg zu sitzen. Die Mücken im Norden Russlands waren nicht nur groß, sie waren auch hungrig, und sie stachen mühelos durch die Jeans der Forscher. Also mussten diese sich dicker anziehen, obwohl die Temperaturen tagsüber frühlingshafte Werte erreichten. Die Mischung aus Schweiß, Matsch und Mückenöl war irgendwann im Lauf des Tages selbst für hartgesottene Nasen eine Zumutung.

Wenn der 69-Jährige heute davon erzählt, strahlen seine Augen dennoch vor Begeisterung. Denn meistens war er auf den Expeditionen so versunken in die Arbeit, dass er mit seinen Kollegen erst abends über die Nebenwirkungen der körperlichen Anstrengung lachen konnte. „Die Zeit im Feld war immer die schönste in meinem Beruf“, erzählt Hubberten, Geochemiker am Potsdamer Standort des Alfred-Wegener-Instituts, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI). „Da konnte man sich mal so richtig auf die Arbeit einlassen und den Kopf dafür freibekommen.“ In jedem Jahr seines mittlerweile über 20-jährigen Berufslebens als Permafrost-Forscher habe er ein, zwei oder gar drei Monate draußen in den Forschungsgebieten verbracht – auf den Stationen in der sibirischen Arktis, auf Spitzbergen oder der Herschel-Insel in Kanada.

In diesem Jahr ist das Zentrum der Permafrost-Forschung allerdings Potsdam.

Dort findet im Juni die internationale Permafrost-Konferenz statt; zum ersten Mal in einem Land,

das selbst keinen nennenswerten Permafrost hat. Für Hubberten, der hinter der Wahl des Veranstaltungsortes steht, ist das ein weiteres Highlight einer langen Karriere. Er hat viel bewirkt auf diesem Gebiet und bereits 2008 eine Tradition gebrochen: Da wurde er als erster Forscher aus einem Nicht-Permafrost-Land zum Präsidenten der internationalen Permafrost-Gesellschaft gewählt.

Permafrost bedeutet, dass die Durchschnittstemperatur eines Bodens in mindestens zwei aufeinanderfolgenden Jahren unter null Grad Celsius liegt. Im Sommer taut der Boden an der Oberfläche einen halben bis zwei Meter tief auf, darunter bleibt er gefroren – und das teilweise bis in eineinhalb Kilometer Tiefe. Das kann über Tausende von Jahren so gehen. Auf der Nordhalbkugel trifft diese Permafrost-Definition auf rund ein Viertel der gesamten Landfläche zu. Größtenteils liegen die Gebiete in der Polarregion und deren unmittelbarer Umgebung: Die russische Föderation besteht gut zur Hälfte aus Permafrostboden, in Alaska, Kanada, Grönland oder China sind es ebenfalls große Teile. Aber auch in Skandinavien gibt es Permafrost – und in Deutschland auf der Zugspitze. In der südlichen Hemisphäre können dagegen nur einige eisfreie Oasen rund um die Antarktis mit permanent gefrorenem Boden aufwarten.

Heute ist klar, dass Permafrost eine entscheidende Rolle im Klimawandel spielt – und Hans-Wolfgang Hubberten hat maßgeblich daran mitgewirkt, das herauszufinden. Entsprechend groß ist die Bedeutung, die das Forschungsgebiet in den vergangenen beiden Jahrzehnten gewonnen hat. Auch wegen dieser Relevanz lässt das Thema Hubberten nicht los, obwohl er eigentlich schon im Ruhestand ist und nur noch einen Vertrag über wenige Stunden pro Woche hat.

Als Hubberten sich 1992 auf die Forschung an Permafrost einließ, hatte er schon ein halbes Wissenschaftlerleben als Geochemiker hinter sich – und stürzte sich auf ein Thema, das für viele Kollegen keinen besonderen Reiz versprühte. Was sollte man schon Spannendes in dauergefrorenem Boden finden? Das war die übliche

**Küstenerosion** Die russische Permafrost-Insel Muostakh wird an ihrer Nordspitze durch die Brandung jährlich um 10 bis 20 Meter abgetragen. So hat sie in den vergangenen 60 Jahren schon ein Viertel ihrer Fläche verloren. Bild: Thomas Opel/Alfred-Wegener-Institut





Skepsis damals. Doch Hubberten ahnte, dass da mehr sein musste. „Anfangs, als wir das Institut in Potsdam aufgebaut haben, hatten wir noch so eine Art Sammler- und Jäger-Mentalität“, erzählt er. „Da lief vieles eher zufällig. Wir haben einfach mit den Fachrichtungen angefangen, die wir noch aus DDR-Zeiten am Institut hatten.“ Damals sei es erst einmal darum gegangen, wie der Permafrostboden überhaupt aufgebaut ist, wie er sich im Lauf der Jahrhunderte verändert hat, welche geologischen Entwicklungen an ihm abzulesen waren. „In den vergangenen 20 Jahren haben wir aber gesehen, dass da sehr viel passiert. Und dass die Änderungen große Auswirkungen auf den gesamten Globus haben.“

Der dauergefrorene Boden spielt für den Klimawandel eine bedeutende Rolle, weil in ihm große Mengen Kohlenstoff gespeichert sind. Der steckt in organischem Pflanzen- und Tiermaterial, das teils seit Jahrtausenden im Permafrost eingefroren ist. Bislang ist es nicht verrottet, sondern noch sehr gut erhalten. Doch schon seit dem Ende der letzten kleinen Eiszeit vor 200 bis 250 Jahren zieht sich die Kälte im Boden zurück. Taut der Boden, können Mikroben das organische Material abbauen. Dabei entstehen die Treibhausgase Methan und Kohlenstoffdioxid, die in die Atmosphäre wandern und so zur weiteren Erderwärmung beitragen. „Das ist das sogenannte Permafrost-Kohlenstoff-Feedback“, sagt Hubberten. „Kohlenstoff wird durch das Auftauen des Bodens freigesetzt. Die Atmosphäre erwärmt sich durch die vermehrten Treibhausgase schneller. Der Boden taut tiefer und setzt mehr Kohlenstoff frei.“ Im Zusammenhang mit der Klimadiskussion spielt die Komponente Permafrost also eine entscheidende Rolle. „Das, was in der Arktis passiert, betrifft uns alle“, sagt Hubberten. „Es hat Einfluss auf das Gesamtklima der Welt.“

Das hat Hubberten gemeinsam mit vielen Kollegen bei seinen jahrzehntelangen Forschungen herausgefunden, wenn sie sich in hüfthohen Gummistiefeln durch den Matsch gruben. In den Permafrostgebieten haben sie Bodenproben genommen, Küstenlinien vermessen, Luft- und Wassertemperaturen notiert. Der Abgleich ihrer Daten mit alten Luftaufnahmen zum Beispiel hat ergeben, dass die Erosion der Küsten in diesen Regionen rapide fortschreitet. „In Kanada und Russland hat sich die südliche Permafrostgrenze um bis zu 100 Kilometer zurückgezogen“, sagt Hubberten, der im Juni 2015 als erstes ausländisches Mitglied in die Akademie der Wissenschaften der russischen Republik Sacha aufgenommen wurde.



**Feldarbeit** Permafrost-Experte Guido Grosse (links) und sein Kollege Matthias Fuchs dokumentieren die Beschaffenheit des Bodens auf der sibirischen Insel Sobo-Sise im östlichen Teil des Lena-Deltas. Bild: Thomas Opel/Alfred-Wegener-Institut

Sein Kollege Guido Grosse nennt konkrete Zahlen. Sie zeigen eine erschreckende Dimension: „Wir vermuten, dass allein in den oberen Bereichen des Permafrosts 1500 Gigatonnen Kohlenstoff gespeichert sind, die in die Atmosphäre freigesetzt werden könnten“, sagt er mit Verweis auf Hochrechnungen auf Grundlage der Bodenproben und anderer Messungen. „In der Atmosphäre haben wir bislang etwa 800 Gigatonnen. Im Permafrost schlummert also viel Potenzial für ein Katastrophenszenario.“

Das Auftauen des gesamten Permafrosts als Klimabombe halten die beiden Forscher jedoch nicht für sehr wahrscheinlich. Dennoch sei das Problem ernst. Man könne schließlich keinen Treibhausgas-Filter auf die gesamte Region setzen. Wenn der Auftauprozess schon nicht aufzuhalten sei, so lasse er sich zumindest steuern, sagt Grosse. ►



Die **11. Internationale Permafrost-Konferenz** findet vom **20.–24. Juni 2016** im **Kongresshotel Potsdam** statt.

Anmeldungen sind noch bis **Ende Mai** möglich. Die Veranstalter erwarten **700 Teilnehmer**.

Die **alle vier Jahre** stattfindende Konferenz soll nicht nur für Fachwissenschaftler ein Treffpunkt sein, sie richtet sich auch an die interessierte Öffentlichkeit.

Weitere Informationen zur Konferenz:  
→ [www.icop2016.org](http://www.icop2016.org)

Denn den Hauptanteil aller Klimagase machten immer noch die menschengemachten Emissionen aus – und je geringer diese seien, desto geringer sei auch das Auftauen des Permafrosts.

Neben den langfristigen Effekten für den Klimawandel hat auftauender Permafrostboden auch viele unmittelbare lokale Folgen, die weltweit mehrere Millionen Menschen betreffen können. Häuser, Schulen, Straßen, Flughäfen oder Pipelines sind auf dem gefrorenen Boden gebaut, und wenn er auftaut, droht ihnen ein ernsthaftes statisches Problem. Mitunter müssen ganze Dörfer umgesiedelt werden, so wie es in Kanada und Alaska wegen zunehmender Küstenerosion bereits geschehen ist.

Guido Grosse ist Festgesteinsgeologe und hatte im Studium nichts mit der Permafrost-Forschung zu tun. Doch auch er hat sich mit der Begeisterung dafür schnell infiziert. Bei seiner Diplomarbeit im Jahr 1999 kam er mit dem Thema in Berührung, als er an einer Sibirien-Expedition teilnahm. „Davon war ich so angetan, dass ich meine anschließende Doktorarbeit zum Thema Landschaftsdynamik in Sibirien hier am AWI geschrieben habe“, erzählt er. „Als Postdoc bin ich dann 2006 an die Uni Fairbanks nach Alaska gegangen, habe also in einer Permafrostregion gelebt. Das war ursprünglich für zwei Jahre geplant, aber dann wurden sieben daraus, weil die wissenschaftliche Zusammenarbeit mit vielen Arktis-Spitzenforschern dort so toll war.“ 2013 ist er mit einer Forschungsförderung des Europäischen Forschungsrats, einem ERC Starting Grant, zurück nach Deutschland gekommen. „Das war eine einzigartige Möglichkeit, eine eigene

Forschungsgruppe in Europa aufzubauen“, sagt Grosse. Jetzt ist er zum Nachfolger von Hans-Wolfgang Hubberten berufen worden.

In ihrer aktuellen Forschung untersuchen die AWI-Wissenschaftler unter anderem, wie die Kohlenstoffdynamik in den Permafrostregionen aussieht. Dabei geht es vor allem um die Menge des Kohlenstoffs, aber auch um die Frage, wie einfach er von Mikroben um- und freigesetzt werden kann. Die weitere wichtige Frage lautet: Wie beeinflusst die tauende Landschaft die Kohlenstoffdynamik? „Wir schauen uns etwa in Satellitendaten und auf Luftbildern an, wie schnell sich Landschaften verändern, wie schnell damit also auch Kohlenstoff in verschiedenen Regionen freigesetzt wird“, sagt Grosse.

Sein Erfahrungsschatz aus den USA ist für die Permafrost-Forschung in Potsdam auch in Zukunft wichtig. „Alles, was in der Forschung relevant ist, haben wir dann hier gut vertreten und werden international weiterhin zu den Spitzenforschungseinrichtungen gehören“, meint Hubberten. Man sei dann „richtig rund“ aufgestellt mit der Erforschung der Permafrost-Geschichte, der Hydrologie, der Landschaftsveränderung, der Küsten- und Kohlenstoffdynamik sowie der Treibhausgasproblematik. So könne man auch künftig mit den großen Playern auf diesem Gebiet, mit der Uni Fairbanks, der Lomonossov-Uni in Moskau, den Unis in Jakutsk, Stockholm, Oslo und Unis in Kanada die Forschung anführen.

