



## Multitalent RNA

Was sich die Wissenschaft von der kleinen Schwester der DNA erhofft

### WIEDERVERWENDEN

Neues Leben nach der Forschung

### VORHERSAGEN

Vulkane: Wechselspiel von Feuer und Eis

### VORAUPLANEN

Überwintern in der Antarktis





## TOMATEN IM WELTALL

Für diese Tomatenpflanzen geht es hoch hinaus. Und das nicht nur, weil sie sich, beobachtet von 16 Kameras, dem Licht entgegen recken. DLR-Forscher wollen sie mit dem Satelliten Eu:CROPIS ins All schießen. In 600 Kilometern Höhe werden sie dann zunächst sechs Monate der künstlich erzeugten Schwerkraft des Mondes und anschließend sechs Monate lang der Mars-Gravitation ausgesetzt. Die Wissenschaftler simulieren und testen bei dieser Mission Gewächshäuser, die auf Mond oder Mars im Inneren eines Wohnmoduls stehen und vor Ort Menschen mit frischen Lebensmitteln versorgen könnten. Dazu müssen sich die Tomaten an die verminderte Schwerkraft anpassen – auf dem Mond herrscht etwa ein Sechstel der Erdanziehungskraft, auf dem Mars etwa ein Drittel.

Bild: DLR (CC-BY 3.0)



**ONLINE**

Mehr eindrucksvolle Bilder aus der Wissenschaft finden Sie hier:

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

## TITELTHEMA

- 08 Renaissance der RNA**  
Das Multitalent Ribonuklein
- 15 Interview**  
Die Umwelt beeinflusst unsere Gene

## WISSENSCHAFTSBILD

- 02 Tomaten im Weltall**

## INFOGRAFIK

- 06 Wasserstoff**  
Treiber der Energiewende

## STANDPUNKTE

- 24 Braucht Deutschland mehr Eliteförderung?**  
Zwei Blickwinkel: Christian Hamm und Sabine Kunst
- 30 Wissenschaft muss für ihre Werte werben**  
Ein Kommentar von Holger Hanselka über Werte, Wissenschaft und Protest

## PORTRAIT

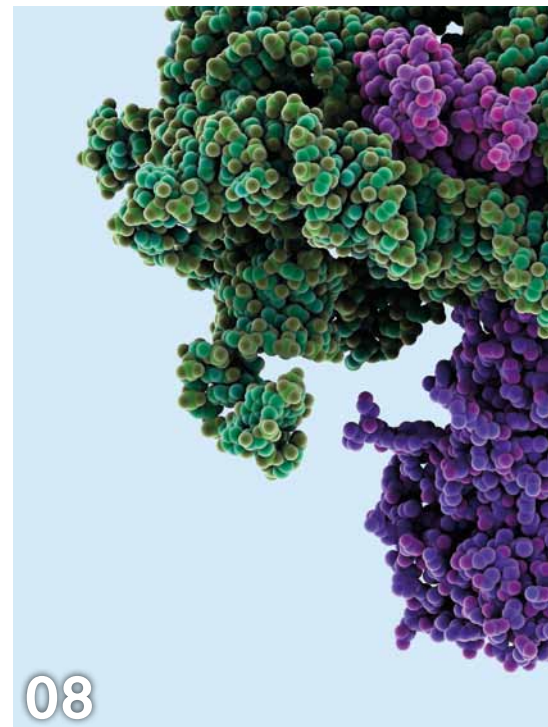
- 40 Christian Stegmann**  
Puzzler mit Weitblick

## FORSCHUNG

- 07 Helmholtz extrem**  
Der kleinste Stromkreis
- 16 Helmholtz kompakt**  
Neues aus der Welt der Helmholtz-Gemeinschaft
- 19 Mythos**  
Schwerelosigkeit im All
- 20 Ein Wechselspiel von Feuer und Eis**  
Vorhersage von Vulkanausbrüchen
- 26 Der Spätstarter**  
Wendelstein 7-X – die weltweit größte Fusionsanlage
- 31 Resonator-Podcast**  
Erforschung der Entstehung, Heilung und Vorbeugung von Krebs
- 32 Neues Leben nach der Forschung**  
Recycling von Forschungsanlagen
- 35 Nachgefragt**  
Was ist eine Stoffwechsellammer?
- 36 Überwintern in der Antarktis**  
Mit Helmholtz JWD ins Schelfeis

## EXPERIMENT

- 43 Kleine Forscher: Luftkanone**  
Luft für Experimente nutzen



08



20

## IMPRESSUM

**Helmholtz Perspektiven**  
Das Forschungsmagazin der Helmholtz-Gemeinschaft  
perspektiven@helmholtz.de  
www.helmholtz.de/perspektiven

**Herausgeber**  
Helmholtz-Gemeinschaft  
Deutscher Forschungszentren e.V.

Büro Berlin, Kommunikation und Außenbeziehungen  
Effrosyni Chelioti (V.i.S.d.P. Roland Koch)  
Anna-Louisa-Karsch-Str. 2 · 10178 Berlin  
Fon +49 30 206329-57 · Fax +49 30 206329-60

**Chefredaktion** Rebecca Winkels  
**Artdirektion** Stephanie Lochmüller, Franziska Roeder

### Redaktion

Kristine August, Christian Hamm, Holger Hanselka, Tanja Hildebrandt, Kilian Kirchgeßner, Lars Klaaßen, Rainer Klütting, Roland Koch, Sabine Kunst, Adelheid Müller-Lissner, Sina Löschke, Harald Olkus, Franziska Roeder, Martin Trinkaus, Agata Tuzimek, Rebecca Winkels (Chefredaktion)

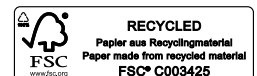
### Bildnachweise

Titel: Tanja Hildebrandt, Franziska Roeder; S.4–5: Laguna Design/Science Photo Library, Wead/shutterstock, Bernhard Ludewig/IPP, Freepik, Torsten Saffier/DESY, Thomas Steuer/AWI; S.6: Tanja Hildebrandt; S.12: Quelle: Wikimedia/Roland 1952 (CC BY-SA 3.0)/bearbeitet: Tanja Hildebrandt; S.15: Klaus-D. Sonntag/UFZ; S.18: Volker Lannert/DZNE; S.19: picfive/

Fotolia, namtipStudio/shutterstock, Freepik; S. 22: Rtstudio/shutterstock; S. 24–25,30: Jindrich Novotny; S. 31: Freepik; S. 32,34: Freepik; DESY (HERA, ALPS), Steffen Zahn/CC BY 2.0 (Windkanal oben), Brücke-Osteuropa, DLR (ATTAS), Forschungszentrum Jülich (TEXTOR); S. 34: Lexamer/Freepik; S. 36: Stefan Christmann/AWI; S. 37: shutterstock; S. 40–41: Torsten Saffier/DESY; S. 43: Tanja Hildebrandt

**Druck/Vertrieb** Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG, Frankfurt a.M.

**Papier** Arctic Volume white  
ISSN 2197-1579





Liebe Leserinnen, liebe Leser,

die Monate seit der letzten Ausgabe der Helmholtz-Perspektiven waren für die Wissenschaft turbulent. Konfrontiert mit alternativen Fakten und der Bedrohung der wissenschaftlichen Freiheit diskutiert die Wissenschaft, ob sie politischer werden muss. Wir greifen diese Debatte auf und lassen unsere Wissenschaftler zu Wort kommen.

Natürlich geht es auch in diesem Heft nicht nur um Politik, sondern in erster Linie um Forschung: Entdecken Sie mit uns die größte Fusionsanlage der Welt, erfahren Sie, wie Forscher in der Antarktis überwintern und lernen Sie mehr darüber, wie Wissenschaftler künftig Vulkanausbrüche vorhersagen wollen.

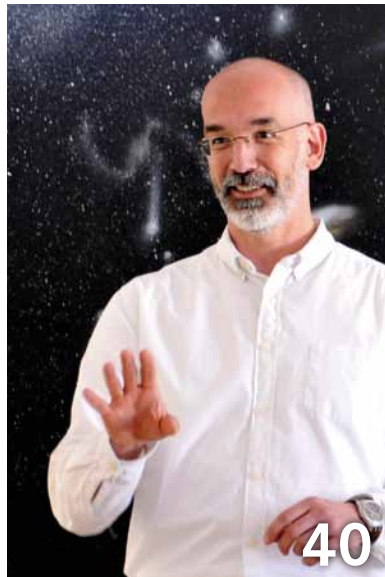
Sie wollen zu einzelnen Themen mehr wissen? Kein Problem. Folgen Sie einfach den entsprechenden Icons im Heft und tauchen Sie noch tiefer ein in die bunte Welt der Forschung.

Viel Spaß beim Lesen, Anschauen und Hören!

**Rebecca Winkels**  
Pressereferentin

→ **Abonnement**

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



# Wasserstoff

## Treiber der Energiewende

Erneuerbare Energien sollen einen großen Anteil am Energiehaushalt übernehmen. Windkraft und Sonnenenergie bringen Herausforderungen mit sich, da die Stromgewinnung standort- und wetterbedingt ist. Wasserstoff gilt als Hoffnungsträger, um zeitweilige Überschüsse zu speichern. Vor allem im Verkehrssektor hat Wasserstoff großes Potenzial.

### ZAHLEN, FAKTEN, ZIELE



1990  
-  
2050

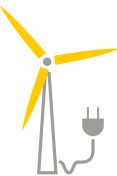


In diesem Zeitraum sollen die Treibhausgasemissionen um 80-95% gesenkt werden.

Im Gegenzug soll der Anteil der erneuerbaren Energien auf einen Anteil von 60% am Bruttoendenergieverbrauch sowie 80% am Bruttostromverbrauch vergrößert werden.



### 2016 - 2050



Die Gesamtleistung der Windkraft wird sich womöglich verfünffachen; auf insgesamt 170 Gigawatt elektrischer Leistung onshore und 59 Gigawatt offshore.

### 42.000 km

... Pipelines und rund 10.000 neue Wasserstoff-Tankstellen wären nötig, um 75 Prozent der Autos mit Wasserstoff zu versorgen.

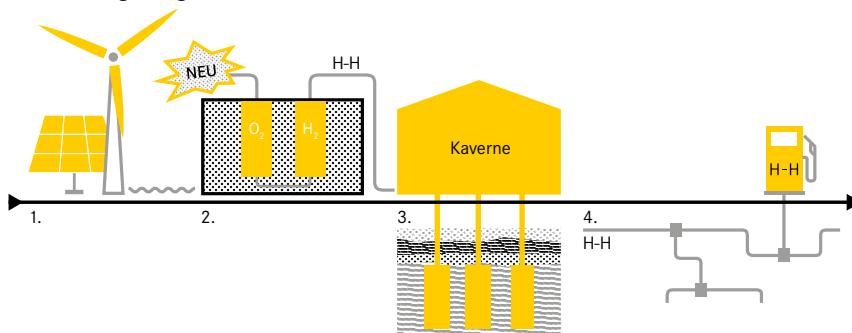


### 700 km

... beträgt derzeit die Reichweite von einer Tankfüllung. Vollgetankt ist ein Brennstoffzellen-Pkw in drei Minuten.

### WASSERSTOFF-LOGISTIK: REINER WASSERSTOFF

Am Forschungszentrum Jülich wird derzeit ein Verfahren entwickelt, mit dem man Wasserstoff besser mit erneuerbaren Energien herstellen kann. PEM-Elektrolyseure arbeiten auch bei schwankender Last effizient. Neu daran: Die genutzten Materialien sind kostengünstiger.



1. Solar- und Windkraft unterliegen starken Schwankungen, die aufgefangen werden müssen, um eine stetige Versorgung zu garantieren. 2. Ein sogenannter PEM-Elektrolyseur nutzt regenerativ erzeugte Energie zur Spaltung von Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff. 3. Das entstandene Wasserstoff-Gas kann sicher in Kavernen gespeichert werden. 4. Der Wasserstoff-Transport läuft über ein neu zu verlegendes Pipeline-Netz von 42.000 km Länge. Der Wasserstoff kann zum Beispiel in Brennstoffzellen oder Wasserstoff-Verbrennungsmotoren eingesetzt werden.

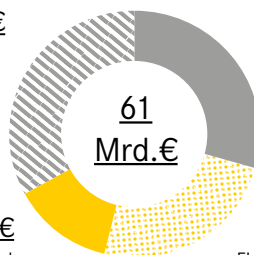
### INVESTITIONSBEDARF FÜR WASSERSTOFF-INFRASTRUKTUR

20 Mrd. €

Wasserstoff-Tankstellen (ca. 10.000)

18 Mrd. €

Pipeline-Netz (Transmission: 12.104 km, Distribution: 29.671 km)



61 Mrd. €

8 Mrd. €

Kavernenspeicher (48 TWh Wasserstoff-Speicher)

15 Mrd. €

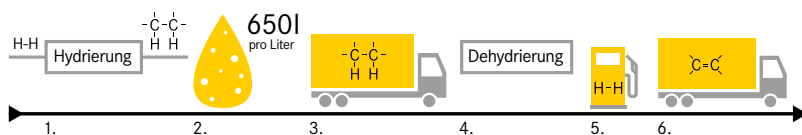
Elektrolyse (28 GW)

### RESULTAT

Verteilt über die gesamte Aufbauphase wären die jährlichen Ausgaben damit im Schnitt niedriger als die heutigen Investitionen in das Erdgasnetz.