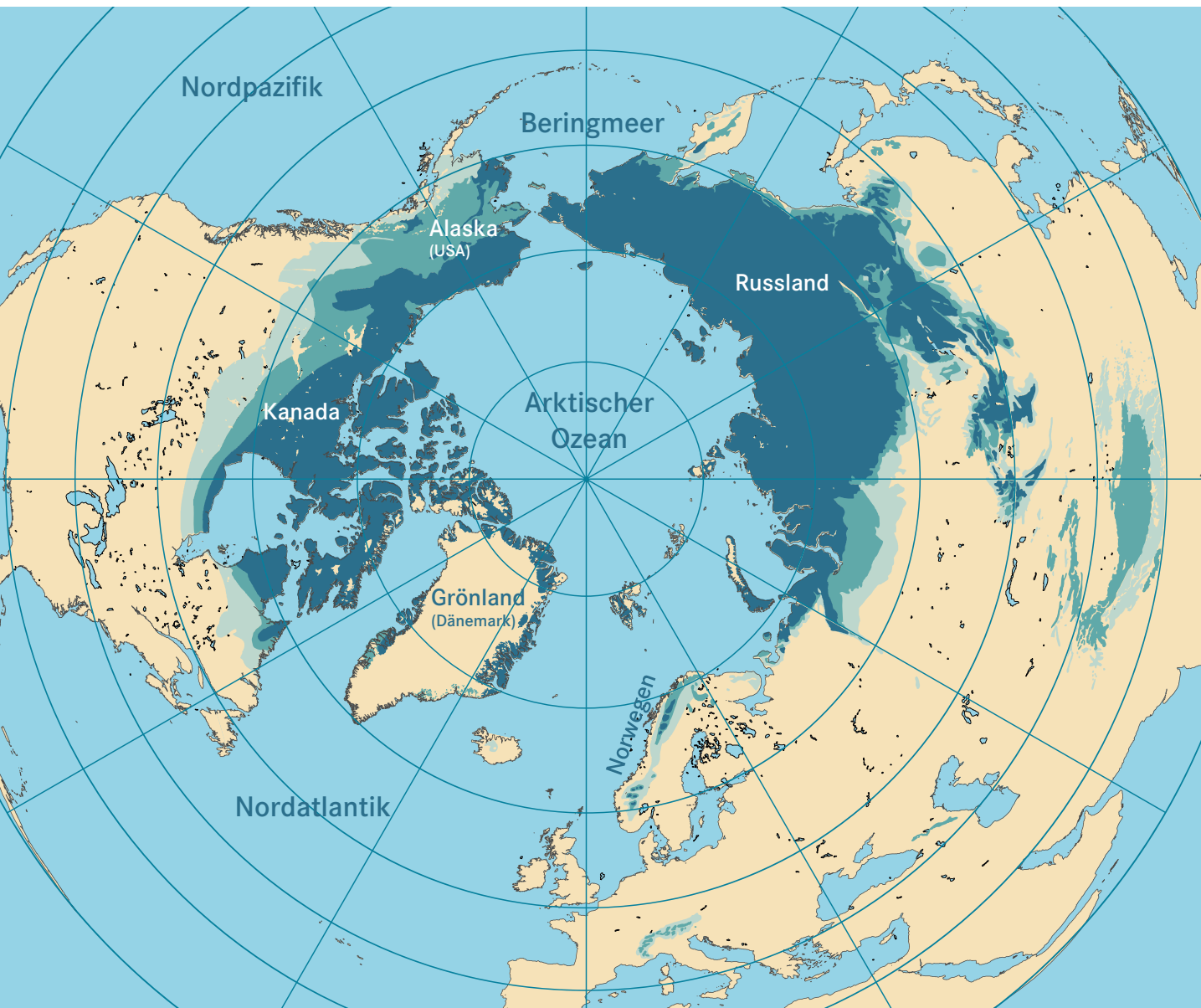
Die Erkenntnisse aus der Permafrost-Forschung sind nicht bloß von wissenschaftlichem Interesse, sondern haben unmittelbaren Wert für die Menschen in den betroffenen Gebieten. Ganze



## GEHEIMNISVOLLER PERMAFROST

Naturbelassene Permafrost-Landschaften zeigen mitunter eine eigenartige Musterung ihrer Oberfläche – etwa sogenannte polygonale Netzstrukturen. Sie entstehen dadurch, dass sich der gefrorene Boden bei den extrem tiefen Temperaturen im arktischen Winter an seiner Oberfläche zusammenzieht. Dabei bilden sich Risse, die den Bodenrissen bei einer Dürre ähneln. Wenn im Frühjahr der Schnee schmilzt, füllen sich die zentimeterbreiten und metertiefen Risse mit Wasser. Liegt die Temperatur des Permafrostbodens wieder unter Null Grad Celsius, gefriert das Schmelzwasser in den Rissen – es bilden sich sogenannte vertikale Eisvenen. Sie wachsen über Jahrzehnte und Jahrtausende zu Eiskeilen heran und geben der Oberfläche die typischen Polygonmuster.





■ Kontinuierlicher Permafrost   ■ Diskontinuierlicher Permafrost   ■ Sporadischer Permafrost

#### Permafrost-Gebiete

Die Karte zeigt Vorkommen von Permafrostböden auf der Nordhalbkugel.

Datenkataloge sind schon entstanden. „So können etwa Bürgermeister in Küstenregionen sehen, wie weit ihre Gemeinden von diesen Veränderungen betroffen sind“, sagt Hans-Wolfgang Hubberten. „Und sie können für eventuelle Umsiedlungen Schlüsse ziehen.“

Ganz loslassen kann er vom dauergefrorenen Boden und von der Sektion Periglazialforschung am Potsdamer Standort des AWI, die er lange geleitet hat, aber nicht. Das zeigt die bevorstehende Permafrost-Konferenz in Potsdam, zu der sich Wissenschaftler aus aller Welt angemeldet haben.

Er wird zudem in verschiedensten Gesellschaften aktiv sein, etwa als stellvertretender Vorsitzender der Polargesellschaft. Auch in der Betreuung der deutsch-russischen-Partnerschaft wird er weiterhin seine jahrelange Erfahrung einbringen, und gelegentlich will er in die Forschungsregionen reisen. Wenn Hans-Wolfgang Hubberten anfängt, davon zu erzählen, dann ist da wieder dieses Funkeln in seinen Augen, das unmissverständlich zeigt: Er hat noch einiges vor.

**Roland Koch**

Podcast mit  
Guido Grosse und  
Video über Permafrost:

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

# Permafrost im Überblick

Weite Teile der nördlichen Polarregion bestehen aus Permafrost – dort ist der Boden bis in große Tiefen gefroren und taut nur im Sommer an der Oberfläche auf. Eine kalte Landschaft mit Auswirkungen auf das gesamte Ökosystem der Erde

Permafrost bezeichnet einen Boden, dessen durchschnittliche Temperatur in zwei aufeinanderfolgenden Jahren unter dem Gefrierpunkt liegt. In Sibirien besitzt der Permafrost seine weiteste Ausdehnung und ist am dicksten – teilweise reicht er bis in 1600 Meter Tiefe. Seine Jahresmitteltemperatur beträgt rund  $-10^{\circ}$  Celsius. Der kälteste Permafrost liegt jedoch im nördlichsten Kanada: Er hat eine Jahresmitteltemperatur von eisigen  $-15^{\circ}$  Celsius. Im Vergleich dazu ist der Permafrost auf Spitzbergen mit durchschnittlich  $-2^{\circ}$  Celsius eher warm.

Normalerweise taut Permafrost im Sommer nur höchstens zwei Meter tief an. Durch die Erderwärmung im Zuge des Klimawandels tauen inzwischen aber immer größere Permafrostbereiche auf, in denen Mikroorganismen aktiv werden und dann Tier- und Pflanzenreste im Boden abbauen. Dabei setzen sie Kohlenstoffdioxid und Methan frei, beides Treibhausgase, die die Erderwärmung noch verstärken. Wissenschaftler sprechen vom Permafrost-Kohlenstoff-Feedback (Abb. rechts). Mithilfe von Modellen haben sie berechnet, dass bei anhaltender Erderwärmung der Permafrost bis zum Ende des Jahrhunderts so viel Treibhausgase freisetzen würde, dass die Temperaturen in diesem Zeitraum um zusätzliche  $0,29^{\circ}$  Celsius, bis zum Jahr 2300 sogar um mehr als  $0,4^{\circ}$  Celsius steigen würden.

Seit 1998 beobachten Forscher des Alfred-Wegener-Instituts, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI), einen starken Tauprozess auf Spitzbergen: Die Auftauschicht des Permafrosts hat sich um 50 Zentimeter in die Tiefe ausgedehnt, wobei die Bodentemperatur zehn Meter unter der Oberfläche konstant geblieben ist. Im sibirischen Lena-Delta ist dagegen die Auftauschicht nicht tiefer gewandert. Dafür hat sich der tiefere Permafrost seit 2006 um mehr als  $1,5^{\circ}$  Celsius erwärmt. Im europäischen Teil der russischen Arktis zieht sich der Permafrost stark zurück: Von 1995 bis 2005 hat sich die südliche Grenze der Regionen mit kontinuierlichem Permafrost um bis zu 50 Kilometer nach Norden verlagert. In Gebieten mit diskontinuierlichem Permafrost lag der Rückzug bei bis zu 80 Kilometern.

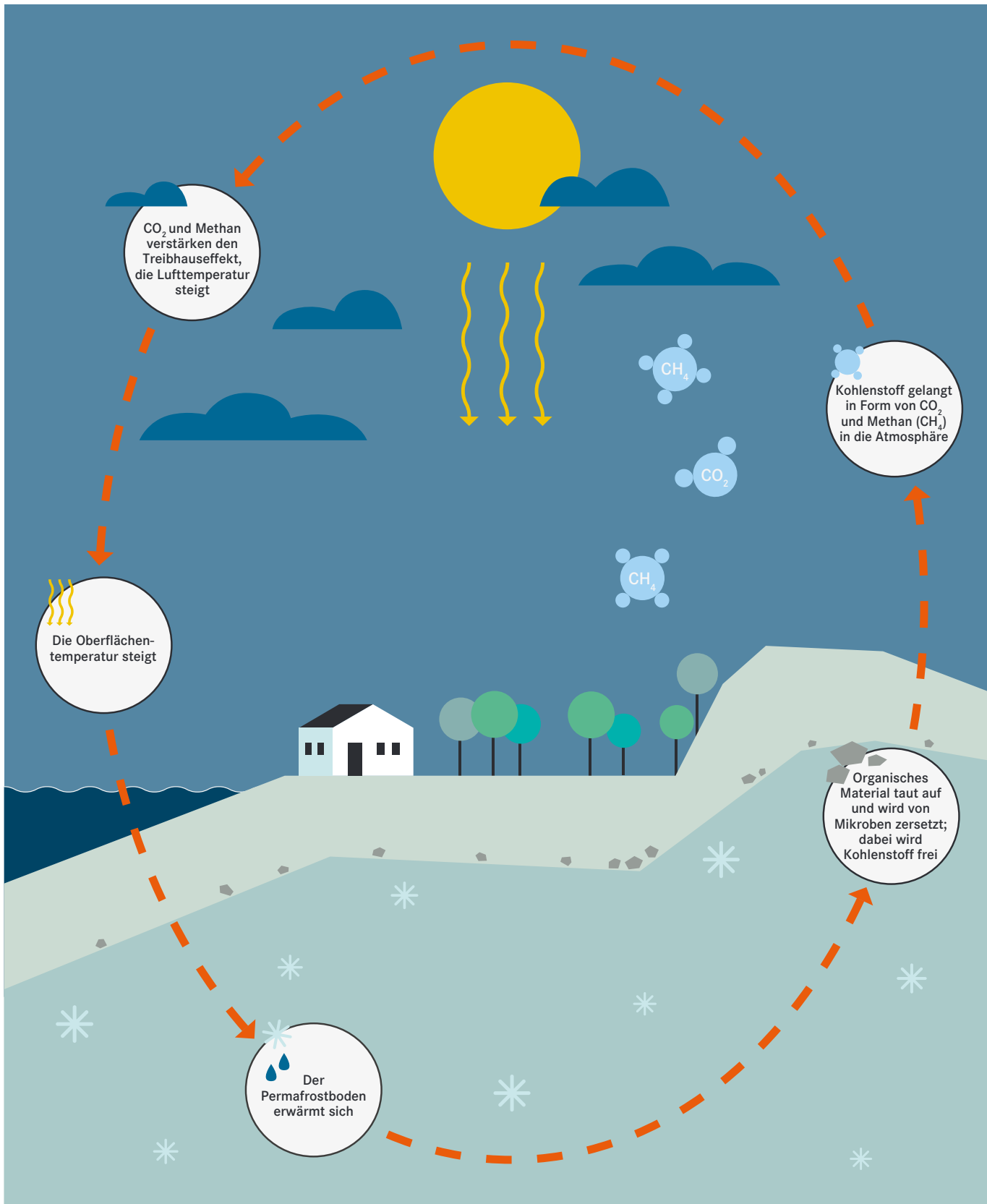
Auch die Küsten der Permafrostregionen werden zunehmend abgetragen, was sowohl am tauenden Boden als auch am Rückgang des Meereises liegt: Gibt es weniger Meereis, entstehen bei Wind höhere Wellen, die dann auf die Küste treffen und diese zerstören. Im Durchschnitt zieht sich die arktische Küstenlinie pro Jahr um rund 0,5 Meter zurück, einzelne Küstenabschnitte aus sehr eisreichem Permafrost verlieren pro Jahr sogar bis zu 25 Meter.

Andreas Fischer



**Wenn Permafrost taut** Küsten von Permafrostgebieten werden stark abgetragen, an Hängen kommt es zu Erdrutschen und in Teichen und Seen versickert das Wasser. Das zerstört nicht nur das Ökosystem, sondern kann auch Schäden an Häusern, Brücken, Straßen oder Bahnstrecken verursachen.





**Permafrost-Kohlenstoff-Feedback** Das Zusammenspiel des Klimas und des Permafrosts. Illustrationen: Tanja Hildebrandt/Helmholtz, Quelle: AWI



**Feenkreise in Australien** Aus der Vogelperspektive zeigt sich, wie gleichmäßig die kahlen Flecken über die Landschaft verteilt sind. Bild: Kevin Sanders

# Telegramm

Forschung +++ Forschungspolitik

---

## Forscher entdecken Feenkreise in Australien

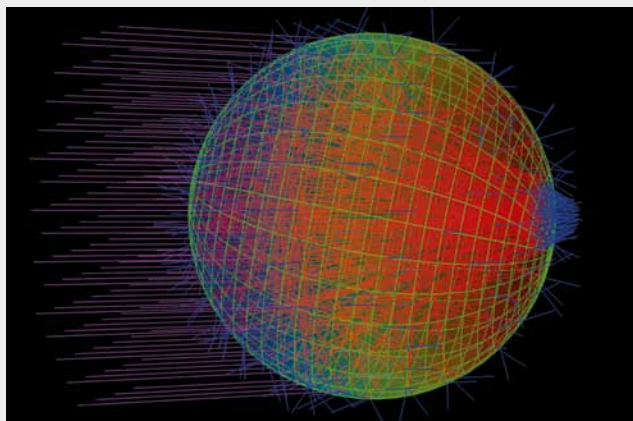
Die runden, unbewachsenen Flecke kannten Forscher bislang nur aus der trockenen Graslandschaft Namibias. Jetzt hat ein internationales Team von Wissenschaftlern mit Beteiligung des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung (UFZ) die sogenannten Feenkreise – kahle Stellen im Grasland mit einem Durchmesser von meistens vier Metern – auch im Outback Australiens nachgewiesen. Untersuchungen vor Ort lieferten zudem Hinweise auf ihre Entstehung: Einer Theorie nach sollen die Pflanzen sie bei Wassermangel selbst gebildet haben. „Das Besondere an Feenkreisen ist, dass sie sich auch über

größere Gebiete erstaunlich regelmäßig verteilen, aber nur innerhalb eines engen Niederschlagsbereichs“, sagt Stephan Getzin vom UFZ. Ein solches Muster könne am ehesten durch die Konkurrenz um Wasser entstehen. In Australien haben die Forscher in den Kreisen kaum Termiten- oder Ameisennester gefunden. Die Tiere standen im Verdacht, die Wurzeln der Gräser anzuknabbern und sie so zum Absterben zu bringen. „Die Termitennester haben ein komplett anderes Verteilungsmuster als die Feenkreise“, sagt Getzin. Für ihn sei das ein deutlicher Hinweis darauf, dass die kahlen Flecken nicht durch Tiere, sondern durch die Selbstorganisation der Pflanzen entstehen. Dafür spreche außerdem, dass andere Gräser in unmittelbarer Nachbarschaft auch ganz andere Trockenheitsmuster bilden.



## Bakterien können Licht sehen

Eine internationale Forschergruppe mit Beteiligung des Karlsruher Instituts für Technologie hat herausgefunden, wie Cyanobakterien – weltweit vorkommende Einzeller – Licht wahrnehmen und sich darauf zubewegen. Das Prinzip funktioniert wie ein winziger menschlicher Augapfel: Das Licht trifft an einer beliebigen Stelle auf die Oberfläche der runden Bakterien, wo es wie durch eine mikroskopisch kleine Linse gebrochen wird. Dadurch entsteht ein Brennpunkt auf der gegenüberliegenden Seite der Zelle. Dies aktiviert im Bereich des Lichtpunkts winzige fadenförmige Fortsätze an der Außenseite, die das Bakterium in Lichtrichtung vorwärtstreiben. Für Cyanobakterien ist Licht überlebensnotwendig, da sie daraus Energie gewinnen. Doch wie sie das Licht wahrnehmen, war bis heute ein Rätsel.



**Augapfel im Miniformat** Das Modell eines Cyanobakteriums zeigt, wie Licht auf dem Weg durch die Zelle in einem Punkt gebündelt wird. Bild: Ronald Kampmann/KIT.

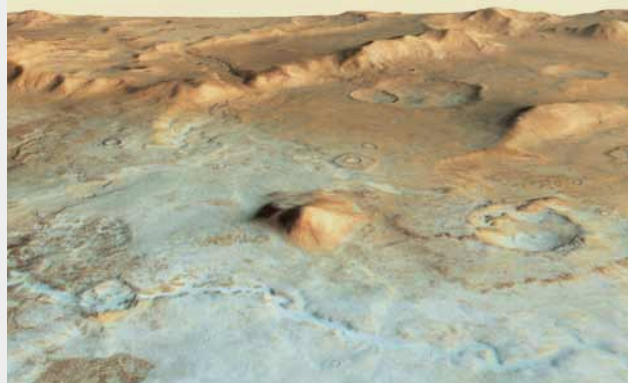
## Nachhaltigkeit am Forschungszentrum Jülich

Seit Anfang 2016 hat sich das Forschungszentrum Jülich zum nachhaltigen Wirtschaften und Handeln nach dem Deutschen Nachhaltigkeitskodex verpflichtet. Der Kodex, den der Rat für Nachhaltige Entwicklung herausgebracht hat, beinhaltet 20 verbindliche Kriterien zur Nachhaltigkeit, die Unternehmen und Einrichtungen belegbar erfüllen oder anstreben müssen. Dabei geht es unter anderem um den effizienten Einsatz aller Ressourcen – Energie- und Wassersparen sind nur winzige Teilaspekte. Das Helmholtz-Zentrum steht auch anderen Institutionen und Firmen als Mentor zur Verfügung, die den Kodex umsetzen möchten.

## Eisige Terrassen auf dem Mars

Der größte Krater auf dem Mars, Hellas Planitia, hat einen Durchmesser von 2200 Kilometern und eine Tiefe von bis zu neun Kilometern. Aktuelle Bilder dieser von Frost und Eis

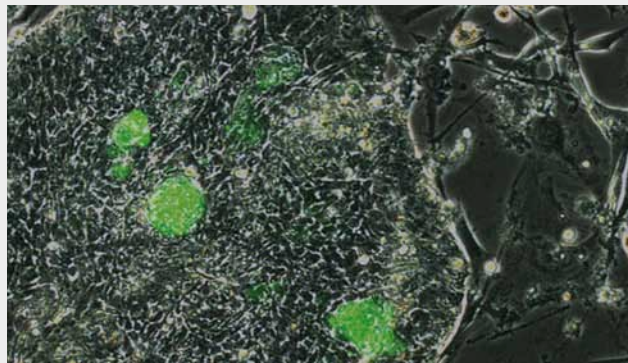
bedeckten Landschaft hat die hochauflösende Stereokamera geliefert, die vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) betrieben wird und sich an Bord der europäischen Raumsonde Mars Express befindet. Der Krater entstand vermutlich vor vielen Milliarden Jahren durch den Einschlag eines Asteroiden, der zu massiven tektonischen Verwerfungen führte, die sich als stufenförmige Terrassen in das Innere des Einschlagsbeckens erstrecken. Die tiefer liegenden Regionen (im Bild) sind von raureifartigem Frost und Eis überzogen.



**Frostig** Schrägsicht auf die tief liegenden Regionen des Marskraters Hellas Planitia. Bild: ESA/DLR/FU Berlin – CC BY-SA 3.0 IGO

## Forscher kultivieren menschliche Stammzellen

Wissenschaftler des Max-Delbrück-Centrums für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft haben erstmals eine Methode vorgestellt, mit der es möglich ist, menschliche pluripotente Stammzellen in einer Zellkultur aufzuspüren, sie zu vereinzeln und zu kultivieren. Das Besondere an diesen Stammzellen ist, dass sie sich in alle Zelltypen des Körpers verwandeln lassen. Bisher hatten sie diese Fähigkeit jedoch in der Kulturschale immer verloren. Mit der neuen Methode lassen sich auch induzierte Stammzellen kultivieren; das sind ausgereifte Zellen, die erwachsenen Menschen entnommen und dann künstlich verjüngt wurden. Im Gegensatz zu Embryozellen gelten sie als ethisch unbedenklich.



**Begehr** Humane Stammzellen (grün) wachsen auch in der Kulturschale. Bild: Jichang Wang/MDC

## Helmholtz wird EARTO-Mitglied

**Helmholtz-Büro Brüssel:** Die Helmholtz-Gemeinschaft wird Mitglied der European Association of Research and Technology Organisations (EARTO). EARTO bündelt die Interessen von knapp 350 industrienahen Forschungseinrichtungen und -organisationen aus der Europäischen Union und aus Ländern, die dem EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation (Horizont 2020) assoziiert sind. Ziel ist es, diese gegenüber den Europäischen Institutionen zu vertreten. So ist EARTO etwa Mitglied der „ERA Stakeholder Platform“ der Europäischen Kommission und hat damit Zugang zu den Diskussionen zur Weiterentwicklung des Europäischen Forschungsraums (ERA). Die EARTO-Mitglieder stimmten Anfang April für die Aufnahme der Helmholtz-Gemeinschaft in ihren Dachverband, dessen Sitz in Brüssel ist.

## Mega-Science-Projekt startet in Dubna

**Helmholtz-Büro Moskau:** Am Vereinigten Institut für Kernforschung in Dubna nördlich von Moskau wurde im März der Grundstein für den neuen Teilchenbeschleuniger NICA (Nuclotron based Ion Collider facility) gelegt. Die Anlage

kann schwere Kerne beschleunigen und zur Kollision bringen. So sollen etwa die Eigenschaften superdichter Kernmaterie oder die Spin-Struktur von Hadronen erforscht werden. Das Vereinigte Institut für Kernforschung ist ein international ausgerichtetes Zentrum, mit dem auch deutsche Forschungseinrichtungen seit vielen Jahren kooperieren, so zum Beispiel das Forschungszentrum Jülich und das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung in Darmstadt.

## China beteiligt sich an Horizont 2020

**Helmholtz-Büro Peking:** China und die Europäische Union haben nach zahlreichen Diskussionsrunden eine Vereinbarung zur Beteiligung Chinas am laufenden europäischen Forschungsrahmenprogramm Horizont 2020 getroffen. Chinas Ministerium für Wissenschaft und Technologie stellt ab diesem Jahr umgerechnet rund 30 Millionen Euro jährlich zur Verfügung, um chinesische Forschungsgruppen bei Projekten im Rahmen von Horizont 2020 zu unterstützen. Im Gegenzug dazu hat sich die EU bereiterklärt, Horizont-Projekte mit einem Volumen von 100 Millionen Euro für die Zusammenarbeit mit China zu öffnen.

Saskia Blank

Anzeige



## Testen Sie jetzt den Tagesspiegel – das Forum der Wissenschaften!

Wer wissen will, was in Wissenschaft und Forschung los ist, kommt am Tagesspiegel nicht vorbei. Überzeugen Sie sich selbst und lesen Sie jetzt 14 Tage kostenlos den Tagesspiegel.

**Jeden Werktag mit einer eigenen Seite „Wissen & Forschen“** – die wichtigsten Erkenntnisse der Forschung, Portraits interessanter Wissenschaftler und Berichte von den wichtigsten Kongressen in Berlin.

[www.tagesspiegel.de/kostenlos](http://www.tagesspiegel.de/kostenlos) · Telefon (030) 290 21-555





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



**Bald möglich?** 3D-Drucker können komplexe dreidimensionale Gegenstände drucken, Ersatzorgane stehen ganz oben auf der Wunschliste. Bild: belekekin/iStock

## Nachgefragt

### Kann man Ersatzorgane drucken?

Derzeit warten rund 12.000 Patienten in Deutschland auf ein Spenderorgan, doch nur jeder Dritte bis Vierte wird laut Statistik auch eines bekommen. Könnte man die benötigten Organe einfach ausdrucken, wäre das die Rettung. An einem solchen 3D-Druck arbeitet unter anderem das junge Start-Up-Unternehmen Indmtec in enger Kooperation mit dem Karlsruher Institut für Technologie. Der Materialwissenschaftler Uwe Popp leitet die Forschungs- und Entwicklungsabteilung:

„Möglich ist es bereits, Zellmaterial zu drucken. Im Prinzip kann man zum Beispiel ein Herz in weniger als drei Minuten drucken, einen ganzen Menschen in etwa zwei Stunden und vierzig Minuten. Allerdings sind diese gedruckten Objekte nur leblose Zellmassen in Form eines Herzens oder eines Menschen; die vielfältigen Interaktionen, die im Körper ablaufen, lassen sich noch nicht nachbilden. Auch Blutgefäße kann man noch nicht einwandfrei drucken, weil sie zu filigran sind. Trotzdem wird die medizinische Anwendung des 3D-Drucks immer weiter vorangetrieben, weil es einfach zu wenige Spenderorgane gibt. Manche Experten schätzen,

dass funktionsfähige Organe in 30 Jahren gedruckt werden könnten.

Bei Indmtec arbeiten wir daran, aus einem anorganischen, also unbelebten Polymer Ersatzknochen herzustellen, die etwa bei Knochenbrüchen oder Gelenkschäden eingesetzt werden können. Das künstliche Material, Polyetheretherketon oder kurz PEEK, ist biokompatibel. Das heißt, es wird vom Körper gut angenommen. Noch werden Implantate aus diesem Material gefräst, was lange Wartezeiten und eine aufwendige Nachbearbeitung nach sich zieht. Wir können PEEK aber schon mit unserem 3D-Drucker verarbeiten. Das Gerät funktioniert so ähnlich wie eine Heißklebepistole: Das Ausgangsmaterial – ein Draht aus PEEK – wird von einer langen Spule durch eine heiße Düse geführt und dabei geschmolzen. Der Druckerkopf trägt das flüssige Material dann schichtweise auf und baut so das Implantat. Er arbeitet so genau, dass sich damit auch komplexe Formen herstellen lassen. Der nächste Schritt ist es nun, die 3D-Drucktechnik von PEEK in der Medizin zu etablieren.

Nachgefragt hat **Andreas Fischer**

# Auf Expedition

Das neue Wissenschaftsjahr des Bundesministeriums für Bildung und Forschung widmet sich dem Thema „Meere und Ozeane“ – ein Forschungsfeld, auf dem die Helmholtz-Gemeinschaft spannende Einblicke bietet



AUF DEM EIS

## Wochenend-Ausflug

Die Besatzung der Forschungsbasis AWIPEV nutzt ihre Freizeit, um gemeinsam mit norwegischen Kollegen auf dem Kongsbreen-Gletscher wandern zu gehen. AWIPEV ist die deutsch-französische Arktis-Forschungsstation im spitzbergischen Wissenschaftsdorf Ny-Ålesund. Dort untersuchen Forscher die Zusammensetzung der Atmosphäre, Veränderungen des Klimas und deren Auswirkungen auf Meeresbewohner, Gletscher und Permafrostböden. Die Station ist 365 Tage im Jahr von einem dreiköpfigen Team besetzt, das für den reibungslosen Stationsbetrieb und für die Erhebung der Langzeitdaten zuständig ist. Bild: René Bürgi/Alfred-Wegener-Institut (AWI)





## AUF DEM EIS

### Haltestelle im Eis

Die „Polarstern“, der Forschungsseisbrecher des Alfred-Wegener-Instituts, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, legt eine sogenannte Eisstation in der zentralen Arktis ein: Das Schiff macht an einer ausreichend großen Eisscholle fest und lässt die Gangway herab, damit die Wissenschaftler für ihre Untersuchungen auf das Eis gehen können. Das Bild zeigt zudem Schmelztümpel auf dem Meereis, die sich im Laufe des arktischen Sommers bilden. Da die dunkleren Tümpel weniger Sonnenstrahlung reflektieren als das helle Eis und so mehr Sonnenenergie aufgenommen wird, verstärken sie das Schmelzen des Meereises zusätzlich. Bild: Mario Hoppmann/AWI (CC-BY 4.0)





**Unterwasserfahrt**

Das Forschungs-  
tauchboot JAGO des  
GEOMAR Helmholtz-  
Zentrums für Ozean-  
forschung Kiel bietet  
Platz für einen Piloten  
und einen Wissen-  
schaftler. JAGO, hier  
beim Auftauchen im  
klaren Wasser des  
Südatlantiks, kann  
maximal 400 Meter  
tief tauchen und mit  
einem hydraulischen  
Greifarm Proben  
vom Meeresboden  
sammeln. Derzeit  
ist es Deutschlands  
einziges bemanntes  
Forschungstauchboot.