### WASSERSTOFF-LOGISTIK: FLÜSSIG GEBUNDEN

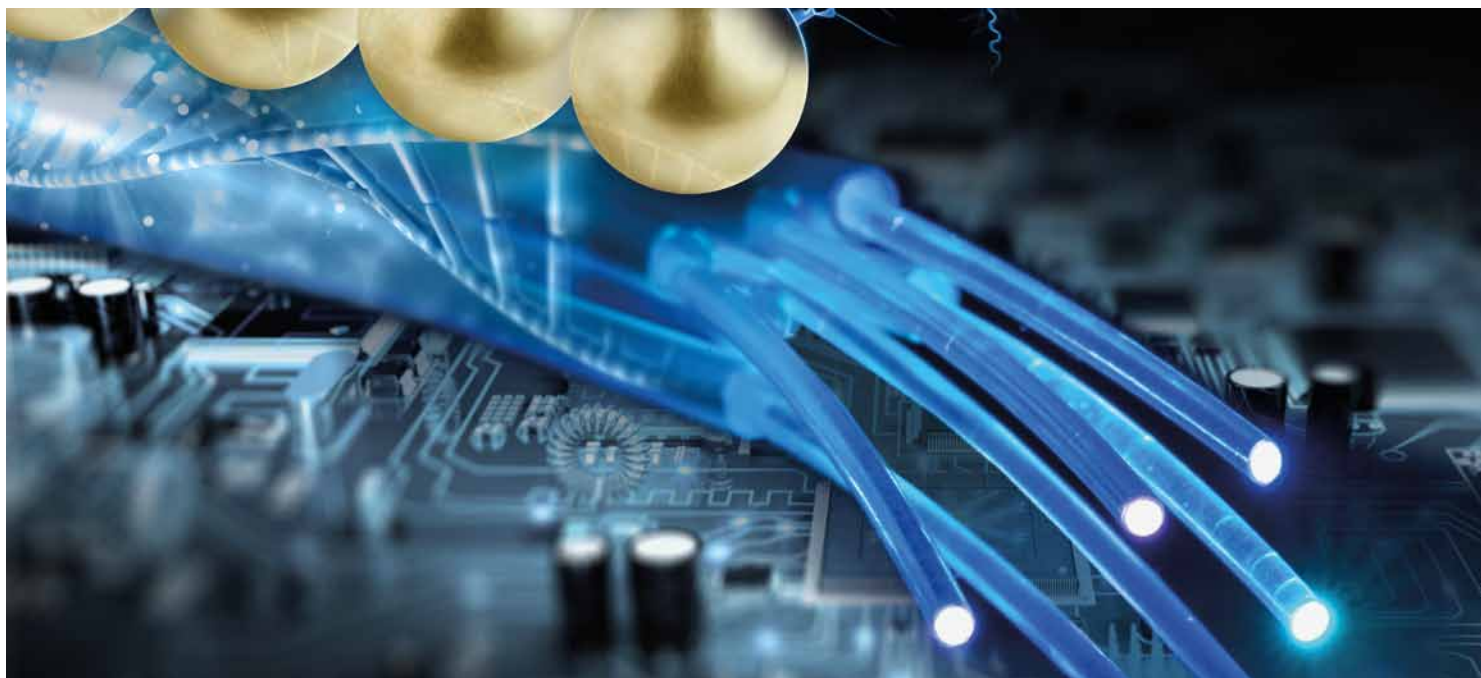
Eine Alternative stellt das Prinzip des Liquid Organic Hydrogen Carrier (LOHC) dar.



1. Bei diesem Verfahren wird der Wasserstoff an einen flüssigen organischen Wasserstoff-Träger (LOHC) gebunden. 2. Der LOHC kann auf einen Liter mehr als 650 Liter Wasserstoff aufnehmen. 3. LOHC kann gefahrlos gespeichert und in Lkw transportiert werden. 4. Vor Bedarf wird der LOHC dehydriert. 5. Danach kann der Wasserstoff zum Beispiel in Brennstoffzellen verwendet werden. 6. Der LOHC wird zurück transportiert und kann erneut Wasserstoff-Gas aufnehmen.

# HELMHOLTZ extrem

## Der kleinste Stromkreis



**Winziger Stromleiter** Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums Dresden-Rossendorf haben durch DNA-basierte Nanodrähte Strom geleitet, die sie mit Goldpartikeln besetzt haben. Das könnte die Grundlage liefern, um Schaltkreise aus dem Erbgut zu entwickeln. Bild: nmlfd, kynni/iStock; wilhei/Pixabay, Kjpargeter/Freepik

Die zentralen Bausteine unserer Computer sind in den letzten 60 Jahren immer weiter geschrumpft: inzwischen bis auf 14 Nanometer, also 14 Millionstel eines Millimeters. Doch die Entwicklung stockt. Das Problem: die Elemente der Computerchips müssen Strom leiten. Man braucht also winzige Stromkreise, die trotzdem präzise steuerbar sind.

Artur Erbe und seine Kollegen vom Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf setzen auf organische Moleküle, also Kohlenwasserstoffverbindungen, als Lösung: „Die leiten Strom, lassen sich chemisch sehr präzise herstellen und nach unseren Wünschen modifizieren“, sagt er. Ein einzelnes stromleitendes Element ist aber noch kein funktionierender Stromkreis. Bislang ist es noch problematisch, die Moleküle mit leitfähigen Materialien zu verbinden und sie genau an der Stelle abzulegen, an der sie gebraucht werden.

„Wir stellen diesen Nanoverbindungsdraht aus mit Gold modifizierter DNA her. Wir nehmen einen langen Strang des Erbguts und falten ihn mit kürzeren DNA-Schnipseln zu einem langen,

starren Draht, der dann mit Goldteilchen bedeckt wird und somit den Strom leitet und die Moleküle miteinander verbindet“, sagt Erbe. Das ganze System beruht zum einen auf der Leitfähigkeit der funktionalisierten DNA und zum anderen auf der Fähigkeit zur Selbstorganisation, also zum spontanen und von außen unbeeinflussten Zusammenschluss der einzelnen Bauelemente. Die Struktur bleibt in Form dank eines ausgeklügelten Faltsystems, das auch „DNA-Origami“ genannt wird. Das Verbindungselement und die einzelnen Bausteine konnten die Helmholtz-Wissenschaftler also bereits identifizieren, nun gilt es, beide Verfahren miteinander zu kombinieren, um tatsächlich winzig kleine Stromkreise herzustellen.

„Wir wollen auf eine Größenordnung von unter zehn Nanometern kommen. Bisher sind wir bei 30 bis 100 Nanometer“, sagt er. „Aber wir sind auf einem guten Weg. Der kleinste Stromkreis der Welt könnte schon in den nächsten fünf bis zehn Jahren effektiv und kostengünstig hergestellt werden“. ◆

**Rebecca Winkels**

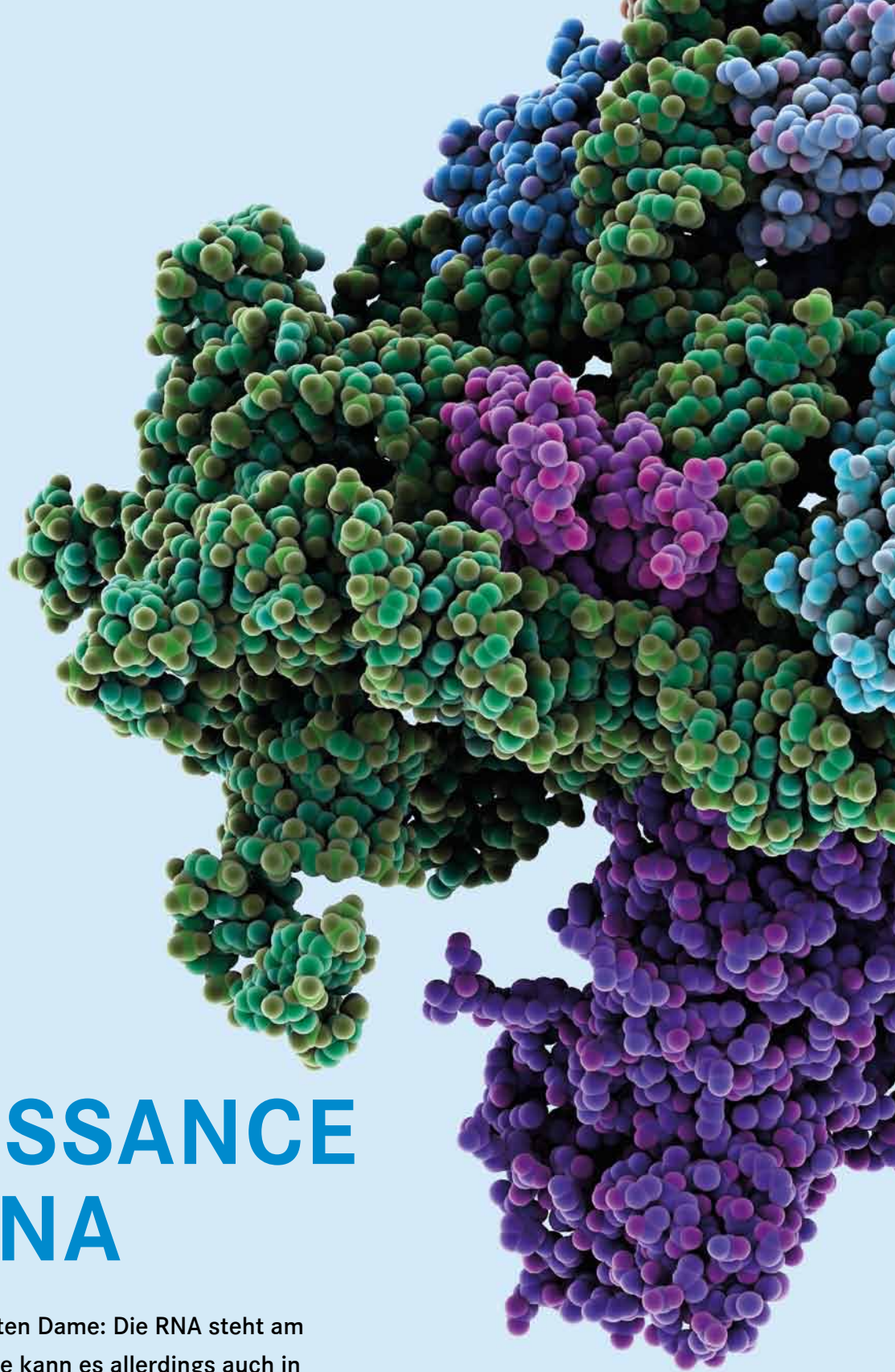


**ONLINE**

Alle Ausgaben von  
HELMHOLTZ extrem  
unter:

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





# RENAISSANCE DER RNA

Besuch bei einer sehr alten Dame: Die RNA steht am Ursprung des Lebens. Sie kann es allerdings auch in Gefahr bringen. Jetzt rückt sie nach jahrzehntelangem Schattendasein wieder in den Fokus der Wissenschaft – mit bemerkenswerten Aussichten.

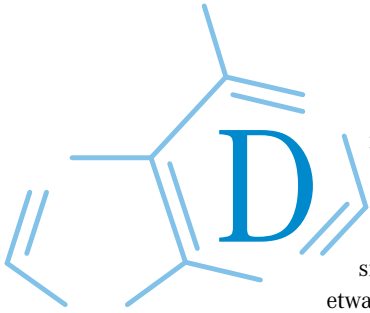




**Bakterienribosomen**

Molekulares Modell eines an Messenger-RNA gebundenen Ribosoms.

Bild: Laguna Design/Science Photo Library



Die Bekanntschaft mit Salmonellen ist eine Bekanntschaft der unliebsamen Art: Die Bakterien, die beispielsweise auf einem Salatblatt sitzen können, das in der Küche mit etwas rohem Hähnchenfleisch in Kontakt gekommen ist, lösen Erbrechen und Durchfall aus. Für Menschen, die schon ein geschwächtes Immunsystem haben, können sie sogar lebensbedrohlich werden.

Wie beide aufeinander reagieren, der Mensch als Wirt und die Mikrobe als ungebetener Gast, konnten Forscher des Instituts für Molekulare Infektionsbiologie (IMIB) der Universität Würzburg kürzlich in einem Paper in der Fachzeitschrift „Nature“ zeigen. Sie nutzten dafür ein neuartiges Analyseverfahren, mit dem sie zugleich die Gene der Salmonellen und der menschlichen Wirtszellen unter die Lupe nehmen können. Es hat das Zeug dazu, die Erforschung von Infektionskrankheiten zu revolutionieren. Sein Name: „Duale RNA-Sequenzierung“.

RNA, kurz für Ribonukleinsäure, spielt bei jeder Infektion mit Bakterien eine tragende Rolle. Beide Partner bringen sie mit, der Wirt und das Bakterium. Und das hochmoderne Verfahren ermöglicht es den Forschern, gewissermaßen mit dem RNA-Mikroskop in die Zelle zu schauen.

Im konkreten Fall infizierten die Würzburger Forscher verschiedene Kulturen menschlicher Zellen mit dem Erreger Salmonella Typhimurium und untersuchten sie danach in kurzen Abständen immer wieder. So konnten sie im Detail zeigen, welches seiner rund 5.000 Gene das Bakterium in verschiedenen Phasen der Infektion an- oder abschaltet. Gleichzeitig konnten sie nachweisen, wie die mehr als 40.000 Gene der Wirtszelle auf den Eindringling reagieren.

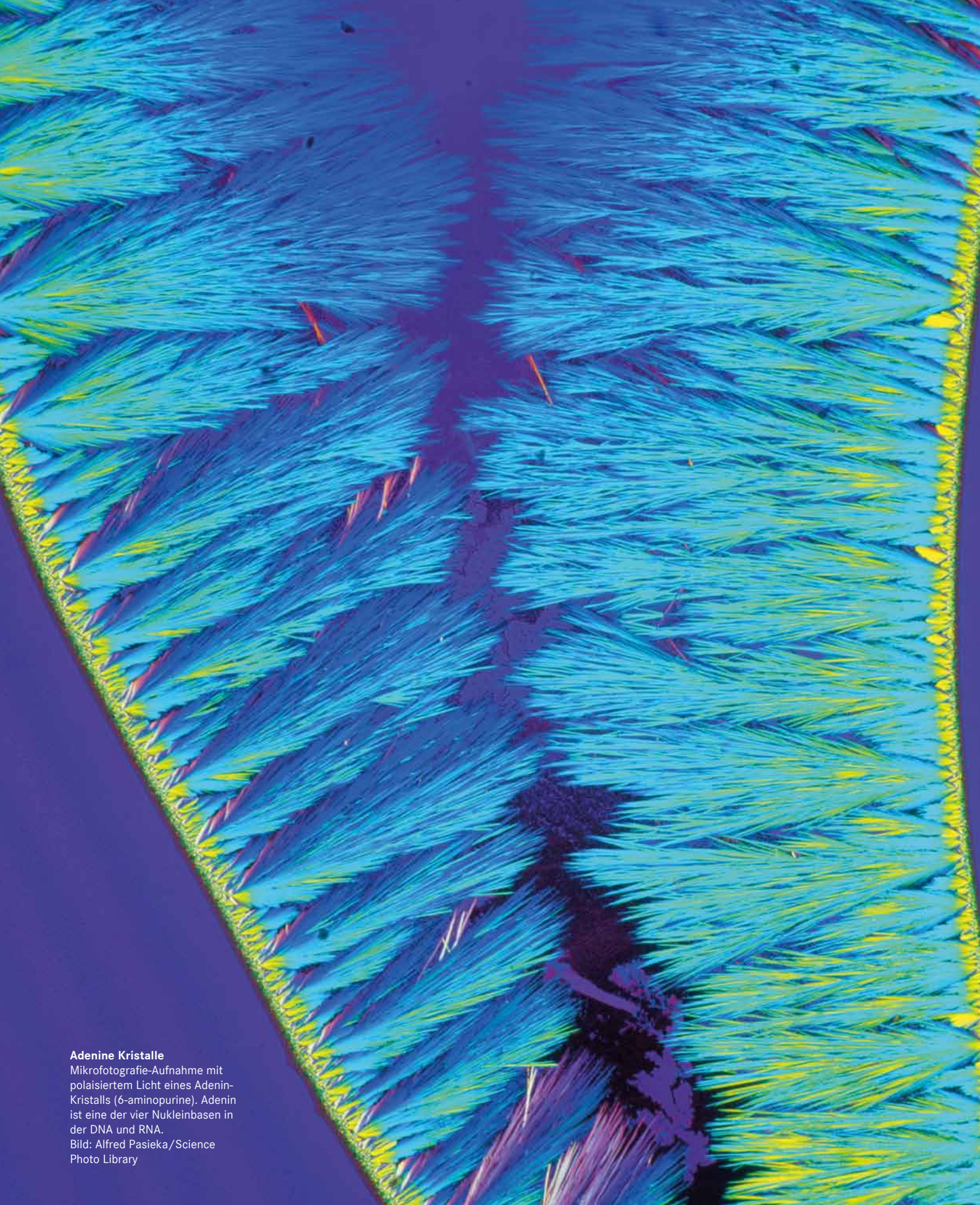
Die RNA erlebt in der Forschung derzeit eine Renaissance. „Die Bedeutung von RNA-Molekülen in Infektionsprozessen wurde bis vor kurzem unterschätzt“, sagt Jörg Vogel, Leiter des Instituts für Molekulare Infektionsbiologie an der Uni Würzburg. „Heute wissen wir, dass RNAs mit vielen Molekülen der Wirtszelle und der Krankheitserreger interagieren.“ Vogel untersucht dieses Wechselspiel nicht nur an der Uni Würzburg, sondern auch im neu gegründeten Helmholtz-Institut für RNA-basierte Infektionsforschung (HIRI), einer gemeinsamen Einrichtung der Uni und des Helmholtz-Zentrums für Infektionsforschung in Braunschweig. Dort wollen sie mit modernsten Technologien, die die RNA-Moleküle sichtbar machen, neue Ansatzpunkte für Therapien entdecken.