Bild: Uli Kunz/Debma-  
rine Namibia

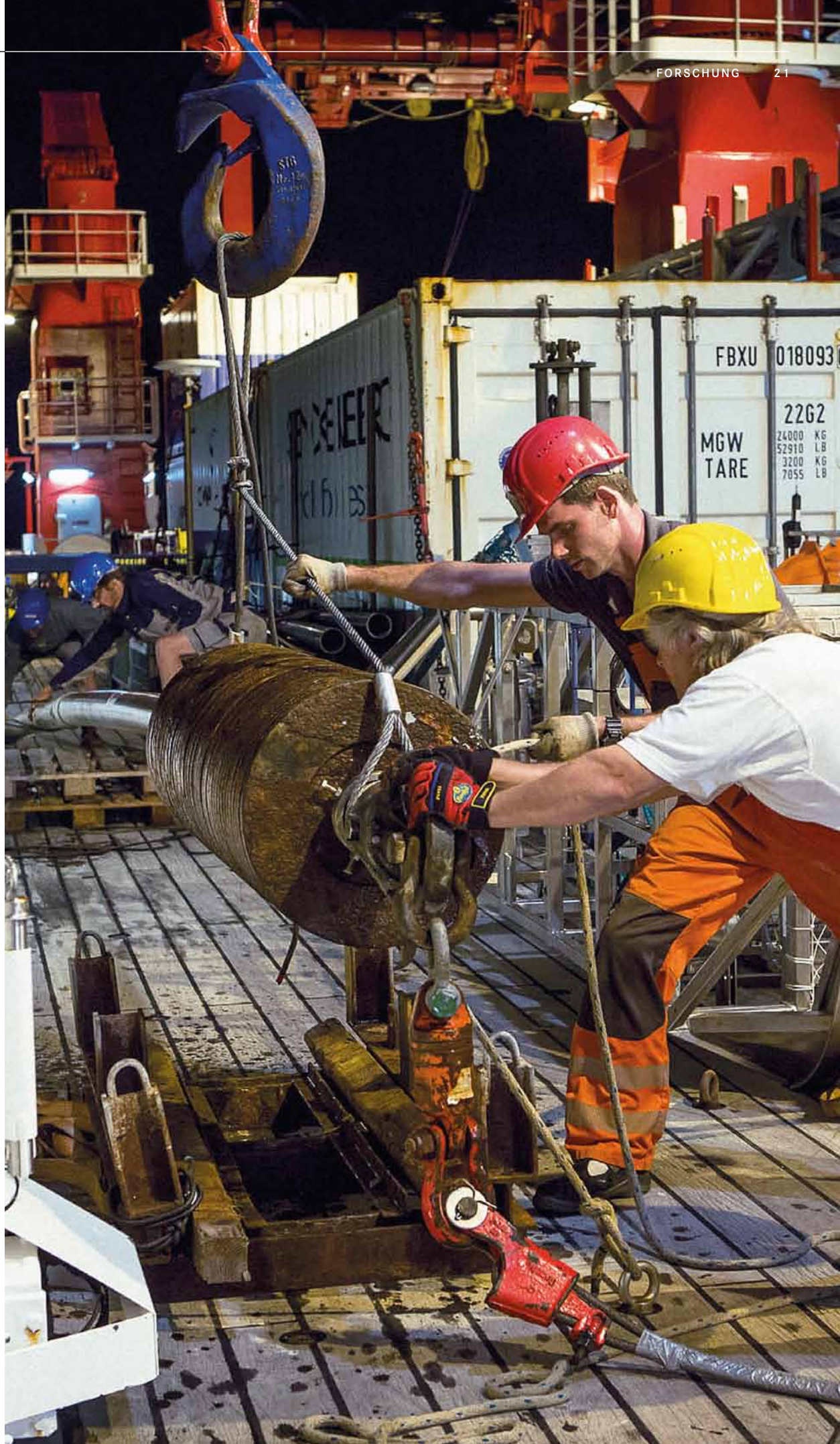




### Muskelkraft gefragt

Mit einem Schwerelot holt die Besatzung des Forschungsschiffs „Sonne“ während einer Expedition im östlichen Pazifik Proben vom Meeresboden an Bord. Die „Sonne“ ist derzeit das neueste und nach der „Polarstern“ das zweitgrößte Forschungsschiff Deutschlands. Sie wird vor allem für Untersuchungen zum Klimawandel, dem Schutz der marinen Ökosysteme und zur Erkundung von Rohstoffvorkommen eingesetzt. Bild:

Bastian Barenbrock/  
GEOMAR





**AUS DER LUFT****Meer aus dem All**

Aus Satellitenbildern können die Küstenforscher des Helmholtz-Zentrums Geesthacht optische und biogeochemische Eigenschaften des Meerwassers bestimmen. Die Verfahren, mit denen sie zum Beispiel die Farben des Ozeans in den Satellitendaten auswerten, haben sie selbst entwickelt. Dieses Bild zeigt die deutsche Nordseeküste und wurde vom Satelliten Landsat 5 aus einer Höhe von 705 km aufgenommen. Bild: Nasa Landsat/HZG





AUS DER LUFT



### Schiff ohne Seegang

In diesem Sommer setzen die Küstenforscher des Helmholtz-Zentrums Geesthacht weltweit erstmalig einen Zeppelin für die Meeres- und Küstenforschung ein. Rund um Bornholm wollen sie im Juni unter dem Motto „Expedition Uhrwerk Ozean“ kleinen Meereswirbeln auf die Spur kommen. Diese

Wirbel sind nahezu unerforscht und üben einen entscheidenden Einfluss auf das Klima und die Planktonproduktion im Meer aus.

Bilder: Michael Häfner



# Erde an Universum?

Gibt es Leben dort draußen in den Weiten des Weltalls? Das fragen sich die Menschen bereits seit Ewigkeiten – mit Hoffen und Bangen. Denn falls es so ist, wissen wir nicht, was uns von diesen anderen Lebewesen erwartet. Sollten wir also aktiv auf Kontaktsuche gehen? Zwei Blickwinkel



„Manche Unkenrufer fordern  
zum Verstecken auf. Ich nicht“,

sagt Lisa Kaltenegger, die Direktorin des Carl Sagan Instituts  
an der Cornell Universität in Ithaca, New York

Die Erforschung des Weltalls zeigt uns immer deutlicher, dass unsere Heimat, die Erde, in einen Kosmos mit unzähligen anderen Planeten eingebettet ist. Letzten Hochrechnungen zufolge gibt es um jeden fünften Stern einen Planeten, der lebensfreundlich sein könnte. Damit sollte es alleine in unserer Milchstraße Milliarden solcher Planeten geben. Wir leben in einer Zeit, die unser Weltbild revolutioniert.

Der uns am nächsten liegende Stern, Proxima Centauri, ist allerdings rund vier Lichtjahre von uns entfernt – um diese Entfernung zu überbrücken, braucht also sogar das Licht ganze vier Jahre. Zum Vergleich: Wäre unser Sonnensystem so groß wie ein Keks, dann wäre im gleichen Maßstab der nächste Stern zwei Fußballfelder weit entfernt. Die Distanzen im Weltraum sind riesig, und menschliche Fußabdrücke gibt es bislang nur auf dem Mond. Das heißt, wir sind in der Raumfahrt noch nicht sehr weit gekommen. Immerhin könnten wir mit den Teleskopen, die wir gerade bauen, in ein paar Jahren schon Spuren von Leben auf nahen Welten entdecken. Im Umkehrschluss bedeutet das, dass wir unsere Existenz kaum verstecken können: Allein die Spuren der Gase, die wir atmen, hinterlassen einen chemischen Finger-

abdruck in der Luft. Um unentdeckt zu bleiben, müssten wir den Sauerstoff, den wir atmen, aus der Luft herausfiltern. Eine absurde Idee. Manche Unkenrufer fordern natürlich trotzdem zum Verstecken auf. Ich nicht, ich atme gern.

Signale zu nahen Exoplaneten wurden auch schon geschickt – zum Beispiel zu Gliese 581d, als Teil der Weltraumwoche 2009 in Australien. Die Raumsonde Voyager 1 hat 2012 als erster Satellit unser Sonnensystem verlassen. Ein Teil von Voyager 1 ist der sogenannte „Golden Record“, der unseren Platz im Universum zeigt, Musik und Bilder enthält. Das ist sozusagen eine Zeitkapsel unseres Wissens und unserer Kulturen, die unser Wissen konservieren.

Ob wir Signale aussenden sollen, können wir nur alle gemeinsam entscheiden. Aber Lebensspuren auf der Erde könnten weiterentwickelte Zivilisationen schon lange finden – mit oder ohne ausgesandte Botschaften ins All. Die Frage ist natürlich, ob wir als Kontaktpartner schon interessant wären. Denn welcher Planet würde Sie persönlich mehr interessieren: einer, der weiter entwickelt, oder einer, der weniger weit entwickelt ist als Ihr eigener?





## „Wir sollten uns nicht von Angst treiben lassen, sondern zuversichtlich sein“,

sagt Tilman Spohn, der Leiter des Berliner Instituts für Planetenforschung am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)



Die Frage, ob wir alleine im Universum sind, beschäftigt die Menschheit seit Urzeiten. Mythen, angefangen von alten Götterwelten bis hin zu Star Wars, spiegeln diese Faszination. Sie reicht von Furcht vor möglicherweise überlegenen Lebewesen bis hin zu Fantasien über die Rettung der Menschheit. Im 19. Jahrhundert wurde erstmals vorgeschlagen, mit Radiowellen Kontakt zu Marsianern aufzunehmen, von deren Existenz man damals noch ausging. Inzwischen wissen wir, dass in unserem Sonnensystem außerhalb der Erde höchstens primitives Leben zu finden ist. Anders könnte es in der Milchstraße aussehen, in der mit Milliarden Planeten gerechnet werden darf. Aber wenn es in unserer kosmischen Nachbarschaft viele technologisch vorangeschrittene Zivilisationen gäbe, müssten wir dann nicht längst von ihnen gehört haben?

Das versucht seit den 1960er Jahren das Projekt „Search for Extraterrestrial Intelligence“ (SETI). Es sucht passiv nach außerirdischen Signalen. Doch die Diskussion, ob darüber hinaus „Messaging to Extraterrestrial Intelligence“ (METI) betrieben werden solle – also die aktive Kontaktaufnahme – wird heute so lebhaft geführt wie selten zuvor.

Das ist zunächst eine Scheindebatte. Denn wir senden doch schon seit Jahrzehnten mit dem Radio, dem Fernsehen oder Smartphone Funksignale aus, die bis in etwa 100 Lichtjahren Entfernung – und vielleicht auch darüber hinaus – empfangen werden können. Eine uns ähnliche Zivilisation in dieser Entfernung sollte uns also längst entdeckt haben. Und wie wollten wir auch die Nutzung dieser Signale einschränken oder gar die bereits gesendeten löschen?

Die Gegner aktiver Signale wenden immer wieder ein, dass eine Entdeckung unserer Welt durch eine überlegene Zivilisation eine Überlagerung oder gar Zerstörung der Menschheit bedeuten könne. Warum sollten wir gleich von einem solchen Horrorszenario ausgehen? Nein, wir sollten uns nicht von Angst treiben lassen, sondern zuversichtlich sein. Wir haben einen ungeheuer reichen Schatz an Wissen geschaffen. Angesichts einer nicht absehbaren Zukunft sollten wir vielmehr ein Archiv dieses Wissens anlegen und ins Weltall übertragen. Dort könnte es dann irgendwo und irgendwann empfangen und eventuell genutzt werden. Dies wäre wohl das sichtbarste Angebot einer friedlichen Kontaktaufnahme – und das ist das Beste, was wir tun können.

# Fusionsforscher, sucht den Dialog!

Seit Jahrzehnten versuchen Forscher, die Kernfusion als Energiequelle zu erschließen. Sie gilt als nahezu unerschöpflich und ungefährlich. Doch muss sie von der Gesellschaft auch akzeptiert werden. Ein Kommentar von Norbert Lossau

Forschern gelang es jüngst, eine aus dem All kommende Gravitationswelle zu messen. Es gibt sie also, die vor 100 Jahren von Albert Einstein vorhergesagten Schwingungen der Raumzeit. Manche fragten sich aber, was wir von dieser Erkenntnis haben. Kann sie den Fortschritt beflügeln und irgendein Problem der Menschheit lösen?

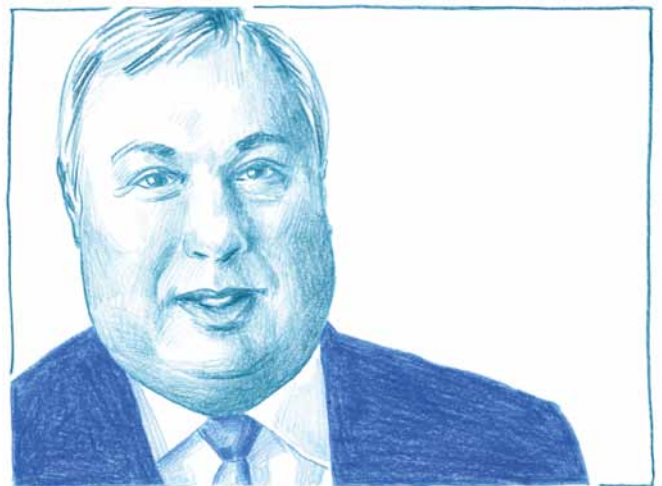
Das Wissen um die Existenz dieser Wellen wird sich nicht auf den Alltag von Menschen auswirken. Der geglückte Nachweis ist aber ein Beleg für die fantastische Fähigkeit einiger Menschen, allein mit der Kraft der Gedanken Realitäten vorherzusehen, für die es noch keine technischen Zugänge gibt.