Die RNA selbst ist dabei im Grunde eine ehrwürdige alte Dame. Die älteste, wenn man so will: Schon vor knapp vier Milliarden Jahren könnten erste organische Moleküle aus Ribonukleinsäure, Kurzform: RNA, entstanden sein, hervorgegangen aus einer Mischung verschiedener Bausteine von Nukleinsäuren, den Nukleotiden. 1986 gab der Biochemiker und Nobelpreisträger Walter Gilbert dieser Hypothese den Namen „RNA-Welt“. Die Kernaussage: Das wichtigste Ereignis, das am Ursprung des Lebens gestanden hat, ist die Bildung eines Moleküls, das in der Lage ist, sich zu vervielfältigen. Eines Moleküls, das sich nicht nur eigenständig kopieren, sondern auch leicht abändern kann und dadurch immer effizientere Kopiermechanismen entwickelt. Das alles trifft auf die RNA zu. Das Leben könnte also über lange Zeit auf RNA beruht haben – weit, bevor die Desoxyribonukleinsäure DNA entstand, die der RNA später die Show stehlen sollte.

### Die RNA übersetzt die Befehle der DNA, die zur Bildung der Proteine führen.

Tatsächlich spielt bei heutigen Lebewesen die RNA eine untergeordnete Rolle, wenn man sie mit der DNA vergleicht. „DNA macht RNA macht Protein“ – so heißt nicht umsonst die einfache Formel für die kernhaltigen Zellen; im Klartext: Die RNA übersetzt die Befehle der DNA, also die genetischen Informationen, die zur Bildung der Proteine führen. Wegen dieser Botenfunktion wird sie auch als Messenger-RNA (mRNA) bezeichnet: Die genetische Information wird von der DNA auf die RNA übertragen, wobei das Enzym RNA-Polymerase sie „umschreibt“ (Transkription). Anschließend wird dieses RNA-Transkript freigesetzt, die RNA-Polymerase löst sich von der DNA. Nach der Wanderung der RNA aus dem Zellkern zu den Ribosomen, den Eiweißproduzenten der Zelle im Zytoplasma, wird die Information abgelesen und in das entsprechende Protein umgesetzt. Die RNA ist also nur ein Zwischenspeicher, während die DNA den permanenten Speicher für die genetischen Informationen darstellt.

Eine Erkenntnis der vergangenen zwei Jahrzehnte ist es allerdings, dass sich die Rolle der RNA nicht auf den Informationstransport vom Zellkern zu den Ribosomen beschränkt. Bestimmte Formen der RNA (sogenannte small interfering RNA, siRNA) sind zum Beispiel in der Lage, die Bildung von Eiweißen zu hemmen. →

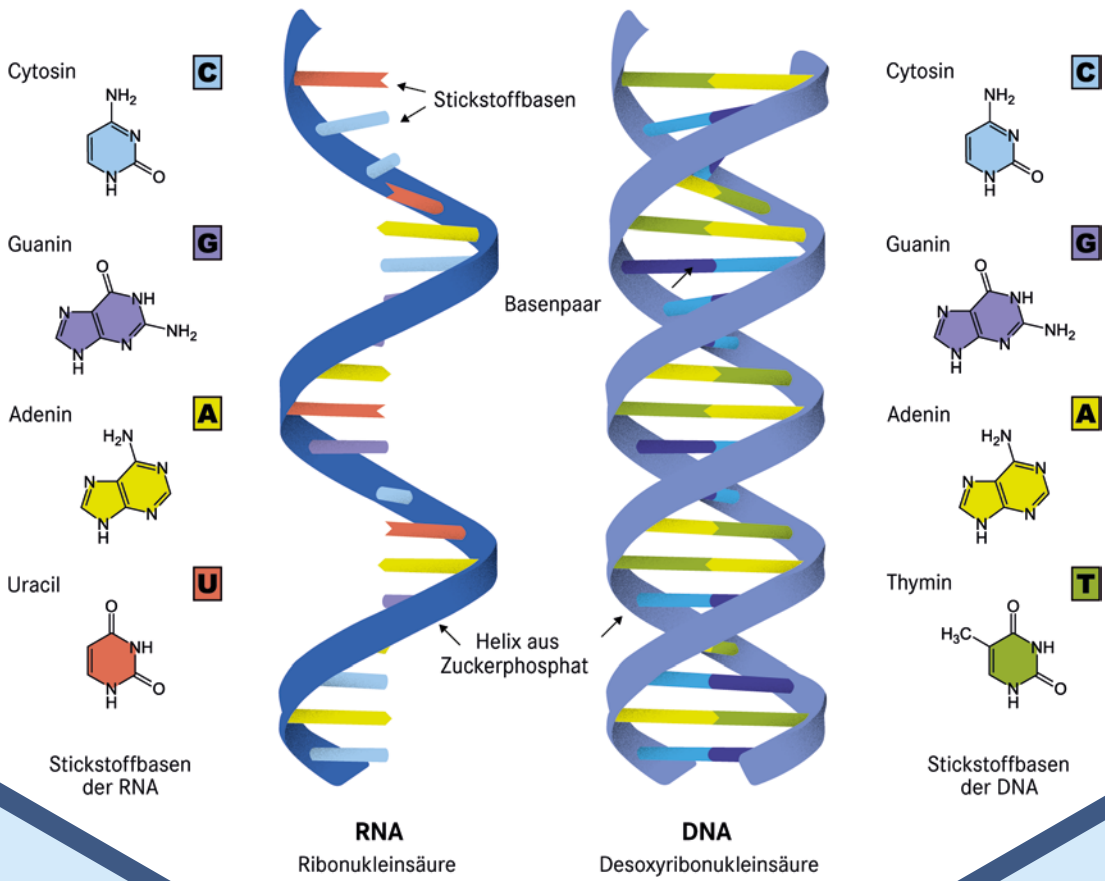


**Adenine Kristalle**

Mikrofotografie-Aufnahme mit polarisiertem Licht eines Adenin-Kristalls (6-aminopurine). Adenin ist eine der vier Nukleinbasen in der DNA und RNA.

Bild: Alfred Pasiaka/Science Photo Library

## WAS UNTERSCHIEDET RNA UND DNA?



Sie werden mit zahlreichen anderen kurzen, teils auch ringförmigen RNAs unter dem Begriff nicht-kodierende RNAs zusammengefasst.

### „Man hat die RNA lange nicht für voll genommen, zu Unrecht.“

„Diese nicht-kodierenden RNA-Moleküle sind die Netzwerker in der Genregulation“, sagt Jörg Vogel. Ihn fasziniert die Frage nach den unterschiedlichen Funktionen der vielen nicht-kodierenden RNA-Moleküle in den Zellen von Mensch und Mikrobe. „Man hat sie lange nicht für voll genommen, zu Unrecht.“ An Ideen zur weiteren RNA-Forschung fehlt es den Würzburger Forschern deshalb nicht.

Die Aussichten sind vielversprechend: RNA-basierte Medikamente können vielleicht eines Tages als Alternative zu Antibiotika fungieren: Sie könnten helfen, die Zusammensetzung der Bakterien im menschlichen Körper, die Mikrobiota, zu modifizieren, wenn deren Balance gestört ist. „Mit RNA-Ansätzen ist es möglich, einzelne Spezies herauszugreifen, eventuell sogar ihr Wachstum zu stimulieren“, sagt Vogel.

Das Interesse der Würzburger Forscher gilt aber auch den Viren. Die meisten von ihnen sind auf RNA als permanentes Speichermedium angewiesen, nur wenige nutzen DNA als genetischen Informationsspeicher. Viren enthalten zwar das Programm zu ihrer eigenen Vervielfältigung, verfügen aber über keinen eigenen Stoffwechsel, so dass sie sich nicht selbst reproduzieren können. Sie (miss-)brauchen dazu den Stoffwechsel einer Wirtszelle.

Gegen einige Krankheiten, die von Viren verursacht werden, gibt es bereits Medikamente, die bei der RNA ansetzen. Zum Beispiel bei Hepatitis C: Dieses Virus braucht regulatorische RNA, um sich in der befallenen Zelle zu vermehren. Ein spezielles Medikament namens Miravirsin lieferte hier bereits den Beweis dafür, dass es grundsätzlich funktionieren kann, zur Behandlung von Hepatitis C bei dieser RNA anzusetzen. „Dieses Prinzip möchten wir uns auch im Kampf gegen andere Krankheitserreger zu Nutzen machen“, sagt Jörg Vogel. Welche Krankheitserreger dabei konkret im Mittelpunkt stehen, soll sich auch aus der engen Zusammenarbeit mit dem Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung in Braunschweig ergeben, die geplant ist.

Medizinische RNA-Forschung beschränkt sich allerdings nicht auf Infektionskrankheiten.

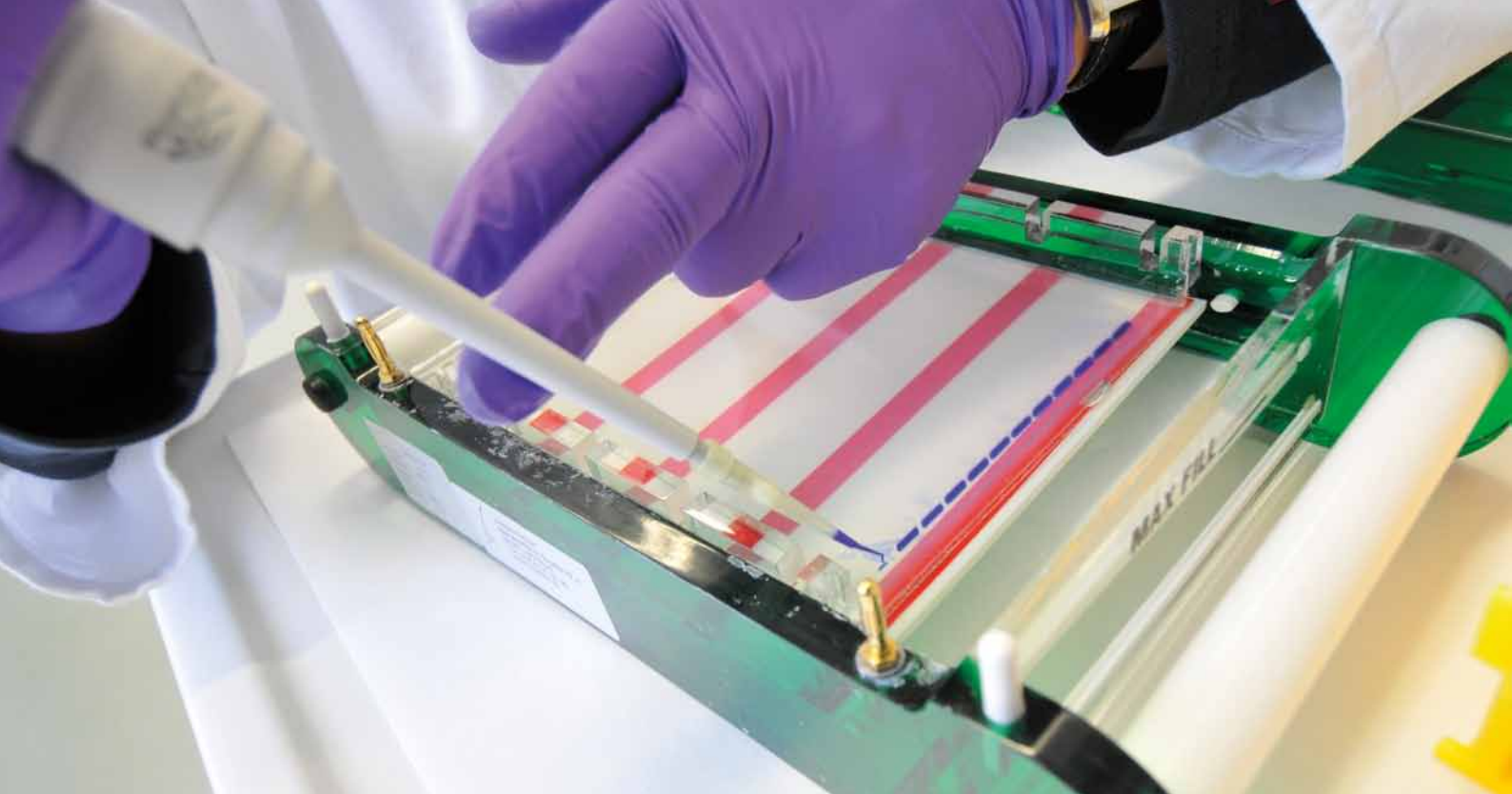
Hoffnung auf neue Erkenntnisse gibt es auch bei der Bekämpfung von Krebs: Am Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg zum Beispiel werden derzeit lange nicht-kodierende RNAs (lncRNAs) und ihre Rolle bei der Entstehung von Krebs untersucht. So haben Wissenschaftler um Sven Diederichs schon im Jahr 2003 eine RNA identifiziert, die bei Lungenkrebs darauf hindeutet, dass er besonders bösartig ist und früh Metastasen in anderen Organen bildet. Damit ist diese spezielle RNA ein guter Anhaltspunkt für die Diagnose – aber nicht nur das: Wenn es gelingt, dieses Molekül zu hemmen, könnte das eine aussichtsreiche Therapiestrategie sein.