Die Vorhersage der Quarks oder des Higgs-Teilchens sind weitere Beispiele. Mathematische Theorien sind so mächtig, dass Physiker etwas prognostizieren können, was sich erst später als richtig erweist. Dass es im Fall der Gravitationswellen ein ganzes Jahrhundert dauerte, bis eine Folgerung aus der Allgemeinen Relativitätstheorie dingfest gemacht werden konnte, lässt uns noch stärker über die Genialität Einsteins staunen.

Seit gut einem halben Jahrhundert sagen Physiker voraus, dass es mithilfe der Kernfusion möglich sein sollte, eine unerschöpfliche Energiequelle zu erschließen. Noch ist das nicht gelungen, obwohl intensiv daran geforscht wird. Wenige Tage vor der Nachricht über die Gravitationswellen ging in Greifswald am Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, einem Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft, der Forschungsreaktor Wendelstein 7-X in Betrieb. Dieser sogenannte Stellarator öffnet neue Perspektiven, weil er nach einem anderen Prinzip funktioniert als der bislang favorisierte Reaktortyp Tokamak.

Es hat immer Skeptiker gegeben, die energieliefernde Fusionskraftwerke für unrealistisch hielten, weil die Herausforderungen zu groß seien. Doch es war auch eine riesige Herausforderung, Detektoren zu bauen, die sensibel genug für den Nachweis von Gravitationswellen sind. Das hielten manche für nicht möglich. Sogar Einstein nicht.

Die Entdeckung der Gravitationswellen wird den Fusionsforschern Mut machen. Hier wie dort ist es der menschliche Geist, der ein Ziel erkennen, anstreben und erreichen kann – sei es aus reinem Erkenntnisstreben oder mit der konkreten Absicht, eine neue Energiequelle zu erschließen. Noch sind



Norbert Lossau (56) ist Ressortleiter Wissenschaft bei WELT/N24

auf dem Weg zum Fusionskraftwerk viele Hürden zu nehmen. Doch bislang spricht nichts dagegen, dass das Ziel grundsätzlich erreichbar ist.

Bei der Fusionsforschung ist der gesellschaftliche Dialog besonders wichtig. Während die Gravitationswellen-Astronomen mit harmloser Technik in einsamen Gegenden hantieren, geht es bei der Kernfusion um nukleare Anlagen, die Gigawatt-Mengen an Strom erzeugen sollen. Auch wenn Experten betonen, dass die maximalen Unfallfolgen bei einem Fusionskraftwerk rund 1000-mal kleiner als bei einem Kernkraftwerk wären, so könnte selbst das die Akzeptanz beeinträchtigen.

Was eine zu spät geführte gesellschaftliche Debatte bedeuten kann, haben wir bei der Magnetschwebbahn „Transrapid“ erlebt. Milliarden flossen in die Entwicklung dieser Technologie. Als sie nach vielen Jahren anwendungsreif war, stellte sich heraus, dass der Bau einer Trasse in Deutschland gar nicht gewollt war. Dumm gelaufen. Doch die Vorhersage, dass die Technik funktionieren würde, war immerhin richtig.





→ JUNQ – Ungelöste Fragen

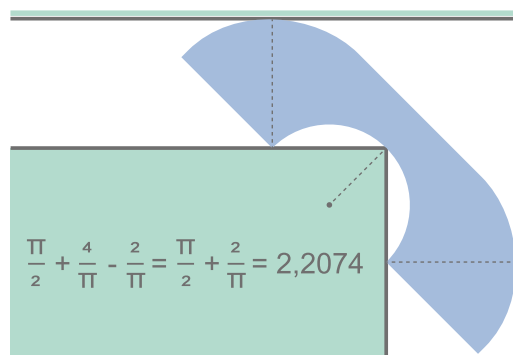
# Das Sofa-Problem

Passen alle Möbelstücke durch den engen Flur im neuen Zuhause?  
In den meisten Fällen ist die Frage einfach zu beantworten. Ein Rätsel allerdings konnten Mathematiker bisher nicht lösen – es betrifft die Couch. Ein Beitrag aus dem *Journal of Unsolved Questions (JUnQ)*

Im Flur gibt es das tückische Problem eines jeden Umzugs: Er hat eine 90°-Ecke, um die alle Möbelstücke herumgewuchtet werden müssen. Wenn man von einem zweidimensionalen Flur ausgeht, die Möbel also nicht kippen kann – wie sähe das größtmögliche Möbelstück aus, das die Umzugshelfer gerade so um die Ecke bekommen?

Leo Moser hat diese geometrische Frage im Jahr 1966 formuliert. Die erste Antwort ist schnell gegeben: Ein Halbkreis, der so breit ist wie der Flur, kann problemlos um die Ecke herumgeschoben werden. Diese Idee griff im Jahr 1968 John Michael Hammersley auf. Er teilte den Halbkreis in der Mitte. Dadurch entstanden zwei Viertelkreise, zwischen die er ein Rechteck setzte. Damit diese Form noch die Ecke passieren kann, musste Hammersley anschließend wieder einen kleineren Halbkreis abziehen – mittig an der Innenseite des Rechtecks und mit der gleichen Krümmungsrichtung wie der äußere Halbkreis. Dieses Hammersley-Sofa hat also eine Form, die am ehesten einem altmodischen Telefonhörer entspricht. Dass aber auch eine größere Grundfläche um die Ecke kommt, zeigte Joseph Gerver 1992. Er entwickelte eine eigene Sofa-Form: Sie ähnelt dem Hammersley-Modell in vielen Punkten, allerdings sind einige Ecken zusätzlich abgerundet. Insgesamt besteht es aus 18 Kanten, davon sind lediglich drei gerade.

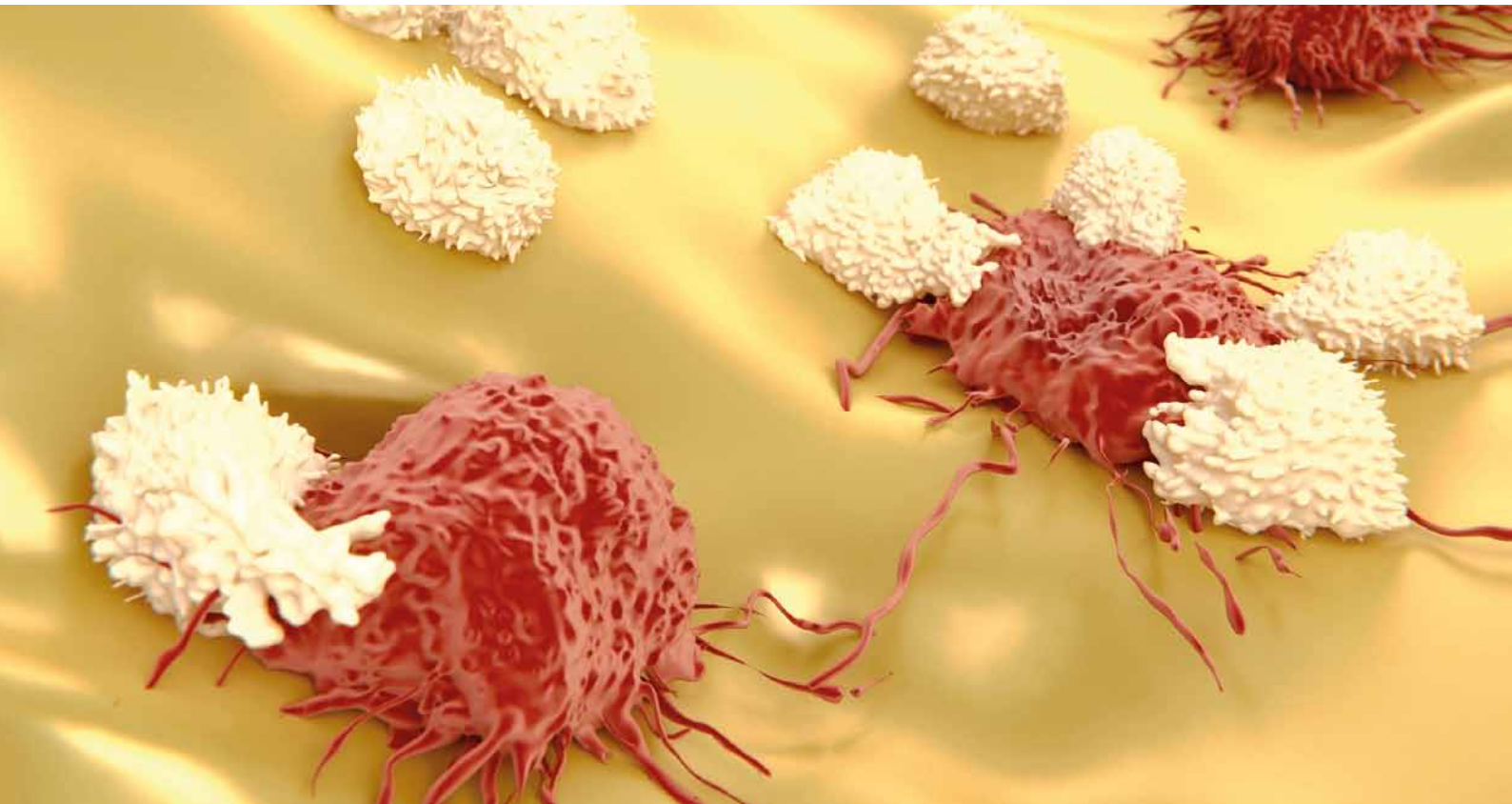
Weitere  
ungelöste Fragen:  
→ [www.junq.info](http://www.junq.info)



**Umzugshilfe** Mit einer Fläche von 2,2 Quadratmetern hat das Hammersley-Sofa schon eine ordentliche Größe, ist aber noch nicht die Lösung mit der größtmöglichen Fläche für das Eck-Problem in einem Flur mit einer Breite von einem Meter.  
Bild: Tanja Hildebrandt/Helmholtz (Quelle: Wikipedia)

Aber auch in der Publikation von Joseph Gerver findet sich kein Beweis, dass es sich dabei um die maximal mögliche Fläche handelt. Eine numerische Simulation von Philip Gibbs aus dem Jahr 2014 fand einen Wert, der in den ersten acht Stellen mit Gervers Lösung übereinstimmt. Das Gerver-Sofa könnte also tatsächlich die beste Wahl sein, um eine möglichst große zusammenhängende Fläche in ein Wohnzimmer zu transportieren. Der endgültige Beweis allerdings steht immer noch aus. ■

Nicola Reusch



**Natürliche Killer** Erkennen Immunzellen (weiß) Tumorzellen (rot) als fremd, greifen sie sie an und beseitigen sie. Bild: Juan Gärtner/Fotolia

# Eine neue Chance gegen Krebs?

Die Immuntherapie wird als große Hoffnung gefeiert, um die Krankheit bald deutlich besser behandeln zu können

**W**er eine Lösung verstehen will, sollte vorher das Problem begreifen. So auch beim Krebs und bei der sich anbahnenden neuen Therapieform, die den Ärzten womöglich eine wirklich wirksame Waffe gegen die Krankheit an die Hand gibt. Daher zunächst ein Gedankenexperiment: In einer Kleinstadt ist eine Diebesbande unterwegs. Die Polizei erfährt gerade noch rechtzeitig von der Bedrohung, hat aber nur vage Informationen: Alle Mitglieder der Bande seien männlich und hätten braune Haare. Weil die Zeit drängt, nehmen die Sicherheitskräfte alle braunhaarigen Männer der Stadt fest – und können die befürchteten Einbrüche trotzdem

nicht sicher verhindern, denn einer der Täter kann sich im letzten Moment zufällig die Haare gefärbt haben.

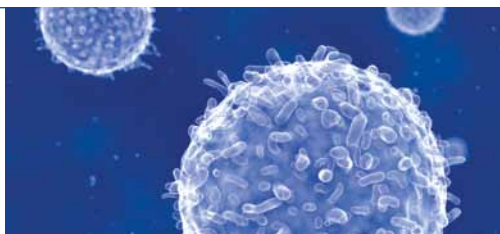
So, wie die Polizei im Gedankenspiel vorgeht, bekämpfen Ärzte heute den Krebs. Die Chemotherapie etwa, mit der weltweit viele Millionen Patienten im Jahr behandelt werden, hat ein ähnlich grobes Auswahlraster wie die Haarfarbe bei Menschen: Das Chemotherapeutikum greift besonders diejenigen Zellen an, die sich häufig teilen. Damit erwischt es die meisten Krebszellen. Doch auch andere Zellen im Organismus teilen sich oft, darunter die Zellen in den Haarwurzeln, im Darm und des Immunsystems. „Chemotherapie





**„Chemotherapie ist sehr unspezifisch und ihre Erfolge halten sich in engen Grenzen“**

Rienk Offringa



**T-Zellen** gehören zu den weißen Blutkörperchen und sind Teil der Immunabwehr. Das T im Namen steht für den Thymus, das Organ, in dem sie ausreifen.

Bild: Juan Gärtner/Fotolia

ist sehr unspezifisch, dementsprechend groß sind die Nebenwirkungen. Und die Erfolge halten sich in engen Grenzen“, sagt Rienk Offringa, Leiter des Bereichs Molekulare Onkologie von gastrointestinalen Tumoren am Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ). Die anderen beiden etablierten Therapieoptionen gegen Krebs – die operative Entfernung des Tumors und auch die lokale Bestrahlung – seien zwar auf eine Körperregion konzentriert, doch auch sie zerstörten gesundes Gewebe und ließen alle zirkulierenden und im Körper verstreuten Krebszellen außen vor.