Ähnliche Methoden, mit denen die Bildung von bestimmten Eiweißen auf RNA-Ebene verhindert wird, spielen auch in der Pflanzenwelt eine Rolle. Spezielle Technologien, bei denen zwei gegensinnige Einzelstränge von RNA sich wechselseitig blockieren, wurden etwa bei der sogenannten „Anti-Matsch“-Tomate eingesetzt, die 1994 auf den Markt kam, kommerziell aber erfolglos blieb. In ihr war die Bildung des Enzyms Polygalacturonase vermindert, das Pektin in der Zellwand abbaut: Die Tomate wird dadurch haltbarer, sie kann ausgereift geerntet werden. Ein anderes Beispiel ist die Kartoffelsorte Amflora, die aber anders als die Anti-Matsch-Tomate nicht zum Verzehr geeignet ist. Ihre Stärke besteht vollständig aus Amylopektin, aus dem sich Papier und Klebstoff herstellen lassen. Grund ist die Blockade der Amylose-Synthese.

## DIE RNA

RNA ist das Kürzel für Ribonukleinsäure. Sie setzt sich aus einer Kette von vielen Nukleinsäure-Bausteinen zusammen. Jedes dieser Nukleotide besteht aus einem Zucker mit fünf C-Atomen, einem Phosphatrest und einer organischen Base. Die Basen der RNA sind, genauso wie bei der DNA, Adenin, Guanin, Cytosin – lediglich das Thymin wird durch Uracil ersetzt. Die RNA besteht im Gegensatz zur doppelsträngigen DNA in der Regel nur aus einem Strang. Dies steigert die Möglichkeiten der RNA, sich dreidimensional zu falten, und es ermöglicht chemische Reaktionen, die der DNA nicht möglich sind. RNA kann allerdings wie die DNA auch in Form eines Doppelstrangs vorkommen.





**RNA-Extraktion** RNA-Proben werden auf ein Gel aufgetragen. Nach dem Anlegen einer elektrischen Spannung trennen sich die „RNA-Moleküle“ der Größe nach auf. Der erste Schritt zur Analyse. Bild: HZI



#### VIDEO

Klicken Sie hier, um in einem **Kurzinterview** mehr über die **Forschung von Jörg Vogel** zu erfahren:

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



Die Hoffnung der Forscher richtet sich jetzt darauf, die Kontrollmechanismen besser zu verstehen, über die die Zellen verfügen. Wenn das gelingt, lassen sich darüber eines Tages vielleicht Ansatzpunkte für die Behandlung bisher unheilbarer Leiden finden. Ein Beispiel dafür ist die Arbeit von Grundlagenforschern der Berliner Charité um Tarek Hilal vom Institut für Medizinische Physik und Biophysik. Sie konnten zeigen, auf welche Weise zwei spezielle Hilfsproteine fehlerhafte mRNA erkennen und Anstöße für ihren Abbau geben. „Insbesondere bei neurodegenerativen Erkrankungen wie der Amyotrophen Lateralsklerose (ALS) konnten fehlerhafte mRNAs beobachtet werden“, sagt Hilal. Die Forscher untersuchten mRNAs, denen das Stopp-Signal fehlt, was den gesamten Prozess der Biosynthese von Proteinen stört. „Die Erforschung der Auswirkungen defekter mRNAs und der Folgen eines mangelnden Abbaus gewinnt zunehmend an Bedeutung“, sagt Hilal, dessen Paper im Dezember 2016 in der Fachzeitschrift „Nature Communications“ erschien.

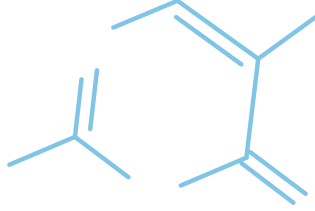
All diese Ansätze machen Hoffnung, dass der alten Dame Ribonukleinsäure bald weitere Geheimnisse abgewonnen werden könnten. Und dass die „neue RNA-Welt“ damit zu wirkungsvolleren Therapien führen wird – im Kampf gegen Infektionskrankheiten, Krebs und Krankheiten, die mit dem Abbau von Nerven- und Muskelgewebe einhergehen. ◆

**Adelheid Müller-Lissner**

## NOBELPREISE

Für Forschungsergebnisse an RNA wurden mehrere Nobelpreise verliehen:

- **1959** an Severo Ochoa und Arthur Kornberg der Nobelpreis für Medizin für Studien zur Synthese der RNA durch RNA-Polymerasen
- **1989** an Sidney Altman und Thomas Cech der Nobelpreis für Chemie für die Entdeckung der katalytischen Aktivität von RNA-Molekülen
- **1993** an Richard Roberts und Phillip Sharp der Nobelpreis für Medizin für Studien zur Prozessierung der RNA in Eukaryoten
- **2006** an Andrew Fire und Craig Mello der Nobelpreis für Medizin für die Entdeckung der RNA-Interferenz und an Roger Kornberg der Nobelpreis für Chemie für Studien zur RNA-Polymerase
- **2009** an Ada Yonath, Venkatraman Ramakrishnan und Thomas A. Steitz der Nobelpreis für Chemie für die Studien zur Struktur und Funktion des Ribosoms



# Die Umwelt beeinflusst unsere Gene

Neben RNAs die in Proteine übersetzt werden, werden aus unserem Erbgut auch nicht-kodierende RNAs abgelesen. Jörg Hackermüller, Leiter der Helmholtz-Hochschul-Nachwuchsgruppe und wissenschaftlicher Mitarbeiter im Department Molekulare Systembiologie am UFZ, erklärt, welche Rolle sie spielen.

## Was ist nicht-kodierende RNA?

Nur etwa zwei Prozent des menschlichen Genoms dienen als Bauplan für Proteine. Der Rest des Genoms – also der nicht-Protein-kodierende Teil – galt lange als unbedeutend. Heute wissen wir, dass diese Bereiche ebenfalls in RNA übersetzt werden und diese nicht-kodierende RNA verschiedenste Funktionen einnehmen kann. Dieses Wissen haben wir vor allem neuen technologischen Möglichkeiten zu verdanken.

## Wie unterscheidet sie sich von kodierender RNA?

Abgesehen davon, dass sie nicht oder kaum in Proteine übersetzt wird, zunächst vor allem in der Heterogenität. Ein drastischer Unterschied zeigt sich auch, wenn man verwandte RNAs beispielsweise in Mensch und Maus sucht und vergleicht. Die meisten verwandten kodierenden RNAs sind in ihrer Basensequenz sehr ähnlich, nicht-kodierende erscheinen vollkommen unterschiedlich. Das liegt aber häufig nicht daran, dass diese RNAs in Mensch und Maus nicht verwandt wären, sondern daran, dass sie aufgrund ihrer Funktion völlig anders evolvieren.

## Wo spielen nicht-kodierende RNAs im Organismus eine Rolle?

Aktuelle Studien zeigen, dass die nicht-kodierende RNA in allen wesentlichen Schritten der Genexpression, also im Weg von der DNA zum aktiven Protein, an der Regulation beteiligt ist und vor allem auf epigenetischer Ebene eine Rolle spielt. Also dort, wo die Umwelt unser Genom beeinflusst.

## Welche Rolle spielt denn die Umwelt für unser Erbgut?

Eine ganz wichtige. Zellen und Organismen müssen auf Umwelteinflüsse reagieren. Dazu schalten sie beispielsweise bestimmte

Gene in bestimmten Phasen ab oder an. Epigenetische Veränderungen ermöglichen es, die Anpassung an Umwelteinflüsse über Generationen von Zellteilungen zu erhalten. Umwelteinflüsse können so zu langfristigen Veränderungen im Epigenom führen, die die Gesundheit über Jahre hinweg und vielleicht sogar in der nächsten Generation prägen können. Das kann erklären, warum die körperlichen Auswirkungen durch Belastung mit schädlichen Umweltsubstanzen häufig erst Jahre später auftreten. Bei eben dieser Anpassung spielen nicht-kodierende RNAs eine besonders wichtige Rolle, da sie teilweise direkt an den Veränderungen beteiligt sind. Am UFZ konnte in mehreren Studien gezeigt werden, dass epigenetische Veränderungen innerhalb des Erbguts von Kindern, die auf Grund von unterschiedlichen Umwelteinflüssen während der Schwangerschaft entstehen, sich vor allem in nicht-kodierenden Bereichen des Genoms befinden.

## Konnten Sie den konkreten Einfluss bereits zeigen?

Dafür gibt es eine ganze Reihe von Beispielen. Wir interessieren uns derzeit besonders für nicht-kodierende RNAs, die abhängig von einer Exposition mit Weichmachern verändert gebildet werden. Eine dieser bisher unbeschriebenen RNAs wirkt auf einen wichtigen Signalweg im Immunsystem. Allerdings sind wir noch dabei den genauen Mechanismus zu verstehen und wissen noch nicht, ob epigenetische Veränderungen hier



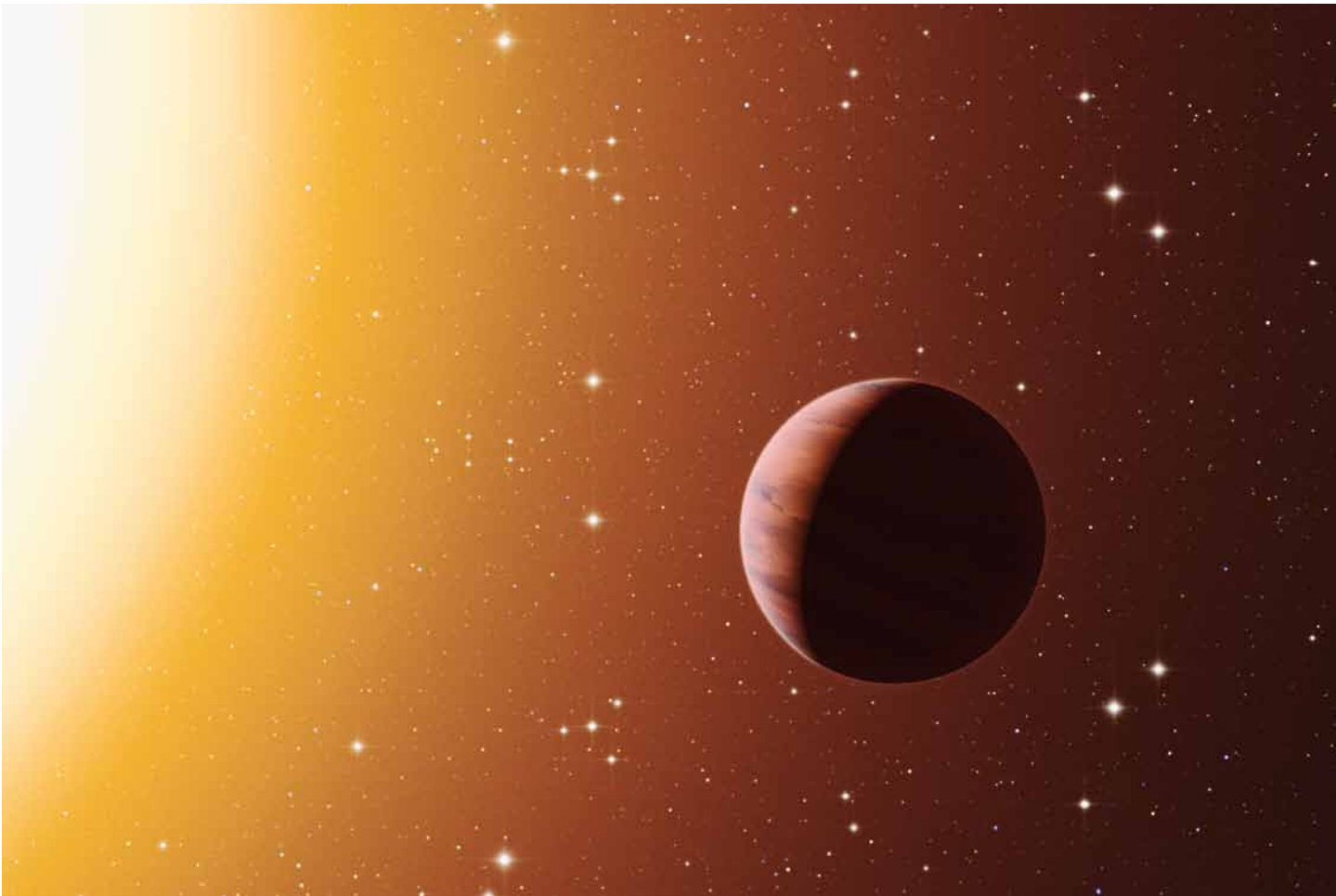
eine Rolle spielen. Ein sehr anschauliches Beispiel aus der Literatur ist, dass eine Exposition der Mutter mit Blei während der Schwangerschaft dazu führt, dass sich das Epigenom verändert. Deutlich macht sich die Veränderung in einen bestimmten Teil der nicht-kodierenden RNAs, der unter anderem in direktem Zusammenhang mit der Kontrolle des Wachstums steht. Kinder von Müttern, die während der Schwangerschaft mit Blei in Kontakt kamen, neigen auf Grund dieser Veränderung zu Adipositas.

## Was erhoffen Sie sich vom Verständnis der nicht-kodierenden RNA?

Den Mechanismus von schädlichen Umwelteinflüssen zu verstehen, ist eine wesentliche Voraussetzung für Prävention. Wir sind überzeugt, dass nicht-kodierende RNA in diesen Mechanismen eine wichtige Rolle spielt. Eine Sache, die nicht-kodierende RNAs auszeichnet, ist, dass sie sehr spezifisch in Abhängigkeit vom Typ oder Zustand der Zelle gebildet werden. Darüber hinaus sind sie häufig mit Krankheiten assoziiert, weshalb sie Kandidaten für Biomarker, also für Indikatoren von Krankheiten und Umweltbelastungen und funktionelle Untersuchungen in der Pathogenese darstellen. Darüberhinaus konnten veränderte Spiegel nicht-kodierender RNAs beispielsweise einen toxischen Effekt einer Substanz, der nur sehr langfristig auftritt, bereits früh anzeigen. Das bedeutet, dass nicht-kodierende RNA also auch einen Beitrag zur Risikobewertung von Chemikalien leisten kann.