Wie tausende Mediziner, Chemiker und Biologen in aller Welt forscht Offringa auf einem noch jungen Feld, das verspricht, endlich eine gezielte Waffe gegen den Krebs hervorzubringen: die Krebsimmuntherapie. Wie der Name schon sagt, bindet diese Therapie das körpereigene Immunsystem oder einige seiner Mechanismen ein. Der große Vorteil dabei ist, dass die immunologischen Prozesse, mit denen die Forscher arbeiten, hochselektiv sind. Auf diese Weise könnten Tumorzellen im ganzen Körper erstmals gezielt angegriffen werden.

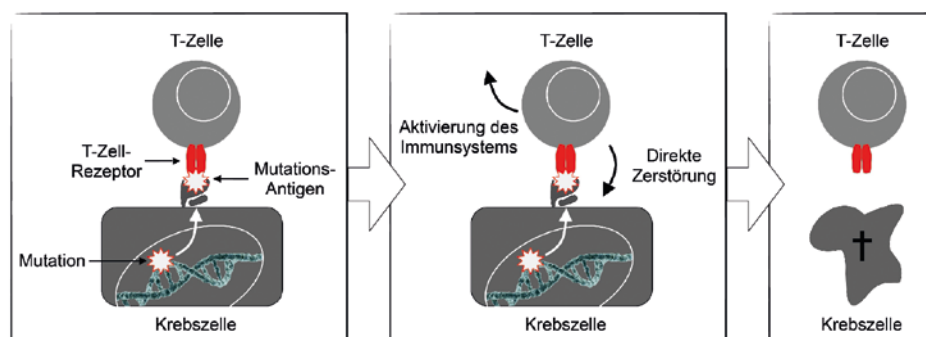
In einem besonders vielversprechenden Teilbereich der Krebsimmuntherapie stehen die sogenannten T-Zellen im Zentrum. Sie erkennen körperfremde Zellen und greifen sie an oder alarmieren andere Immunzellen. Ein Tumor jedoch besteht aus körpereigenen Zellen, die zwar durch Mutationen verändert sind, aber nicht so stark, dass T-Zellen sie als fremd erkennen. Um das zu ändern, haben Forscher zwei verschiedene Wege gefunden.

Einerseits kann man von außen versuchen, das Immunsystem, insbesondere die T-Zellen, dazu zu bringen, den Krebs anzugreifen. Dafür lassen sich beispielsweise bestimmte Antikörper verabreichen. Sie blockieren einen hemmenden Signalweg im Immunsystem, der auch Checkpoint genannt wird. Dadurch lösen sie gewissermaßen eine Bremse: Die Immunzellen sind nun enthemmt und gehen gegen kleinste Abweichungen bei den eigenen Körperzellen vor. Damit treffen

sie vor allem: den Tumor. An diesem Mechanismus forschen nicht nur Universitäten und Forschungszentren intensiv, auch Pharmaunternehmen engagieren sich mit Hunderten Millionen Euro. Der naheliegende Grund: Sie hoffen, damit später Geld verdienen zu können. Denn die Antikörper, die das Immunsystem stimulieren, sind für jeden Menschen gleich. Damit ließe sich eine gezielte Therapie preiswert am Fließband herstellen.

Rienk Offringa vom DKFZ geht in seiner Forschung noch einen Schritt weiter. Er zielt nicht darauf, die hemmenden Signalwege im Immunsystem zu blockieren, sondern diejenigen Signalwege zu fördern, die das Immunsystem aktivieren. Diese stimulierenden Faktoren sind bislang noch weniger gut erforscht als die Checkpoint-Hemmstoffe – aber wenn es gelingt, sie zu aktivieren, sind sie womöglich deutlich wirkungsvoller. Offringa erklärt das am Beispiel eines Autos: „Wenn ich von der Bremse gehe, kann es schneller fahren oder zumindest losrollen. Wenn ich aber aufs Gaspedal drücke, ist das viel wirkungsvoller: Dann macht es einen Satz nach vorn.“

Der zweite Weg, wie T-Zellen bei der Immuntherapie genutzt werden können, ist wesentlich spezifischer: Man entnimmt dem Patienten Blut und gewinnt daraus einige seiner T-Zellen. Im

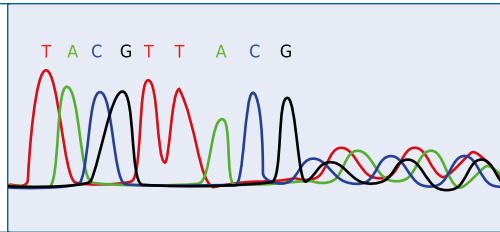


**Immuntherapie** Krebszellen entstehen durch Mutationen, die etwa ein bestimmtes Merkmal der Zelloberfläche verändern. Werden T-Zellen mit einem dazu passenden Rezeptor ausgestattet, erkennen sie die Krebszellen und töten sie. Bild: ML/MDC



„Genomanalysen werden heute immer besser, schneller und erschwinglicher“

Wolfgang Uckert



#### Genetischer Code

Die Genomanalyse entschlüsselt die Abfolge der DNA-Bausteine (A: Adenin, G: Guanin, C: Cytosin, T: Thymin).  
Bild: pixabay

Labor stattet man diese Zellen mittels genetischer Veränderungen mit einem sogenannten tumorspezifischen Rezeptor aus und vermehrt sie. Zurück im Körper kann die kleine Armee veränderter T-Zellen den Tumor erkennen und ihn zerstören. Allerdings klingt das einfacher als es ist, denn die größte Herausforderung für die Wissenschaftler liegt derzeit in der Suche nach geeigneten Strukturen auf den Tumorzellen – Tumormerkmalen, auf die sie die T-Zellen ausrichten können. Wenn sie nämlich Strukturen wählen, die auch auf gesunden Zellen vorkommen, greifen die T-Zellen auch gesundes Gewebe an, der Vorteil einer gezielten Therapie wäre dahin.

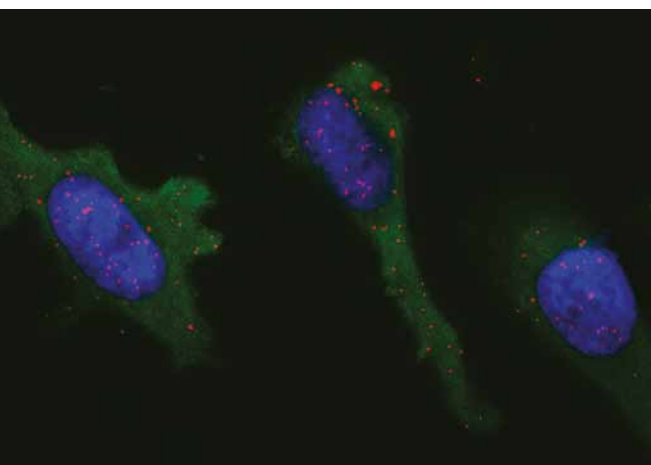
Mehrere Arbeitsgruppen am Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft (MDC) und der Charité in Berlin konzentrieren sich aus diesem Grund auf Tumormerkmale, die aus Mutationen hervorgehen, also zufälligen Genveränderungen. Das ist naheliegend, denn Mutationen sind ursächlich für die Tumorentstehung und aus diesem Grund allein in Krebszellen zu finden.

„Auf den ersten Blick ist das sehr aufwendig und teuer, weil jeder einzelne Patient gewisser-

maßen eine maßgeschneiderte Therapie bekommt“, sagt der Molekularbiologe und Gentherapeut Wolfgang Uckert von der Humboldt-Universität zu Berlin, der als Gastwissenschaftler am MDC forscht. „Das Tumorgenom muss analysiert werden, um die Mutationen zu finden, die für T-Zellen ein geeignetes Ziel darstellen.“ Aber Uckert ist überzeugt, dass diese sogenannte mutationsspezifische Therapie im klinischen Alltag umsetzbar ist: „Die molekularbiologischen Methoden werden immer besser und erschwinglicher. Vor knapp 15 Jahren hat es noch Millionen Dollar gekostet und Jahre gedauert, das erste menschliche Genom zu entschlüsseln. Dann waren es Wochen und Tausende von Dollar. Heute sind es Tage und nur noch mehrere Hundert Dollar.“

Zusammen unter anderem mit Matthias Leisegang von der Charité, der ebenfalls am MDC arbeitet, hat Uckert von Mäusen entnommene T-Zellen bereits erfolgreich gegen Mutationen ausgerichtet, die auch bei einigen Hautkrebspatienten zu finden sind. Eine Therapie mit diesen T-Zellen hat hocheffizient gegen Tumore gewirkt, ohne Nebenwirkungen.

Grundlegend für diese Erfolge war die Entwicklung eines Tiermodells. Das bedeutet, die Wissenschaftler haben Mäuse mit einer bestimmten genetischen Ausstattung gezüchtet. Die Behandlung einer Tumorerkrankung in diesen Tieren ermöglicht es, genau die Tumormerkmale zu finden, die auch im Patienten ein effektives Ziel für T-Zellen darstellen. Denn: „Nicht alle umprogrammierten T-Zellen wirken gut gegen den Tumor. Es ist wichtig, die T-Zellen mit dem richtigen tumorspezifischen Rezeptor zu versehen, damit sie wirksam sind. Welche das mit hoher Wahrscheinlichkeit sind, lässt sich mit unserem Tiermodell beurteilen“, sagt Matthias Leisegang. Für die Forschung ist das Tiermodell daher enorm bedeutsam: Es zeigt den Forschern und womöglich später auch Ärzten, mit welchem Therapieansatz sie auf dem richtigen Weg sind.



**Ertappt** Diese Tumorzellen tragen als Folge von Mutationen bestimmte Oberflächenmerkmale (rot). Bild: M. Platten/DKFZ

Christian Heinrich



# Quereinstieg in Brüssel

Carlos Moedas hat sich in den ersten 18 Monaten seiner Amtszeit bei der Europäischen Kommission vom Seiteneinsteiger zum respektierten Gesprächspartner entwickelt. Die Forschungspolitik Europas wird er auf Jahre hinaus prägen. Eine Zwischenbilanz



**C**arlos who? So dachten viele, als EU-Kommissionspräsident Jean-Claude Juncker im Oktober 2014 den neuen EU-Kommissar für Forschung, Wissenschaft und Innovation vorstellte. „Carlos Moedas war wahrscheinlich den meisten Wissenschaftlern kein Begriff“, sagt Michael Matlosz, der Präsident von Science Europe, einer Vereinigung europäischer Forschungs- und Förderorganisationen.

Verwunderlich ist das nicht. Denn der im August 1970 geborene Moedas, der in Harvard Bauingenieurwesen studierte, galt als Mann der Wirtschaft. Mehr als 15 Jahre arbeitete der Portugiese bei verschiedenen Unternehmen, etwa beim französischen Wasserversorger Suez-Lyonnaise des Eaux, bei Goldman Sachs und bei der Deutschen Bank. Ins Rampenlicht der Politik zog es ihn 2011 – als Quereinsteiger schaffte er für die liberal-konservative Partido Social Democrata den Einzug ins Parlament. Er wurde Staatssekretär und war unter anderem dafür zuständig, das EU-Rettungsprogramm zu überwachen, mit dem Portugal die Folgen der Finanzkrise auffing.

Für seinen neuen Posten in der EU-Kommission bekommt Moedas von Beobachtern ein mehrheitlich positives Zeugnis: „Der Kommissar stößt mit seinem persönlichen, intellektuellen Input die Diskussion um die Zukunft von Forschung und Innovation in Europa an“, lobt Christian Ehler, der seit 2004 im EU-Parlament sitzt und seit 2014 Co-Koordinator des Forschungsausschusses Industrie, Forschung und Energie ist. Moedas sei es gelungen, Forschung und Innovation auf die politische Agenda zu bringen. Und Jens-Peter Gaul, der Generalsekretär der Hochschulrektorenkonferenz (HRK), urteilt: „Moedas wird allgemein als ein sehr offen und unprätentiös auftretender ▶

**Impulsgeber** Der EU-Forschungskommissar Carlos Moedas kommt aus der Wirtschaft.  
Bild: Jennifer Jacquemart/EU

„Für den zukünftigen Erfolg europäischer Forschung ist es wichtig, dass Kommissar Moedas die Förderung nicht vorrangig auf Kreditinstrumente ausrichtet. Innovative Forschungsergebnisse brauchen weitsichtig angelegte Grundlagen“, sagt Annika Thies, Leiterin des Helmholtz-Büros Brüssel

und an Wissenschaft substanziell interessierter Gesprächspartner angesehen.“ Als EU-Kommissar wird Carlos Moedas die Forschungslandschaft in der EU weit über das Ende seiner Amtszeit im Jahr 2020 hinaus prägen: Schon jetzt werden in Brüssel wesentliche Vorbereitungen auf die neue Förderperiode getroffen, die im Jahr 2021 beginnt.

Bei seinem Amtsantritt im November 2014 waren die Startvoraussetzungen für Carlos Moedas dabei alles andere als ideal. Kommissionspräsident Juncker führte das neue Amt der Vize-Präsidenten ein – das sind Kommissare, die zugleich mehrere ihrer Kollegen für gemeinsame Themen zusammenbringen sollen und ihnen übergeordnet sind. „Damit ist Moedas' politischer Spielraum deutlich stärker begrenzt als der seiner Vorgänger“, sagt Gaul. Doch ohnehin sei es Moedas' Hauptaufgabe, dafür zu sorgen, das Förderprogramm Horizont 2020 erfolgreich umzusetzen. Das noch bis 2020 laufende, rund 75 Milliarden Euro schwere Programm wurde aber noch vor seiner Amtszeit auf den Weg gebracht. Spannend könnte es vor allem nächstes Jahr werden, wenn die Kommission eine Zwischenbilanz zu Horizont 2020 ziehen wird. Dann wird sich zeigen, wie groß die Zufriedenheit

der Forschungseinrichtungen, der Hochschulen und der Industrie mit der Förderung ausfällt.

Eine große Herausforderung in seinem ersten Amtsjahr war für Carlos Moedas besonders die Diskussion um Junckers Prestigeprojekt, den Europäischen Fonds für strategische Investitionen (EFSI), mit dem der Kommissionspräsident mehr Wachstum für Europa erreichen und beispielsweise in innovative anwendungsnahe Infrastruktur- und Energieprojekte investieren will. 2,7 Milliarden Euro wollte die EU-Kommission aus dem Horizont-Topf abzwacken – Moedas billigte das, aber insbesondere das EU-Parlament sowie Forschungseinrichtungen und Hochschulverbände gingen auf die Barrikaden. Auch wenn die Kürzungen für Grundlagenforscher letztlich glimpflicher ausfielen als befürchtet, ist man in der Wissenschafts-Community gewarnt. „Wir sehen die Tendenz seitens der Kommission, die Grundlagenforschung zugunsten der anwendungsnahen Forschung zu schwächen“, sagt beispielsweise Lesley Wilson, die Generalsekretärin der European University Association (EUA). Und auch die HRK schaut genau hin. „Solange es um wirkliche Forschung geht, haben viele Hochschulen kein Problem mit dem Begriff der anwendungsnahen Forschung“, sagt Gaul. Dies entspreche sogar dem Profil Technischer Universitäten und Fachhochschulen. „Man muss aber mit dem Begriff sehr genau sein und ihn von Produktentwicklung unterscheiden.“

Während EU-Forschungskommissar Moedas für die Unterstützung des EFSI viel Kritik aus der Wissenschaft einstecken musste, regte sich bei der Vorstellung seiner eigenen Pläne kaum Widerspruch. „Offene Innovation, offene Wissenschaft und offen gegenüber der Welt“, das ist das Motto, mit dem Moedas seine Amtszeit prägen möchte, wie er in Reden mehrfach hervorhob. „Wenn man versucht, sein Land zu schließen oder Protektionismus einzusetzen, wird man weniger Innovation und Wissenschaft haben“, erklärte er. Moedas' Einsatz, etwa für einen freien Zugang zu Veröffentlichungen, für das Teilen von Daten oder für einen besseren Zugang zu Forschungsinfrastrukturen, sieht Science Europe-Chef Michael Matlosz positiv. Das gelte auch für seine Ansätze, den Europäischen Forschungsraum und das Horizont 2020-Programm über die Grenzen Europas hinaus besser bekannt zu machen. „Nun muss es gelingen, diese guten Ideen auch umzusetzen“, fordert Matlosz.

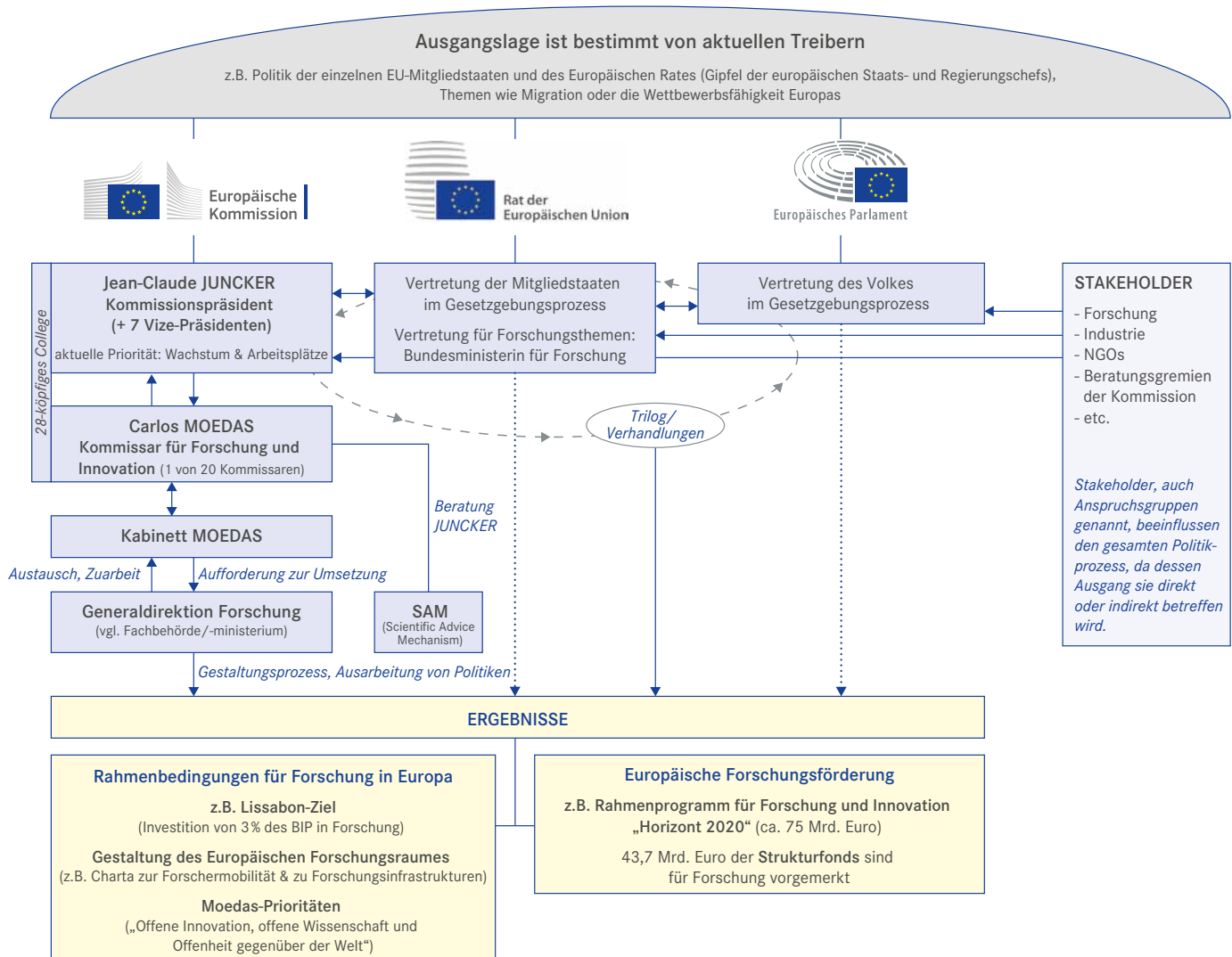
Gespannt sind viele, wie Moedas ein anderes Projekt umsetzen will, das ihm am Herzen zu liegen scheint: die Einrichtung eines Europäischen



**Kommissare unter sich** Wöchentliches Meeting der Juncker-Kommission („College“).  
Bild: Etienne Ansotte/EU



## AKTEURE DER EUROPÄISCHEN FORSCHUNGSPOLITIK



Innovationsrates. Moedas will damit für Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Hochschulen „Instrumente bündeln, die die EU-Kommission in Bezug auf Innovation anbietet“. Als Forscher, sagt er, wisse man, an wen man sich wende mit einer sehr guten Idee: an den Europäischen Forschungsrat. Erfinder wüssten das nicht. Noch hat sich Moedas aber nicht festgelegt, wie der Innovationsrat im Detail aussehen könnte: ob er also analog zum Forschungsrat über ein Budget verfügt und Fördergelder vergibt. „Die Erfolgsgeschichte des Europäischen Forschungsrats dafür als Inspiration zu nehmen, ist in Ordnung, aber es ist wichtig, die Analogie nicht zu weit zu treiben und vor allem, das eine nicht auf Kosten des anderen zu machen“, warnt Michael Matlosz. Bei der Leibniz-Gemeinschaft fürchtet man, dass langfristig vor

allem die Verbundforschung unter dem neuen Kurs der EU-Kommission in Richtung Innovation leiden könnte. Denn schon längst kursieren Modelle, nach denen das EU-Forschungs- und Innovationsprogramm der Zukunft aus zwei Säulen mit ERC und EIC bestehen könnte, die durch Fördermaßnahmen in den Bereichen Mobilität, Infrastrukturen und Joint Programming ergänzt würden. Claudia Labisch, Leiterin des Europa-Büros der Leibniz-Gemeinschaft, sagt dazu, dass damit die drängenden gesellschaftlichen Herausforderungen – die Societal Challenges –, in denen sich viele Forscher schon heute nicht mehr richtig wiederfinden, zukünftig gänzlich im Zeichen von Innovationsförderung stünden.

Benjamin Haerdle

### Forschungspolitik der EU

Das Schema skizziert das komplexe Zusammenspiel der wichtigsten Akteure der EU-Forschungspolitik. Quelle: Helmholtz-Büro Brüssel

# KLAR SOWEIT?

Mehr Comics unter:  
[www.helmholtz.de/comic](http://www.helmholtz.de/comic)

SONNE, MOND UND STERNE

IM ALTEN ÄGYPTEN WURDE DER SKARABÄUS UNTER DEM NAMEN „CHEPRE“ ALS ERZEUGER DER ERDE UND ALS EIN ASPEKT DER SONNE SELBST VEREHRT. ALS GRABBEIGABE SOLLTE ER DEN TOTEN LICHT IN DIE FINSTERNIS BRINGEN.



IM TIERREICH SIND DIE FLEISSIGEN PILLENDREHER ALLERDINGS ETWAS BODENSTÄNDIGER UNTERWEGS:



PRIMA, ICH HAB EINEN MORDS-KOHL-DAMPF!

HA-AANS, ESSEN IST FERTIG!

SIE ERNÄHREN SICH VOM KOT PFLANZENFRESSENDER TIERE - EIN HART UMKÄMPFTES GUT. HAT EIN KÄFER EINE DUNGKUGEL HERGESTELLT, SOLLTE ER SICH DAMIT SCHNELL AUS DEM STAUB MACHEN, SONST...

HEY, HEY, NA WAS HABEN WIR DENN HIER?

ÄHM

SCHICKE PILLE HASTE DA. IST DIE NICHT 'N BISCHEN ZU... GROSS FÜR DICH?

DANN KÜMMERN WIR UNS BESSER MAL DARUM, HMM?

PÖH



hehe  
LÄUFT BEI UNCH  
hehe

ALLES UMSONST...



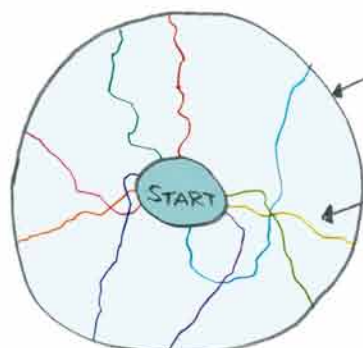
DER SCHNELLSTE WEG FÜHRT DIE KÄFER IN GERADER LINIE VOM DUNGHAUEN WEG. DABEI ORIENTIEREN SIE SICH UNTER ANDEREM AM POLARISATIONSMUSTER DES HIMMELS - KOPFÜBER UND RÜCKWÄRTS LAUFEND, BEMERKENSWERT!



WIR ERINNERN UNS: UNPOLARISIERTES LICHT SCHWINGT IN ALLE RICHTUNGEN. IN DER ATMOSPHERE WIRD LICHT POLARISIERT UND DIE SCHWINGUNGEN ZU EINEM SPEZIFISCHEN MUSTER ANGEORDNET.



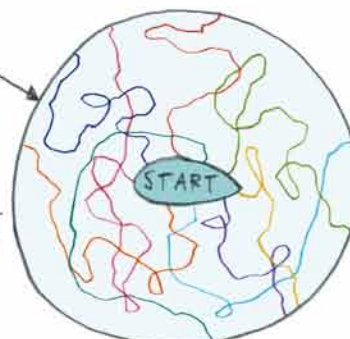
EINE NACHTAKTIVE ART KANN SICH SOGAR AN DER MILCHSTRASSE ORIENTIEREN, IST SIE ZU SEHEN, LAUFEN DIE TIERE IN GERADER LINIE VOM AUSGANGSPUNKT WEG. IST DIE SICHT AUF DEN HIMMEL BLOCKIERT, BRAUCHEN SIE LÄNGER, WIE DIESER VERSUCHSAUFBAU ZEIGT:



MILCHSTRASSE SICHTBAR

ZIELBEREICH MIT ZEITABNAHME

VON EINZELNEN KÄFERN AUFGEZEICHNETE WEGSTRECKE



MILCHSTRASSE NICHT SICHTBAR

DIE PILLENDREHER SEHEN MANCHE DINGE, DIE UNS VERBORGEN BLEIBEN. DAMIT SIND SIE IM TIERREICH IN BESTER GESELLSCHAFT...

KACKT BEVORZUGT ENTLANG DER MAGNETISCHEN NORD-SÜD-ACHSE



NUTZT DAS POLARISATIONSMUSTER AM ABENDHIMMEL ZUR KALIBRIERUNG DES INNEREN KOMPASS



NAVIGIERT MIT HILFE VON POLARISATIONSMUSTERN UND MAGNETISMUS

... UND HELTEN UNS DABEI, DEN GRUNDLAGEN KOMPLEXER VERHALTENSMUSTER AUF DIE SPUR ZU KOMMEN - EINE IM WAHRSTEN SINNE ERHELLENDE ERKENNTNIS!

**Mal witzig, mal erklärend** Der Helmholtz-Wissenschaftscomic erscheint monatlich auf [www.helmholtz.de/comic](http://www.helmholtz.de/comic) und erzählt eine Geschichte rund um die Wissenschaft.