Interview: **Rebecca Winkels**

# → HELMHOLTZ kompakt



**Nah dran** Künstlerische Darstellung eines heißen Jupiters im Sternhaufen Messier 67. Bild: L. Calçada/ESO

## Forscher finden sechs neue Planeten

Jupitergroße Planeten, die eine enge Bahn um ihren Stern ziehen, nennt man „heiße Jupiter“. Obwohl sie zu den ersten Exoplaneten gehören, die man entdeckt hat, bleiben noch viele Fragen offen. Nun haben Wissenschaftler vom **Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)** gemeinsam mit Kollegen anderer Einrichtungen in den Daten des NASA-Weltraumteleskops Kepler zusammen mit einem „heißen Jupiter“ sechs neue Planeten an anderen Sternen entdeckt, die alle Besonderheiten aufweisen. Ein besonders seltener Fund sind zwei Begleiter an einem Stern mit der einein-

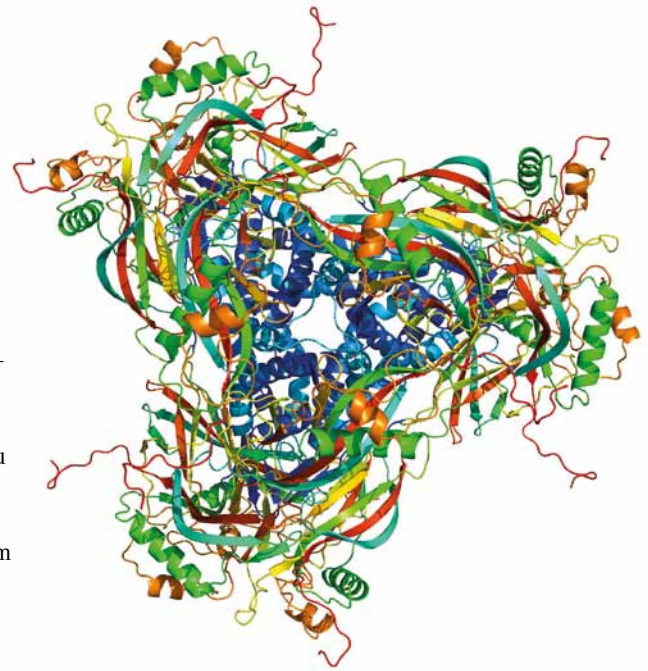
halbfachen Masse der Sonne. Dieser Stern wird neben einem jupiterähnlichen Planeten auch von einem als „Brauner Zwerg“ bezeichneten Himmelskörper umkreist. Im Gegensatz zum Jupiter, der für einen Sonnenumlauf fast zwölf Jahre benötigt, umläuft der Planet seinen Stern in gerade mal achtzehn Tagen. „Braune Zwerge“ füllen eine nicht genau definierte Lücke zwischen Planeten und Sternen und gelten als „verhinderte Sterne“, über die man noch nicht viel weiß. Deshalb ist ihre Entdeckung für die Astronomie interessant.



## Analyse der bislang kleinsten Proteinkristalle gelungen

Mit Hilfe intensiver Röntgenblitze ist es Forschern eines internationalen Teams unter Leitung des **Deutschen-Elektronen-Synchrotron DESY** erstmals gelungen, die Struktur der bislang kleinsten Proteinkristalle eines Virus-Kokons zu entschlüsseln. Bei dem untersuchten Insektenvirus handelt es sich um das Granulovirus, welches sich in einen Kokon aus Proteinkristallen hüllt, um sich vor schädlichen Umwelteinflüssen zu schützen. Die Analyse zeigt die Bausteine des Virus-Kokons mit einer Detailgenauigkeit von 0,2 Nanometern, was einer nahezu atomaren Auflösung entspricht. Das eröffnet neue Möglichkeiten für die Untersuchung von Proteinstrukturen. Aus der atomgenauen Struktur eines Proteins bestimmen Wissenschaftler seine Funktionsweise und Eigenschaften. Auf diesem Weg lassen sich beispielsweise maßgeschneiderte Arzneistoffe entwickeln.

**Kristallbausteine** Atomares Modell der kristallinen Proteinhülle der Granuloviren.  
Bild: Dominik Oberthür, CFEL/DESY



## Langzeitstudie enthüllt Klangkulisse des Ozeans

Wissenschaftler vom **Alfred-Wegener-Institut (AWI)** haben drei Jahre lang mit Hilfe von Unterwasser-Mikrofonen in das Südpolarmeer hineingehorcht und einen „Chor“ aus Walen und Robben vernommen. Es ist die erste Langzeitstudie zur Unterwasser-Geräuschkulisse, die in den höheren Breiten des antarktischen Ozeans durchgeführt wurde. Die aufgezeichneten Geräusche geben unter anderem Aufschluss über den Lebensrhythmus der Tiere. So waren Antarktische Blauwale das ganze Jahr über zu hören, Finnwale und Südliche Zwergwale jedoch nur für ein paar Monate im Jahr. „Gerade was das saisonale Vorkommen von Meeressäugern betrifft, gab es deutliche Wissenslücken, die wir mit unseren Aufzeichnungen teilweise schließen können“, sagt Sebastian Menze, AWI-Wissenschaftler und Erstautor der Studie.



**Klangstudie** Zwergwale tragen nur für ein paar Monate im Jahr zur Geräuschkulisse des Ozeans bei. Bild: Stefan Hendricks/Alfred-Wegener-Institut



**Privatsphäre** Mit ihrer Bonuskarte sammeln Konsumenten beim Bezahlen Punkte. Kryptographische Methoden könnten dabei die Privatsphäre besser schützen. Bild: KIT

## Forscher entwickeln System zum besseren Schutz der Privatsphäre

Die Arbeitsgruppe Kryptographie und Sicherheit am **Karlsruher Institut für Technologie (KIT)** entwickelt derzeit ein digitales Bonus- und Bezahlsystem, das Anonymität und Daten der Kunden sichern und den Betreibern trotzdem die gewünschten Mehrwerte bieten soll. So soll das Endgerät des Kunden beim Sammeln von Bonuskarten selbst den Punktestand speichern und gemeinsam mit dem Betreiber kryptographische Algorithmen ausführen. Diese erlauben es, Punkte sicher und unter dem Schutz der Privatsphäre zu addieren oder zu subtrahieren. Niemand außer dem Kunden wird erfahren, woher die Bonuspunkte stammen und wie viele er in den einzelnen Geschäften sammelt. Der Betreiber kann Statistiken berechnen, ohne kundenbezogene Daten zu erhalten. Der entwickelte Prototyp läuft mit Kernfunktionalitäten bereits auf dem Smartphone.



### Kanzlerin eröffnet Forschungsneubau

Bundeskanzlerin Angela Merkel und die Wissenschaftsministerin Nordrhein-Westfalens (NRW) Svenja Schulze (li.) haben am 15. März den Bonner Neubau des **Deutschen Zentrums für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE)** feierlich eingeweiht und sich über aktuelle Forschungsprojekte informiert. Das Gebäude zählt mit einer Bruttogeschossfläche von etwa 35.000 Quadratmetern – der Ausdehnung von fünf Fußballfeldern – zu den größten Forschungsbauten, die in jüngster Zeit in NRW entstanden sind. Bund und Land haben in den Neubau gemeinsam 126,8 Millionen Euro investiert.

### EU-Kommission bereitet künftige „Flagships“ vor

Die Europäische Kommission fördert im Rahmenprogramm für Forschung und Innovation, Horizon 2020, in der Linie „Future Emerging Technologies“ sogenannte „Flagships“. Dies sind großformatige und langfristig angelegte Forschungsinitiativen, in denen visionär an Zukunftsthemen gearbeitet werden soll. Sie sollen dabei auch neue Technologien vorantreiben. Die beiden laufenden Flagships widmen sich seit 2013 Graphenen sowie dem menschlichen Gehirn. Über zehn Jahre werden hier je eine Milliarde Euro investiert. Mit dem nächsten Arbeitsprogramm 2018–2020 startet ein Flagship zu Quantentechnologien. Zusätzlich wird die Kommission dann beginnen, die Vorbereitung weiterer Flagships zu fördern: Für eine Laufzeit von zwölf Monaten sind je eine Millionen Euro in mehreren sogenannten „Common Support Actions“ ausgeschrieben. Als Prioritäten hat die Kommission mehrere große Themenbereiche ausgewählt: „ICT and Connected Society“, „Health and the Life Sciences“ sowie „Energy, Environment and Climate change“.

Kristine August und Agata Tuzimek

Medienkooperation



Gratis testen

## 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



Mythos – Stimmt das?

## Im Weltall herrscht Schwerelosigkeit

„Reise in die Schwerelosigkeit“

„Schwerelos durch Raum und Zeit“

„Völlig losgelöst – Im All ist man schwerelos“



Wenn der deutsche Astronaut Alexander Gerst im Mai 2018 zum zweiten Mal zur Internationalen Raumstation ISS fliegt, dann verabschiedet er sich nicht nur von der Erde, sondern auch von der Schwerkraft. Schließlich weiß doch jedes Kind, dass im All Schwerelosigkeit herrscht.

„Lokal gesehen ist die Schwerkraft auf der Raumstation nur geringfügig kleiner als auf der Erde.“

Ganz so trivial ist es aber nicht, wie Volker Schmid in der aktuellen Ausgabe der Mythen-Videoserie erklärt. Er ist am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) verantwortlicher Manager der Mission von Alexander Gerst. Einfach den QR-Code scannen, Play drücken und verstehen, was dran ist an diesem Mythos.

Rebecca Winkels

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



Übrigens: Einen QR-Code Scanner finden Sie in Ihrem App-Store.

# Ein Wechselspiel von Feuer und Eis

Das Deutsche GeoForschungsZentrum Potsdam will Vulkanausbrüche verstehen und zuverlässiger vorhersagen.

**E**s war ein Ereignis mit Ansage: Im März brach auf Sizilien der Ätna, Europas größter und aktivster Vulkan, aus. Aus dem schneebedeckten Gipfel sprühten glühende Fontänen in die Höhe, am Südostkrater wälzte sich ein Lavaström die Hänge hinab. Der Lavaström bedeckte auch winterliche Schnee- und Eisfelder und löste eine verheerende Kettenreaktion aus. Das Schmelzwasser kam mit glühend heißer Lava in Kontakt und wurde zu Wasserdampf. Dabei wird die Lava abgeschreckt, während sich das Wasservolumen tausendfach ausdehnt – die sogenannte phreatische Explosion, die sich daraufhin ereignete, verletzte Besucher, Reporter, Bergführer und Wissenschaftler.

Für Wissenschaftler sind solche phreatischen Explosionen eine Herausforderung; Sie vorherzusagen erfordert nicht nur eine genaue Beobachtung des Vulkans, sondern auch des Wetters, des Niederschlags und der vorhandenen Schneemassen, erklärt Thomas Walter von der Arbeitsgruppe Vulkangefahren am Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ).


Das Thema ist hochaktuell. Am GFZ haben sich gleich zwei Forschungsprojekte, die vom Europäischen Forschungsrat (ERC) gefördert werden, zum Ziel gesetzt, die Magmenbewegung und Überwachung von Vulkanen zu verbessern.

Vulkane entstehen vorwiegend an Stellen, an denen verschiedene Erdplatten aufeinanderstoßen. Beim Ätna zum Beispiel schiebt sich die afrikanische unter die europäische Kontinentalplatte. Durch veränderte Temperatur- und Druckbedingungen lösen sich Fluide aus den Gesteinen des Erdmantels, eine Schmelze entsteht. Das flüssige Magma im Inneren der Erde ist mobil und oftmals auch leichter als das umgebende Gestein, außerdem steht es

## Vulkanaktivität

Ausbruch des Ätna auf Sizilien

Bild: Wead/Shutterstock



durch das Gewicht und die Verschiebung der Erdplatten unter hohem Druck. Deshalb sucht sich das Magma einen Weg durch die Spalten nach oben. In der Erdkruste sammelt es sich zunächst in sogenannten Reservoirien an: Zonen, an denen die Spannungen der Erdkruste ein weiteres Aufsteigen des Magmas erschweren, oftmals mit geringerer Festigkeit und hoher Porosität. Sobald diese Reservoirie weiter wachsen, steigt der Druck in ihrem Innern an. Einzelne kleine Reservoirie können sich verbinden und größere Magmakammern bilden. Beim weiteren Aufstieg des Magmas wird darin gelöstes Gas freigesetzt. Dadurch wird das Gemisch aus Magma und Gasen weiter beschleunigt, durch den Vulkanschlot drängt es hinauf, schließlich bricht der Vulkan aus.

Vor einem Ausbruch kommt es wegen dieser Prozesse zu verschiedenen Veränderungen am Vulkan: Die vulkanischen Gase sind messbar, Temperaturen ändern sich, Erdbeben entstehen und der Boden bewegt sich leicht. Darüber hinaus führt eine Druck- und Temperaturänderung des Magmas dazu, dass sich die Oberfläche des Vulkans verformt – Bewegungen, die Forscher Thomas Walter mit seinem Team per Satellitenradar und hochauflösenden Überwachungskameras analysiert. Außerdem lassen sich durch chemische und petrologische Studien einzelne Magmaquellen in der Tiefe identifizieren. „Genau genommen sind Vorhersagen an Vulkanen also eher Frühwarnungen, weil letztlich nicht aufhaltbare Prozesse in der Tiefe rechtzeitig gedeutet werden müssen“, sagt Thomas Walter. Eine zentrale Frage der Vulkanforschung ist daher: →



## 10#

### FAKTEN

Sie wollen mehr über Vulkane wissen? Hier gibt es zehn Fakten zum Thema:

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



Wann kommt es zu einem Ausbruch und wie wird er aussehen? „Obwohl es jedes Jahr etwa 60 Vulkanausbrüche gibt, ist ein Vulkanausbruch vor allem ein seltenes Ereignis“, sagt Walter. Wissenschaftler konnten mit verschiedenen Studien belegen, dass über 80 Prozent aller Unruhezustände – so nennen es die Forscher, wenn sich Magma im Untergrund sammelt oder bewegt – nicht zu einer Eruption führen. Das heißt im Umkehrschluss, dass weniger als 20 Prozent tatsächlich in Vulkanausbrüchen enden. Für die Forscher ist es zentral, herauszufinden, warum sich ein Vulkan oftmals wieder beruhigt. Nur dann sind genauere Frühwarnungen möglich.

Bei den ERC-Projekten am GFZ in Potsdam geht es darum, diese Prozesse eingehend zu untersuchen und Methoden für die Frühwarnung zu entwickeln. Die Forscher stehen dabei vor großen Problemen: Sie können sich Vulkanen häufig nicht nähern; Asche verhindert oft die Sicht auf einen Vulkan, herabfallende Gesteinsbrocken und pyroklastische Ströme – heiße Glutwolken, die die Hänge hinabschießen – werden schnell lebensgefährlich. Deshalb sollen jetzt insbesondere Messverfahren aus sicherer Entfernung entwickelt werden – sei es aus dem Weltraum oder von unbe-

mannten Drohnen aus. Dank solcher Daten wollen die Geoforscher künftig die Vorboten nahender Vulkanausbrüche erkennen und das Gefährdungspotenzial während Eruptionen ermitteln. Derzeit wird am GFZ in Potsdam außerdem an neuen Verfahren für die Datenauswertung gearbeitet, vor allem mithilfe von Computersimulationen. „Das hat zum Ziel, ein möglichst detailgenaues Abbild der Erde und der Veränderungen im Unterbau von Vulkanen zu erhalten und verbesserte Vorhersagemodelle zu entwickeln“, sagt Torsten Dahm, Leiter der Sektion für Erdbeben- und Vulkanphysik am GFZ Potsdam. Da der Ätna zu den am besten beobachteten Vulkanen der Welt gehört, geht Dahm davon aus, dass die Bevölkerung rechtzeitig vor einem gefährlichen Ausbruch gewarnt werden kann. Dennoch ist der Ätna schwer berechenbar, weil die Art seiner Ausbrüche – mal mit gemächlich ausfließender Lava, mal mit heftigen Explosionen verbunden – sehr weit gefächert ist, betont Thomas Walter.

„Auch in anderen Teilen der Welt wird es weiterhin Ausbrüche ohne Vorwarnung geben“, sagt Walter. Ein Grund ist die schiere Anzahl von Vulkanen: 1.500 aktive Vulkane gibt es weltweit. Vielen Ländern fehlt das Know-how und die Technologie. Nach Jahrzehnten ohne besondere Vorkommnisse wird oft vergessen, dass weiterhin eine Vulkangefährdung besteht.

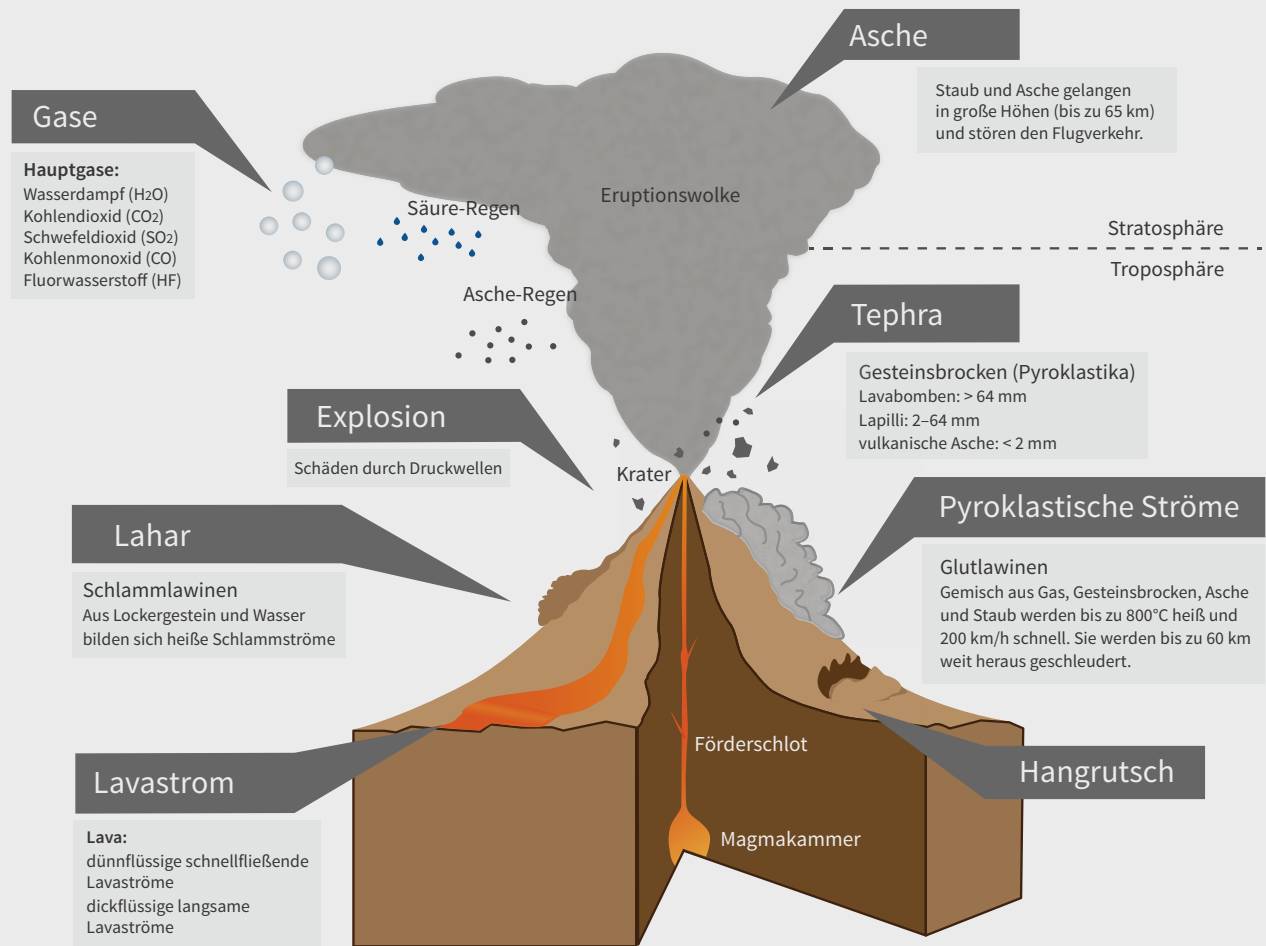
Einer der schlagzeilentragendsten Vulkane der vergangenen Jahre befindet sich in Island: Als nach beinahe 200-jähriger Ruhephase im Jahr 2010 der Eyjafjallajökull ausbrach, wurde Europa überrascht. Die wirtschaftlichen Folgen sind auch heute noch nicht zu beziffern: Es kam wochenlang zu Flugausfällen in ganz Europa; hinzukommen Schäden an Flugzeugen, in der Landwirtschaft und sogar bei privaten und industriellen Photovoltaikanlagen, wie ein jüngeres Forschungsprojekt am GFZ zeigte. „Bis nach Mitteleuropa waren Beeinträchtigungen der Solaranlagen nachweisbar, ihre Effizienz ging teilweise um bis zu dreißig Prozent zurück“, sagt Walter.

Überraschend war die große Wirkung des relativ kleinen Vulkans. Verstärkt wurde sie auch hier dadurch, dass Magma auf Eis und Wasser traf. Über dem Vulkan befindet sich ein Gletscher, das Eis schmolz, riesige Wassermengen verdampften und rissen kleine Aschepartikel explosionsartig in die Höhe. Die Vulkanaschewolken wurden bis zu 10.000 Meter hoch in die Atmosphäre geschleudert, und verteilten sich über eine Fläche von über sieben Millionen Quadratkilometern. Starke Winde konnten diese weit nach Europa wehen.



**Vulkanvorhersage** Die GPS-Bodenstation misst örtliche Hebungen und ein Schweresensor ortet unterirdische Magmen. Bild: GFZ

## Was kommt aus einem Vulkan heraus?



Quellen: Heidi Wehrmann/GEOMAR, USGS, Inge Niedeck & Harald Frater: Naturkatastrophen 2004. Grafik: eskp.de

Umso alarmierter waren die Forscher, als sich 2014 die Anzeichen verdichteten, dass beim isländischen Vulkan Bardarbunga ein Ausbruch bevorstand. Auch hier war eine phreatische Explosion wahrscheinlich, es gibt einen mächtigen Gletscher, deutlich dicker noch als an Eyjafjallajökull. Tatsächlich kam es zur größten Vulkaneruption Europas, die jemals durch moderne Monitoringsysteme aufgezeichnet wurde: Ihr Volumen war mit etwa zwei Kubikkilometern rund zehnmal größer als beim Eyjafjallajökull. Am Bardarbunga kündigte sich zunächst eine Eruption unter dem Gletscher an, verborgen unter bis zu 800 Meter dicken Eisschichten. Dass sich die Ereignisse von 2010 nicht wiederholten, lag daran, dass das Magma nicht senkrecht zum Gletscher aufstieg, sondern horizontal eine Spalte bildete, die sich vom Eisschild wegbewegte und über 45 Kilometer

in nördliche Richtung führte. Anhand von Computersimulationen konnten die Forscher des GFZ zeigen, dass es einen unmittelbaren Zusammenhang gab: Dort, wo das Magma erupierte, kam es zu einer Einsenkung im Eisschild. Nur dadurch, dass das Magma neben dem Eis hervorbrach, kam es nicht zur gefürchteten Magma-Wasser-Interaktion wie beim Eyjafjallajökull. Dass die Aschewolke vergleichbar gering blieb, obwohl das Volumen der Eruption gewaltig war, interpretierte man zunächst als glücklichen Zufall. Neuere Untersuchungen am GFZ zeigen jedoch, dass derart lange Bewegungen von Magma durch das Spannungsfeld in der Erdkruste erklärbar sind. Nun gilt es, diese Erkenntnisse auch in zukünftige Vorhersagemodelle einfließen zu lassen.

Harald Oikus



ONLINE

Wo liegt eigentlich der größte Vulkan des Sonnensystems?  
 Im **Helmholtz extrem** finden Sie die Antwort:  
 → [www.helmholtz.de/extrem](http://www.helmholtz.de/extrem)



# Braucht Deutschland mehr Eliteförderung?

Harvard, Oxford und Yale – bekannte Namen, die sofort mit Elite in Zusammenhang gebracht werden. Doch wie ist die Lage in Deutschland? Braucht es auch hierzulande mehr Eliteförderung? Zwei Blickwinkel



**Christian Hamm**

Leiter Bionischer Leichtbau und Funktionelle Morphologie am AWI in Bremerhaven

„Der Begriff Elite sollte nicht zu eng gefasst werden.“

Das Wort Elite hat in der Politik eine zunehmend negative Konnotation bekommen. Gemeint sind damit oft Personen, die aufgrund politischer oder finanzieller Macht in die eigene Tasche wirtschaften, oder die Bedürfnisse der Bürger nicht wahrnehmen bzw. bewusst ignorieren. Eliteförderung in der Wissenschaft soll dagegen keinesfalls einen privilegierten Personenkreis bevorzugen. Vielmehr will man damit exzellente Forschungsergebnisse ermöglichen, die Voraussetzung für Fortschritte in Technik, Medizin und Gesellschaft sind. Eliteförderung in der Wissenschaft ist damit Teil der Exzellenzinitiative.

Exzellenz im Sinne von *herausragender Kompetenz* entsteht immer dann, wenn begabte Menschen intensiv und über einen längeren Zeitraum in einem bestimmten Feld (z.B. Musik, Handwerk) arbeiten und lernen. Für *exzellente Ergebnisse* in der Wissenschaft, d.h. Erkenntnisse, die Technologien, Medizin oder Wissen erheblich voranbringen oder sogar revolutionieren, reicht dies jedoch nicht aus. Kompetenz muss dafür durch Aspekte wie Diversität und Innovationskultur, Autonomie, Transparenz, Motivation und Identifikation ergänzt werden. Auch sollte der Begriff Elite nicht zu eng gefasst werden: Dazu gehören nicht nur Personen, die klassische Kriterien wie herausragende Publikationsleistung erfüllen,

sondern auch solche, die in anderen Bereichen talentiert sind. Eine schöne Analogie findet sich im Fußball: Teams mit Stars aus der Weltelite verlieren erstaunlich oft gegen solche mit scheinbar mittelmäßigen Spielern – wenn diese eine intelligente Zusammensetzung und ein passendes Umfeld haben. Motivation und fruchtbare Interaktion zwischen den Teammitgliedern sind offenbar genauso wichtig wie die Qualität einzelner Spieler.

Top-Universitäten erfüllen ähnliche Kriterien: Dort arbeiten sozial und ethnisch diverse Personen mit unterschiedlichen Talenten und Interessen in einer inspirierenden Umgebung zusammen. Die Antwort muss deshalb heißen: Ja, Deutschland braucht eine Eliteförderung. Besonders kompetente, begabte Personen müssen die Möglichkeit erhalten, ihre Fähigkeiten weiterzuentwickeln und optimal einzusetzen. Dazu gehört zwingend ein entsprechendes Umfeld, in dem unterschiedliche Charaktere mit Mut, Kreativität und Motivation interdisziplinär zusammenarbeiten und ihre Talente entfalten können. So wird nicht nur die bestehende Elite gefördert, sondern es entsteht auch eine neue. Im besten Fall bekommt das Wort Eliteförderung also eine doppelt positive Bedeutung. Wollen wir exzellente Forschung mit gesellschaftlicher Relevanz, müssen wir diese Förderung systematisch vorantreiben. ◆





## „Die Einführung der Eliteuniversitäten hat bereits viel Positives bewegt.“

**E**liteförderung war in Deutschland politisch lange umstritten. Doch in den letzten Jahren hat sich hier einiges getan: In der Politik, an den Universitäten und in den Forschungseinrichtungen hat man erkannt, dass wir Spitzenkräfte brauchen und unterstützen müssen, um international konkurrenzfähig zu sein.

Die Einführung der Eliteuniversitäten hat bereits viel Positives bewegt. Wir bilden auf sehr hohem Niveau aus und unterstützen unsere Nachwuchstalente auf ihrem Karriereweg durch gute Rahmenbedingungen und mit verschiedenen Stipendien. Wie gut unsere Absolventen sind, zeigt sich daran, wie gefragt sie auf dem Arbeitsmarkt und bei wissenschaftlichen Einrichtungen sind – sowohl national als auch international.

Um Spitzenkräfte ausbilden und fördern zu können, muss man zunächst einmal die Leute finden, die das größte Potenzial für eine bestimmte Tätigkeit mitbringen. Das gilt sowohl für den universitären als auch für den außeruniversitären Bereich, für den wissenschaftlichen und den administrativen.

Aus universitärer Sicht reicht es bei Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern nicht, akademisch herausragend zu sein und exzellente Qualifikationen vorzuweisen. Die Fähigkeit Wissen zu vermitteln, ist mindestens genauso wichtig.

Darauf legen wir sehr viel Wert, denn diese Fähigkeit gehört nach unserer Definition von Spitzenkräften dazu.

Es gibt aus meiner Sicht viele tolle Ansätze, um Spitzenkräfte zu fördern, aber natürlich auch noch einige Baustellen. Ich sehe für uns als HU das Hauptproblem nicht mehr darin, Spitzenleute zu gewinnen oder sie auszubilden. Das Problem ist eher, sie zu halten. Da haben wir als Universitäten und Hochschulen im internationalen Vergleich, aber auch gegenüber den außeruniversitären Forschungseinrichtungen, noch einiges zu tun.

Aber wir kommen in Bewegung: Die Tenure Track-Professuren geben einen wichtigen Impuls. An der Humboldt-Universität sollen künftig ein Drittel der Professuren als Tenure Track ausgeschrieben werden – immer verbunden mit dem Ziel, jungen Spitzenkräften eine langfristige Perspektive zu geben und sie somit zu halten.