## HELMHOLTZ-AUSBILDUNGSPREIS 2016

### DIE PREISTRÄGER

- 1. Platz: Lukas Geschwender/Karlsruher Institut für Technologie
- 2. Platz: Franziska Pilz/Deutsches Krebsforschungszentrum & Vanessa Felka, Jennifer Fricke, Lea Järke, Raquel Kalberlah, Annemarie Meinck, Hannes Meyer, Johanna Pahl, Jonas Christian Plagge/Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung
- 3. Platz: Steffen Bekaen, Emrullah Erdogan, Lutz Franken, Maximilian Knoll, Tim Mertens/Forschungszentrum Jülich



# Der Reiszüchter

Lukas Geschwender hat den ersten Platz beim Helmholtz-Ausbildungspreis 2016 belegt – aber vor allem hat er sein großes Thema gefunden: Er arbeitet an der Züchtung von widerstandsfähigen Reispflanzen mit. Inzwischen ist aus dem Azubi ein Student geworden

Das war ein Satz, den sich Lukas Geschwender nicht zweimal sagen ließ: „Probier selbst, wie weit du kommst“, sagten ihm seine Kollegen im Forschungslabor des renommierten International Rice Research Institute (IRRI) auf den Philippinen – und der angehende Biologielaborant, damals 20 Jahre alt, stürzte sich in die Arbeit. Fünf Wochen lang experimentierte er und fand dabei mehrere genetische Faktoren, die Reis widerstandsfähiger gegen Salzstress machen, dem die Pflanze zum Beispiel bei Überflutung der Felder durch Meerwasser ausgesetzt ist. Die Ergebnisse seiner Arbeit können künftig für die molekulare Züchtung von Reis genutzt werden, um die Pflanzen besser gegen Umwelteinflüsse zu schützen.

Heute ist Geschwender 22 Jahre alt und studiert angewandte Biologie am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), einem Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft. Dass er einmal studieren wollte, wusste er schon, als er sich zunächst für seine Ausbildung zum Biologielaboranten entschied. „Ich gehörte zum ersten Jahrgang in Baden-Württemberg, der sein Abitur bereits nach zwölf Schuljahren machte, und wollte erst Praxiserfahrung im Beruf sammeln“, sagt er. Dass er das KIT für seine Ausbildung wählte, hatte er sich ebenfalls genau überlegt: „Ich wollte nicht nur Laborknecht sein, sondern richtig tiefe Einblicke in verschiedene Themengebiete bekommen.“

Seine Rechnung ging auf, wie auch seine Erfahrungen auf den Philippinen zeigen. An das Reis-Forschungsinstitut, das als weltweit beste Adresse in diesem Bereich gilt, kam er Ende 2014 zusammen mit einem Doktoranden, der im Zuge eines Stipendiums des Karlsruhe House of Young Scientists dort arbeitete. Fünf Wochen lang war Geschwender Teil eines Projekts, das Reispflanzen gegen Trockenheit und Salz resistenter machen soll – ein wichtiges Thema angesichts des Klimawandels. „Wir haben Reismutanten, also Variationen der Reis pflanze mit verändertem Erbgut, die gegen Dürre und Bodenversalzung toleranter sind, isoliert und analysiert und deren Proteinspektrum mit dem Wildtyp verglichen“, erklärt Lukas Geschwender.

Für ihre Forschung nutzen die Wissenschaftler eine Methode namens „Smart Breeding“: Um zu sehen, ob sie mit einer Kreuzung Glück haben, müssen sie dabei nicht mehr warten, bis eine Pflanze gewachsen ist; der Erfolg lässt sich schon am Keimling erkennen. „Das durch Smart Breeding kultivierte Saatgut hat mehr zur Ertragssteigerung bei Reis beigetragen als Automation und Düngung“, sagt Geschwender. Bei seinem Projekt kam es unter anderem darauf an, für die Analyse der Stempel und

Staubblätter den genauen Zeitpunkt kurz vor der Blüte zu wählen, „nicht zu früh und nicht zu spät“. Dieses kleine Zeitfenster verlangte einen strikten Zeitplan: Damit die Untersuchungen aussagekräftig sind, brauchten die Forscher innerhalb weniger Tage eine ausreichende Menge an Proben. Lukas Geschwender musste dabei den Entwicklungszustand der Versuchspflanzen berücksichtigen, die abhängig von Luftfeuchtigkeit oder Sonneneinstrahlung unterschiedlich schnell wuchsen. Und er musste als junger Laborant die Wissenschaftler unterstützen. Dazu gehörte es unter anderem, das Saatgut zu sterilisieren und im Gewächshaus vorkeimen zu lassen sowie die Pflanzen mit Wasser und Dünger zu versorgen. „Aber dass sie mir freie Hand gelassen haben, selbstständig zu forschen, um herauszufinden, welche Rolle ein bestimmtes Protein direkt vor der Reisblüte spielt, fand ich richtig cool.“ Auf den Ergebnissen seines selbst geplanten Experiments konnte die ganze Forschungsgruppe aufbauen.

Was ihn an seiner Fachrichtung fasziniert? Lukas Geschwender antwortet prompt: „Etwas Sinnvolles zu leisten, macht mich zufrieden.“ Und dass die Forschung, an der er mitwirkt, sinnvoll ist, daran lässt er keinen Zweifel: „Gentechnik ist bei vielen verpönt, die gar nicht wissen, wieviel Gutes man damit erreichen kann“, sagt er.

Neugierig auf die Philippinen war er nicht nur wegen des renommierten IRRI, sondern auch wegen seines Hobbys: Seit Jahren schon trainiert er viermal pro Woche philippinische Kampfkünste. „Der Mix aus asiatischen und europäischen Techniken trainiert die Koordination, Motorik, Disziplin und Beobachtungsgabe“, sagt Geschwender. In sportlicher Hinsicht aber war sein Auslandsaufenthalt weniger erfolgreich als aus wissenschaftlicher Sicht, sagt er schmunzelnd: „Ein Training vor Ort hat sich leider nicht ergeben. Die jungen Philippinos sind mehr an westlichen Sportarten wie Basketball interessiert als an ihrer traditionellen Kampfkunst.“

Für sein Studium hat sich der vermeintliche Umweg über die Ausbildung gelohnt. „Das Studieren ist für mich sehr einfach und die Noten stimmen“, sagt Lukas Geschwender, der inzwischen Stipendiat der Hans-Böckler-Stiftung ist. Für seinen Einsatz wurde er gleich mehrfach ausgezeichnet: Als bester Auszubildender seines Fachbereichs hat er einen Preis der Industrie- und Handelskammer bekommen, bei der Helmholtz-Gemeinschaft wurde er mit dem Ausbildungspreis geehrt.

Anja Frisch

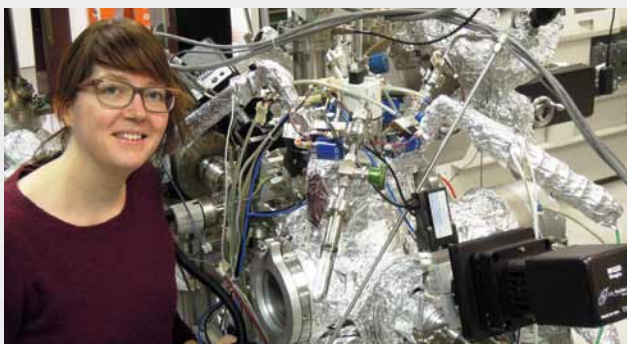
# Personalien

## Martin Lohse leitet das MDC



Seit dem 1. April ist **Martin Lohse** Vorstandsvorsitzender und wissenschaftlicher Direktor des Max-Delbrück-Centrums für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft (MDC). Zuvor war er Vizepräsident für Forschung an der Universität Würzburg. Darüber hinaus ist er Vizepräsident der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina. Lohse studierte Medizin und Philosophie und promovierte in der Neurobiologie. Später spezialisierte er sich auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Die Schwerpunkte seiner Forschung liegen auf Mechanismen der zellulären Signalverarbeitung und auf Arzneimittelwirkungen an Rezeptoren. Zuletzt wurde das MDC von Thomas Sommer geleitet, der den wissenschaftlichen Vorsitz nach dem Ausscheiden von Walter Rosenthal kommissarisch übernommen hatte.

## Marie-Curie-Stipendium geht an HZB-Forscherin



Die Physikerin **Aafke Bronneberg** hat eines der begehrten europäischen Marie-Sklodowska-Curie-Stipendien erhalten. Sie arbeitet als Postdoc am Institut für Solare Brennstoffe des Helmholtz-Zentrums Berlin für Materialien und Energie (HZB). Das Stipendium fördert herausragende Wissenschaftler in der Postdoktorandenphase. Dabei ist ein Wechsel der Forschungseinrichtung und des Landes vorgesehen. Bronneberg wird im Februar 2017 an das Dutch Institute for Fundamental Energy Research im niederländischen Eindhoven gehen.

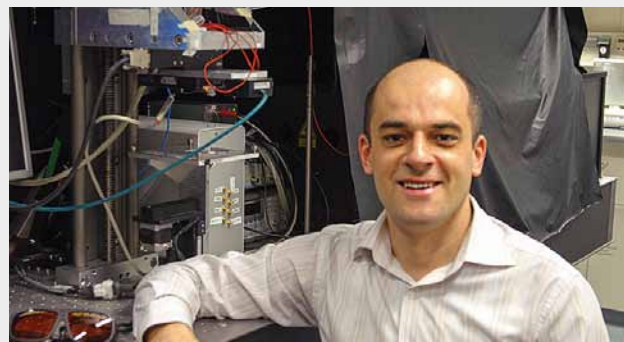
## Vielzitierte Jülicher Hirnforscher

Nach einer Analyse der Fachzeitschrift *Lab Times* gehören **Simon B. Eickhoff**, **Gereon R. Fink** und **Karl Zilles** vom Institut für Neurowissenschaften und Medizin des Forschungszentrums Jülich zu den 30 meistzitierten Neurowissenschaftlern Europas. Für die Anfang Februar veröffentlichte Studie wurden Publikationen der Jahre 2007 bis 2013 ausgewertet. Im europäischen Vergleich landeten deutsche Neurowissenschaftler mit 511.286 Zitaten und insgesamt 21.478 Artikeln auf dem zweiten Platz. Großbritannien führt die Liste knapp mit 519.964 Zitaten und 18.680 Artikeln an.

## Vier Advanced Grants für Helmholtz-Forscher

Jedes Jahr verleiht der Europäische Forschungsrat (European Research Council, ERC) sogenannte Advanced Grants an bereits etablierte Wissenschaftler. In der Ausschreibungsrunde 2015 erfolgreich waren **Matthias Tschöp** und **Vasilis Ntziachristos** vom Helmholtz Zentrum München, **Ulf Riebesell** vom GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung sowie **Hans Ströher** vom Forschungszentrum Jülich. Für Ströher und Ntziachristos ist es bereits der zweite Advanced Grant ihrer Karriere – auch im 7. Forschungsrahmenprogramm konnten sie die ERC-Förderung einwerben, die bis zu 3,5 Millionen Euro für einen Zeitraum von bis zu fünf Jahren beträgt.

## Millionenförderung für Stoffwechselforscher



**Daniel Razansky** vom Institut für Biologische und Medizinische Bildgebung am Helmholtz Zentrum München erhält zusammen mit Kollegen eines internationalen Forschungsteams rund eine Million US-Dollar aus dem Human Frontier Science Program (HFSP). Das HFSP unterstützt innovative und kreative Projekte der Grundlagenforschung in den Lebenswissenschaften. Im ausgewählten Projekt arbeiten die Münchner Forscher gemeinsam mit Kollegen des portugiesischen Gulbenkian Science Institute und der US-amerikanischen Rockefeller University daran, die Anatomie und Funktion von Nervenzellen im umgebenden Fettgewebe zu entschlüsseln. Dazu kombinieren sie neue Techniken der Genetik mit der optoakustischen Tomographie, einem modernen Bildgebungsverfahren. In diesem Jahr waren nur drei Prozent der Bewerbungen um eine HFSP-Förderung erfolgreich.

**Bianca Berlin**



# Bau dir deinen Elektromotor!

## So wird's gemacht:

Hefte den Magneten mittig an den Schraubenkopf und klebe das Kabel mit einem Klebeband an einen der beiden Pole. Dann hänge die Schraube mit der Spitze unten an die Batterie. Hältst du nun das freie Kabelende an den Magneten, beginnt sich die Schraube zu drehen.

**ACHTUNG:** Lass das Experiment nur kurz laufen, da du hier einen Kurzschluss erzeugst und die Teile sonst heiß werden können.



## Erklärung

Befindet sich ein stromdurchflossener Leiter in einem Magnetfeld, erfährt er fast immer eine Kraft. In deinem Fall ist der Leiter ein Magnet, durch den du einen Strom fließen lässt, sobald das freie Kabelende ihn berührt. Diese Kraft dreht die Schraube. Der Homopolarmotor ändert im Betrieb seine Stromrichtung nicht, beim „normalen“ Elektromotor kehrt sich dagegen über einen Schleifkontakt nach jeder halben Umdrehung die Stromrichtung im Draht um.

## Mitmachheft

Für interessierte junge Forscher haben sich die Mitarbeiter der Schülerlabore in der Helmholtz-Gemeinschaft Versuche für zu Hause ausgedacht. Die naturwissenschaftlichen Experimente mit einfachen Mitteln wecken Aufmerksamkeit für unsere Umwelt und regen die Fantasie an.

Die Broschüre kann hier heruntergeladen werden:  
→ [www.helmholtz.de/schuelerlabore](http://www.helmholtz.de/schuelerlabore)

Seit mittlerweile zehn Jahren strömen jährlich über 4500 Kinder und Jugendliche der Jahrgangsstufen 4–13 in das Jülicher Schülerlabor „JuLab“. Dort experimentieren sie selbstständig zu aktuellen Forschungsthemen aus den Jülicher Schwerpunktbereichen Information und Gehirn oder Energie und Klima. Anschließend besuchen sie Wissenschaftler an ihrem Arbeitsplatz und dürfen ihnen Fragen stellen. Neugier ist ausdrücklich erwünscht! Und wer noch mehr wissen möchte, der kann sich in den Schulferien auch länger mit einem spannenden Thema im JuLab beschäftigen. → [www.fz-juelich.de/julab](http://www.fz-juelich.de/julab)

## Das brauchst du:

- einen Neodym-Scheiben-Magneten (oder Neodym-Ringmagneten)
- eine spitze Schraube, an der der Magnet haften kann
- ein kleines Stück Kabel (ca. 20 cm)
- etwas Klebeband
- eine handelsübliche 1,5 V-Batterie



Zutaten für einen Elektromotor



So startet der Motor





HELMHOLTZ  
| GEMEINSCHAFT