Bei aller Förderung unserer Spitzenkräfte und herausragenden Talente, dürfen wir nicht vergessen, dass wir als Universität einen breiten Bildungsauftrag haben. Obwohl uns Eliteförderung sehr wichtig ist und wir den Ausbau dieses Bereichs begrüßen, nehmen wir diesen Auftrag sehr ernst. ◆



**Sabine Kunst**

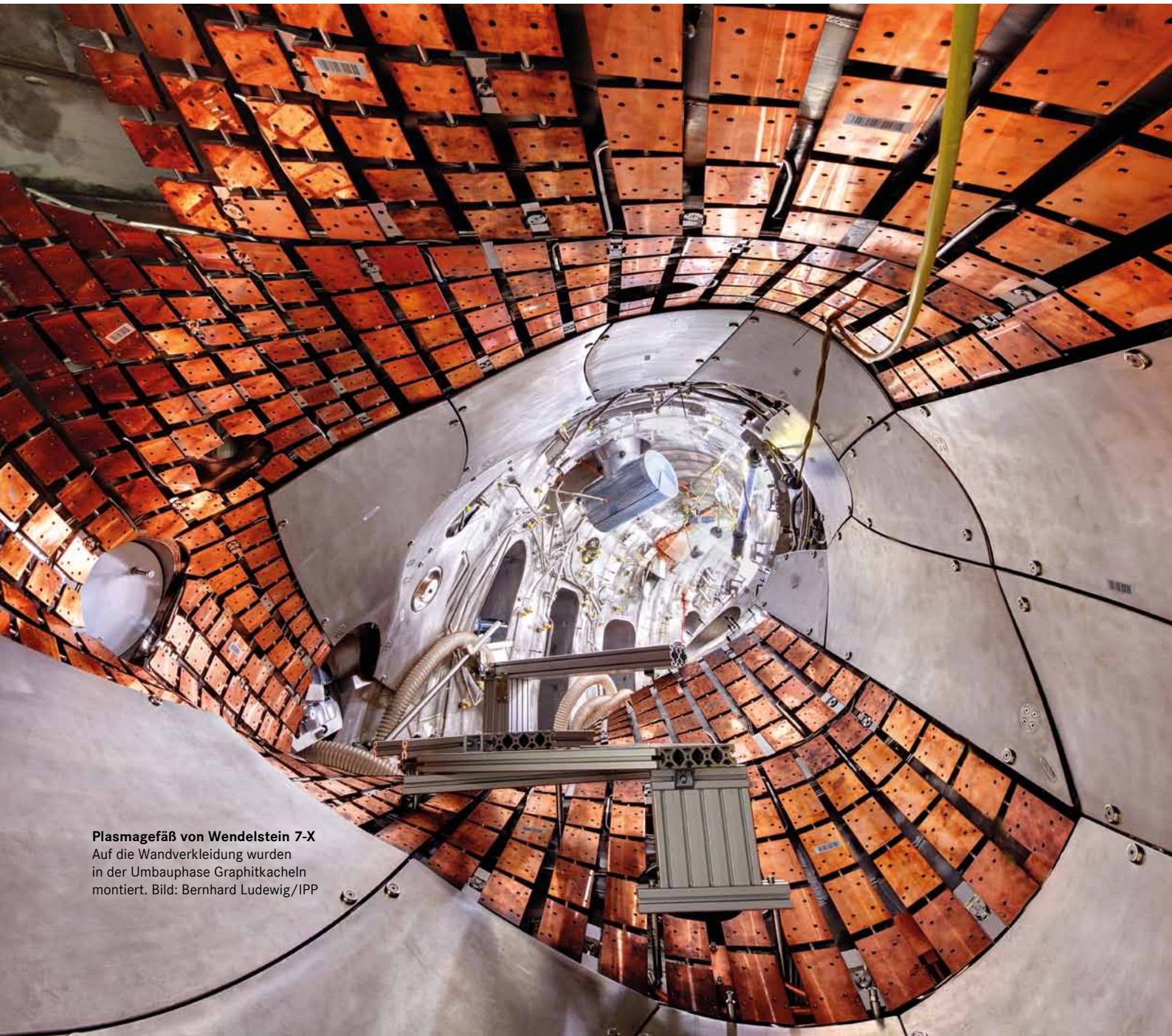
Präsidentin der Humboldt-Universität zu Berlin



### ONLINE

Diskutieren Sie unter dem folgenden Link mit uns über das Thema Eliteförderung:  
→ [www.helmholtz.de/blickwinkel](http://www.helmholtz.de/blickwinkel)





**Plasmagefäß von Wendelstein 7-X**  
Auf die Wandverkleidung wurden  
in der Umbauphase Graphitkacheln  
montiert. Bild: Bernhard Ludewig/IPP

## Der Spätstarter

Wendelstein 7-X ist die weltweit größte und modernste Kernfusionsanlage vom Typ Stellarator. Mit ihr soll getestet werden, ob aus der Verschmelzung leichter Atomkerne eine neue Energiequelle für die Menschheit entstehen kann.

Wendelsteinstraße

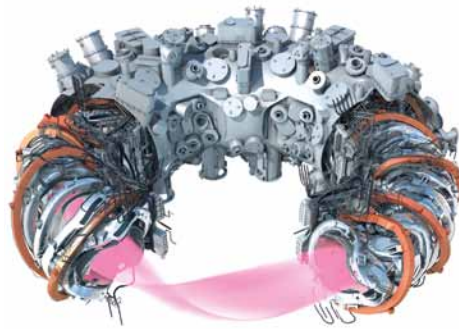
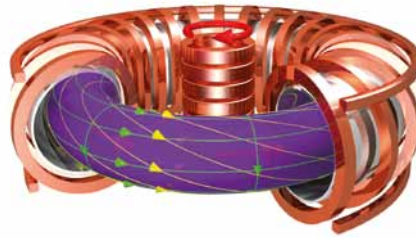
Wendelsteinstraße 1“ lautet die Adresse, an der man die „größte Thermoskanne Norddeutschlands“ findet. Auf der einen Straßenseite dehnt sich weites Ackerland. Auf der anderen fließt das Hauptgebäude des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik (IPP) in langen Wellen direkt auf eine große Experimentierhalle zu. Am Rand der 58.000-Einwohner-Stadt Greifswald, sind Forscher des IPP dabei, der Kernfusionsforschung neue Perspektiven zu eröffnen – mit Hilfe einer Anlage, der sie diesen anschaulichen Spitznamen gegeben haben.

Hier oben in Mecklenburg-Vorpommern geht es um ein atemberaubendes Vorhaben, das jetzt nach einigen Jahrzehnten des Schattendaseins einen Durchbruch erleben könnte – die Kernfusionsforschung. Und es geht um den Wettlauf zweier Ansätze: Wendelstein – das ist in Deutschland der Name für den sogenannten Stellarator. Sein großer Konkurrent ist der Tokamak.

Die Namen stehen für unterschiedliche Konzepte, die das atomare Feuer der Sonne auf der Erde zur Energiegewinnung nutzen wollen. Bei der Kernfusion verschmelzen zwei leichte Atomkerne zu einem neuen schwereren Kern. Dabei wird viel Energie freigesetzt. Auf der Sonne ist dies ein Dauerzustand. Das Brodeln vieler Millionen Grad heißer Teilchen, das die Physiker als Plasma bezeichnen, lässt sich auf der Erde allerdings nur mit Magnetfeldern festhalten. Das geschieht im Tokamak anders als im Stellarator. Der Stellarator entstand einst parallel zum Tokamak, wurde aber in der Weiterentwicklung bald abgehängt: Der Tokamak schien in den siebziger und achtziger Jahren des 20. Jahrhunderts erfolgversprechender.

Jetzt allerdings setzen die Anhänger des Stellarators zur Aufholjagd an. Zum Beispiel in Greifswald: Seit Ende 2015 ist die erste Ausbaustufe von Wendelstein 7-X einsatzfähig ist. Sie steht in der großen Experimentierhalle, der sogenannten Torushalle. Niemand kennt sich hier so millimetergenau aus wie Torsten Bräuer, der Leiter des Vermessungsteams. Mit seinen Kollegen hat er die dreieinhalb Meter hohen Hauptspulen, 50 an der Zahl, auf einen bis eineinhalb Millimeter genau aufgestellt – in einem Kreis, in dem später das Plasma strömen wird und dessen Durchmesser „auf der Seele des Plasmas“, wie Bräuer es sagt, elf Meter beträgt.

Mit einem gelben Schutzhelm bewehrt, führt Bräuer seine Besucher durch zwei Montagehallen hindurch zur Torushalle. Das Hallentor aus 1,8 Meter dickem Beton ist derzeit offen, die Maschine ist abgeschaltet. Mit dem verhaltenen



#### Konkurrenten

Tokamak (oben) und Stellarator (Wendelstein 7-X unten) schließen beide das Plasma durch ringförmige Magnetfelder ein. Während Tokamaks einen Teil dieses Feldes durch einen im Plasma fließenden elektrischen Strom herstellen, bauen Stellaratoren den Magnetfeldkäfig ausschließlich mit Hilfe äußerer Spulen auf.  
Bilder: C. Brandt/IPP

Stolz des Technikers tritt Bräuer unter das mächtige Portal und breitet die Arme aus. „Was sie sehen, ist die Maschine“, ruft er gegen den Lärm von Lüftern und Motoren und fragt dann: „Aber sie sehen gar nichts, oder?“

Zumindest sieht man nicht die berühmten Spulen. Sie sind verschwunden hinter viel stählerner Abschirmung und unzähligen Anschlüssen und Kabeln. Die Magnete aus Niob-Titan sind, zusammen mit Teilen der Plasmakammer, eingefasst in eine gewaltige Kältekammer. Daher stammt der Spitzname „größte Thermoskanne“. In der Kältekammer werden die Spulen und ihre Befestigungen, insgesamt rund 425 Tonnen Stahl, auf eine Temperatur von etwa 270 Grad Celsius unter null abgekühlt. Bei dieser Temperatur fließt der Strom ohne Widerstand – supraleitend. Nur so können die Spulen ausreichend starke Felder entwickeln.

Die Kühlkammer selbst besitzt etwa 255 sogenannte Ports – Zugänge, über welche Messfühler, elektrische Anschlüsse, Sensorsignale oder Kühlwasser in die Plasmakammer geführt werden. So liegt er da, Wendelstein 7-X, ein Gigant im Kühlmantel, verdrahtet und verrohrt wie auf der Intensivstation. Diagnose: kerngesund.

Was erwarten die Forscher des IPP von der Technik des Stellarators, die anders als der Tokamak über Jahrzehnte hinweg keinen überzeugenden Plasmaeinschluss zustande gebracht hat? „Wendelstein 7-X hat eine ganz klare Mission“, sagt Prof. Thomas Klinger, der wissenschaftliche Leiter des Greifswalder Standortes. „Es handelt →

sich um ein neu entwickeltes Einschlusskonzept.“ Das Stellaratorkonzept sei zwar alt. Aber erst die Fortschritte der numerischen Mathematik und moderner Großrechenanlagen haben die Möglichkeit geschaffen, überhaupt der Frage nachzugehen, wie ein optimales Magnetfeld aussehen sollte. Theoretische Konzepte dafür lagen laut Klinger etwa Ende der achtziger Jahre vor. Schon 2003 sind dann die ersten Teile für Wendelstein 7-X in Greifswald angeliefert worden – für vergleichbare Großanlagen ist das rekordverdächtig schnell.

### Wendelstein 7-X ist überhaupt nicht dafür ausgelegt, jemals Energie zu erzeugen.

Diese inzwischen weiterentwickelten Konzepte sind in die Greifswalder Anlage eingeflossen. Das Ergebnis ist eine völlig neue Geometrie: Der Torus mit den Magneten ist kein runder Reifen mehr, um den sich die Magnete winden. Er sieht von oben aus wie ein Fünfeck, ein Pentagon. Die Maschine besteht aus fünf gleichartigen Segmenten mit je zehn der in sich verbogenen, sogenannten nicht-planaren Spulen und vier weiteren, die für Feineinstellungen gebraucht werden. Jedes der fünf Segmente ist wiederum in sich symmetrisch, so dass der gleiche Spulentyp zweimal eingebaut werden kann, einmal in umgeklappter Anordnung. Deshalb enthält Wendelstein zwar fünfzig nicht-planare Spulen, aber nur fünf verschiedene Spulentypen – eine große Vereinfachung für die Hersteller in der Industrie.

Diese Geometrie soll sich nun bewähren. Doch Wendelstein 7-X ist überhaupt nicht dafür ausgelegt, jemals Energie zu erzeugen. „Dazu ist er mit dreißig Kubikmeter Plasmavolumen zu klein“, sagt Klinger. Die Aufgabe ist eine grundsätzlichere: „Ziel ist, den Beweis zu führen, dass der Optimierungsprozess des Magnetfeldes so erfolgreich ist, dass der Wendelstein mit seinen 30 Kubikmeter Plasmavolumen mit jedem vergleichbar großen Tokamak der Welt mithalten kann.“ Schon das würde die Karten neu mischen.

Wenn dies gelänge, könnte Wendelstein 7-X seinen konzeptionellen Vorteil ausspielen: „Der Stellarator ist durch seine Natur dauerbetriebsfähig.“ Der Tokamak kann nur im Impulsbetrieb laufen. Er hält das Plasma für die Dauer eines langen Atemzugs. Dann geht er aus und muss neu zünden. Die Greifswalder Forscher wollen ihren

Wendelstein 7-X in den nächsten Jahren langsam weiter aufrüsten und schließlich eine Dauerbetriebszeit von einer halben Stunde erreichen, das heißt, das Plasma eine halbe Stunde lang stabil einschließen.

2020 soll es so weit sein. Wie der Betrieb der Anlage während eines solchen Dauerbetriebs aussehen könnte, ahnt man, wenn Hans-Stephan Bosch seine Schlüssel einsteckt und zum Kontrollraum führt. Bosch leitet den Betrieb von Wendelstein 7-X. Wenn die Maschine läuft, ist dieser Raum sein Reich. Mit etwas Fantasie kommt man sich vor wie in der futuristischen Welt eines großen Raumschiffs, allerdings eines, das seine große Zeit erst erwartet. Denn noch ist Umbau; im Kontrollraum brummt und summt nichts, es ist dunkel, niemand läuft herum und die Monitore an der Stirnwand sind ausgeschaltet. 70 bis 100 Menschen werden hier sitzen, herumlaufen, sich absprechen, wenn die Maschine läuft. Die Architektur ist extravagant: Die Arbeitsplätze – schwarze Stühle, helle Tische – sind, je nach Zuständigkeit, in Gruppen zusammengefasst. An diesen Gruppeninseln vorbei zieht sich der 22 Meter lange Hauptkontrolltisch durch den Raum. An ihm allein werden rund 30 Augenpaare die Maschine im Blick behalten.

Wendelstein wird in den kommenden Jahren stufenweise weitere Umbauphasen erleben. Derzeit werden die Innenwände des Plasmagefäßes dort, wo sie durch den Plasmastrahl am meisten belastet werden, mit Graphitkacheln verkleidet. Außerdem wurden in jedes Segment des Plasmagefäßes oben und unten sogenannte Divertoren eingebaut, ebenfalls Graphitplatten, auf die im Betrieb Verunreinigungen aus dem Plasma herausgeleitet werden. Der störende Müll wird dort direkt abgesaugt. Das Prinzip der Divertoren („Ablenker“) wird auch in anderen Plasmaanlagen eingesetzt. Wendelstein 7-X brauchte sie in der ersten Testphase nicht. Später aber, im Dauerbetrieb, müssen diese Divertoren sogar wassergekühlt sein, um die gewaltigen aufprallenden Energiemengen verkraften zu können.

Doch für die nächste Stufe der Experimente bleiben sie vorerst ungekühlt. Ein Dauerbetrieb ist so zwar nicht möglich. Aber in den Leistungsbereich eines gut laufenden Tokamaks, meint Klinger, könne Wendelstein bereits ohne Kühlung kommen. Man merkt: Diesen kleinen Triumph würde er gerne feiern. Im Spätsommer soll es so weit sein. ◆

**Rainer Klütting**

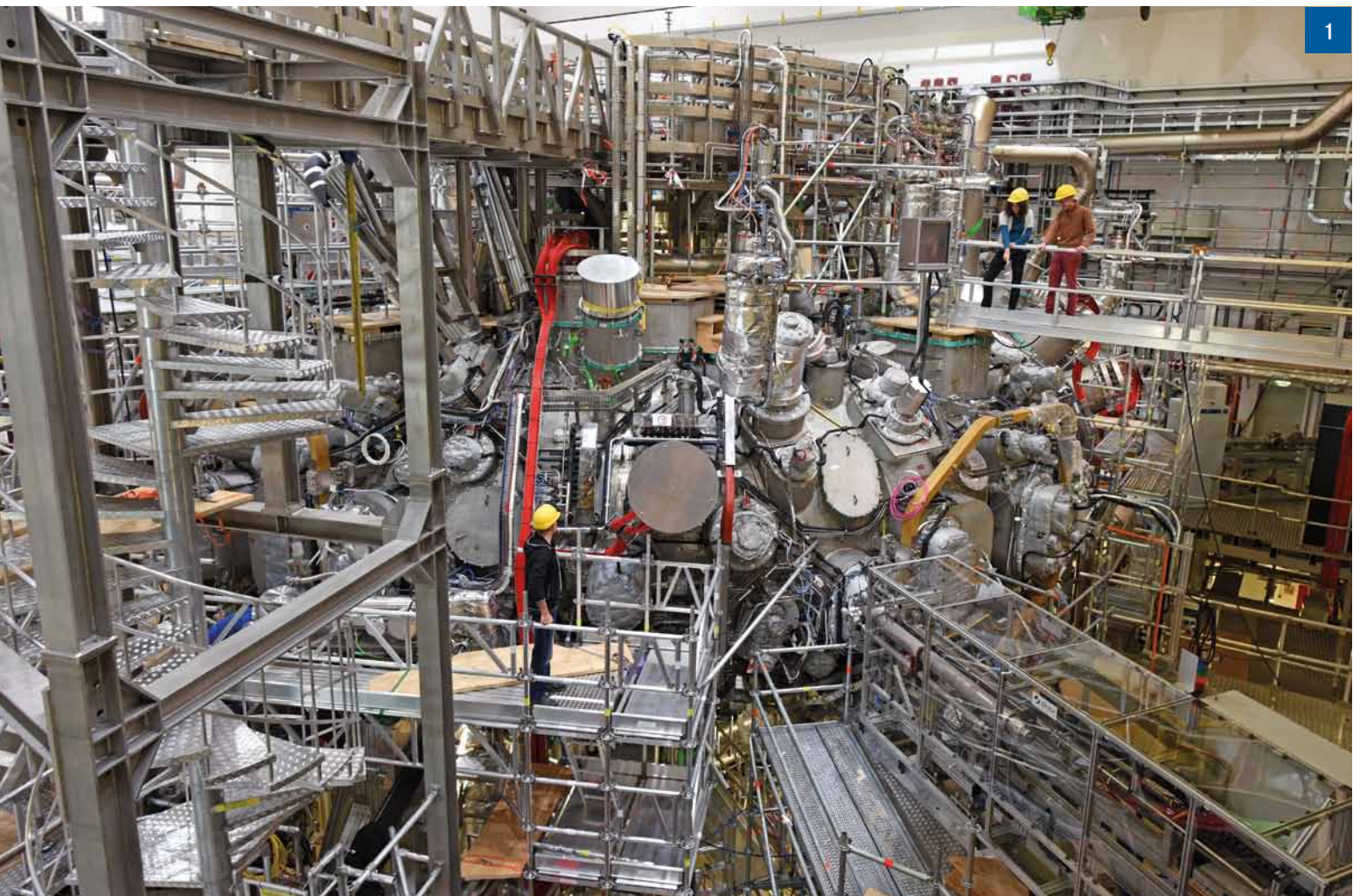


#### VIDEO

Im YouTube-Kanal des IPP finden Sie viele spannende Videos über Plasmaphysik:

→ [www.youtube.com/user/plasmaphysik](http://www.youtube.com/user/plasmaphysik)





1



2

**Bild 1** Wendelstein 7-X, umringt von Heizungs- und Messapparaturen.  
Bild: Torsten Bräuer/IPP

**Bild 2** 3. Februar 2016: Das erste Wasserstoff-Plasma in Wendelstein 7-X.  
Bild: IPP

**Bild 3** Nach der ersten Betriebsphase wurden rund 6.000 Graphitkacheln im Plasmagefäß montiert, um längere Plasmaentladungen mit höheren Leistungen zu ermöglichen.  
Bild: Torsten Bräuer/IPP

**Bild 4** Die supraleitenden nicht-planaren Magnetspulen während der Fertigung.  
Bild: André Künzelmann/IPP



3



4

# Wissenschaft muss für ihre Werte werben

Muss die Wissenschaft politisch werden, wenn ihre Freiheit bedroht wird?

Ein Kommentar von Holger Hanselka

Wir alle kennen aus Kindertagen das Spiel „Stille Post“: Ich flüstere meinem Nachbarn einen Begriff ins Ohr, der diesen weitergibt. So geht es reihum von Ohr zu Ohr. Ganz „pfiiffige“ Mitspieler transportieren nicht nur das, was sie gehört haben, sondern verdrehen ganz bewusst oder fügen Neues hinzu. So sind die Lacher bei der Auflösung am Schluss am größten. Was hat das alles mit der Gesellschaft und schließlich mit der Wissenschaft zu tun?

In der öffentlichen Diskussion ist das bewusste Verdrehen und Verfälschen mittlerweile salonfähig geworden. Den Fakten werden dreist und selbstbewusst „alternative Fakten“ entgegengestellt. Im Unterschied zum Stille Post-Spiel fehlt aber die „Auflösung“. So erklären simple Darstellungen scheinbar einfach eine immer komplexere Welt. Sie haben wenig Realitätsgehalt, suggerieren aber Orientierung und scheinbare Sicherheit.

Das Wissenschaftssystem selbst ist in diesem gesellschaftlichen Prozess nicht nur Beobachter. In den Echokammern sozialer Netzwerke – einst Chance für die Demokratisierung des Wissens – werden Fragen der Forschung zu reinen Glaubens- und Einstellungsfragen. Folgt nach der „Lügenpresse“ nun die „Lügenwissenschaft“? So nehmen heute viele Menschen Einschätzungen von Experten als beliebig und interessengebunden wahr.

Diese Entwicklung beunruhigt, und für die Wissenschaft erwächst daraus eine politische Aufgabe. Die Geschichte zeigt, dass der Rückzug in den Elfenbeinturm – die Kultur des Apolitischen und des mit sich selbst Beschäftigens – die falsche Antwort auf antidemokratische Strömungen in der Welt wäre, weil Wissenschaft so leicht zum Spielball von Ideologien würde. Daher ist es ein Gebot der Stunde, dass die Wissenschaft für ihre Werte eintritt und öffentlich für diese wirbt. Diesen Gedanken griffen beispielsweise die sich formierenden Science Marches in mehreren Städten Deutschlands auf.

Die Botschaft der Wissenschaft ist klar: Es gibt einen qualitativen Unterschied zwischen wissenschaftlichen Fakten und persönlichen Meinungen. Wissenschaft liefert verlässliche Informationen, valide und transparent – als Grundlage und Voraussetzung für kritische Debatten und eine fundierte demokratische Entscheidungsfindung. An dieser Stelle endet die politische Aufgabe der Forscherinnen und Forscher. Denn die Entscheidung selbst liegt in der Hand von Politik und Gesellschaft, basierend auf den Fakten der Wissenschaft. Um ihre Funktion in diesem Zusammenspiel optimal zu



Holger Hanselka ist Präsident des Karlsruher Instituts für Technologie und Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft für den Forschungsbereich Energie

erfüllen, ist die Wissenschaft auf das Vertrauen der Bürgerinnen und Bürger wie der Politik angewiesen. Wie werben wir für dieses Vertrauen? Durch einen Wissenschaftsprozess, welcher transparent und ergebnisoffen die verschiedensten Fakten berücksichtigt, durch Wissenschaftler, die sich mit derselben Offenheit wie sie Forschung betreiben, am gesellschaftlichen Diskurs beteiligen. Und durch Maßhalten mit übertriebenen Erfolgsversprechen sowie eine faktentreue Berichterstattung über Erfolge in unserer eigenen Kommunikation, die es vermeidet, kleine Schritte des wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses als Durchbrüche zu hypen. So bleibt Platz für Erklärungen, wie Forschungsergebnisse zustande kommen, und warum diese schließlich verlässlicher sind als „alternative Fakten“. Ein kompetenter und kritischer Wissenschaftsjournalismus ist hier ein wichtiger Weggefährte. ◆



## ONLINE

Weitere Informationen zu den Aktivitäten rund um den Science March finden Sie hier:

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



## Erst lesen, dann hören



Das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ) erforscht nicht nur die Entstehung und mögliche Heilung von Krebs, sondern auch welche Maßnahmen zur Vorbeugung geeignet sind. Ein Schwerpunkt der Arbeit ist die Bekämpfung des Rauchens.

Darum geht es in **Folge 103 des Resonator-Podcast**.

„Das Rauchen mit all seinen Folgen kostet die Gesellschaft jedes Jahr etwa 80 Milliarden Euro. Demgegenüber stehen 14 Milliarden Euro Steuereinnahmen. Das ist ein ziemliches Minusgeschäft“, rechnet die Epidemiologin Ute Mons vom DKFZ vor. Wer einem Wirtschaftszweig mit gut funktionierender Lobby-Arbeit in die Quere kommt, tut gut daran, seine Argumente unemotional vorzutragen, und mit Zahlen zu belegen. Genau das tut Mons, die im August letzten Jahres die Leitung der Stabsstelle Krebsprävention am DKFZ übernommen hat. Erreichen will sie mit ihren Argumenten die Politik und die Öffentlichkeit. Denn die Aufgabe der Stabsstelle ist es neben der wissenschaftlichen Untersuchung von

Maßnahmen auch, Empfehlungen zu entwickeln. In Folge 103 unseres Forschungspodcast spricht sie darüber, was getan werden müsste, um die Menschen dazu zu bringen, weniger zu rauchen: „Steigen die Tabaksteuern, fangen weniger Menschen mit dem Rauchen an und mehr hören damit auf“, sagt Mons. Das höhere Steuern wirksam sind, hat sich immer wieder gezeigt. In Australien etwa, wo eine Schachtel Zigaretten umgerechnet fast 15 Euro kostet, rauchen heute nur noch zehn Prozent der Bevölkerung. In Deutschland sind es immer noch 25 Prozent. Eine weitere Empfehlung ist ein generelles Werbeverbot für Tabakprodukte. „Werbung wirkt besonders bei jungen Menschen. Bei einem Werbever-

bot würden weniger junge Menschen mit dem Rauchen anfangen“, sagt Mons. Wenn das allen bekannt und auch belegt ist, warum ist es dann so schwierig, die Erkenntnisse in Politik zu übersetzen. Auch dazu hat Ute Mons eine klare Meinung, wie Sie im Gespräch mit Moderator Holger Klein hören können.

**Martin Trinkaus**



### AUDIO

Mehr Wissenschaft auf die Ohren gibt es hier:

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

HERA



ALPS



WINDKANÄLE



Kompressorschnecke

ATTAS



TEXTOR





# Neues Leben nach der Forschung

High-Tech-Instrumente sind meist zu wertvoll für den Müll. Deshalb recyceln Wissenschaftler sie, wenn es irgendwie geht – und nutzen die Präzisionsgeräte für neue Aufgaben.

**D**rei Jahrzehnte lang leistete die mächtige Anlage im Forschungszentrum Jülich den Plasmaphysikern gute Dienste: Um der Kernfusion näherzukommen, dem Verschmelzen von Atomkernen, untersuchten sie mit TEXTOR die Wechselwirkungen zwischen Plasma und Brennkammerwand. „Rund 600 Tonnen Metall waren in der Anlage verbaut, vor allem Edelstahl und Kupfer“, sagt Olaf Neubauer, der das Projekt bis zu dessen Abschluss betreute. Jetzt dienen wichtige Bestandteile von TEXTOR wieder der Wissenschaft – nur an einem anderen Standort.

Immer wieder kommt es vor, dass Forschungsgeräte nach ihrer ersten Mission für neue Einsätze verwendet werden. Oft sind sie wegen ihrer Präzision und Komplexität zu wertvoll, um einfach verschrottet zu werden, selbst wenn ihr ursprünglicher Einsatzzweck schon längst erreicht ist. In ihrem neuen Leben dienen sie dann neuen Zwecken, die häufig zu ihrer Entstehungszeit noch nicht absehbar waren. Manchmal sind größere, manchmal auch nur kleinere Anpassungen an die neuen Umstände nötig – aber immer ist der neue Einsatz allein schon wegen der Kostenersparnis ein Gewinn für die Forschung.

Das Beispiel der Jülicher Versuchsanlage TEXTOR ist typisch für viele dieser neuen Nutzungen: „Die Messsysteme hatten wir so konzipiert, dass sie auch für andere Forschungsprojekte

verwendet werden können“, erläutert Neubauer. „Diese Systeme waren dann auch sehr gefragt.“ Zum Einsatz kommen sie nun in Greifswald – im modernsten Stellarator Wendelstein 7-X (s. S. 26–29). Bei Projekten, die wie TEXTOR von der Europäischen Atomgemeinschaft Euratom gefördert werden, sind solche nachhaltigen Ansätze der Kooperation üblich. Mehr als drei Jahre dauerte es, die Anlage auseinanderzubauen – mit aller Vorsicht, denn nicht nur die Messsysteme waren noch von Wert: Spulen mit einem Durchmesser von rund zwei Metern, Steuerschränke, Stromversorgung, Elektrotechnik und zehn Transformatoren von mehr als vier Metern Länge gehörten zum Innenleben von TEXTOR. „Diese wertvollen Rohstoffe wurden voneinander getrennt und separat verkauft“, sagt Olaf Neubauer – zumindest als Altmetall ließen sie sich noch verwenden.

Auch die Wissenschaftler des Deutschen Elektronen-Synchrotron (DESY) haben viele Erfahrungen mit dem neuen Leben von alten Forschungsgeräten. Sie arbeiten mit Beschleunigern: physikalische Rennmaschinen, die winzige, elektrisch geladene Teilchen bis fast an die Lichtgeschwindigkeit bringen. Dafür brauchen sie starke Magnete. Zum Beispiel in ihrem Experiment ALPS: Um extrem leichte Teilchen zu finden, sogenannte WISPs, senden sie einen Laserstrahl durch ein starkes Magnetfeld. →



**ONLINE**

Auch in der neuen Synchrotron-Strahlenquelle SESAME in Jordanien finden alte Teile eine zweite Verwendung. Ein Gespräch mit Leiter Rolf Heuer gibt es hier: → [www.helmholtz.de/sesame](http://www.helmholtz.de/sesame)



**HERA** war der größte Teilchenbeschleuniger bei DESY. Fünfzehn Jahre lang war der Speicherring als weltweit präzisestes Elektronenmikroskop für die Untersuchung der inneren Struktur des Protons in Betrieb. Seine Magneten leben heute in einem neuen Beschleunigerexperiment weiter, das auf den Namen **Any Light Particle Search (ALPS)** hört.

**ATTAS** war früher als DLR-Flugversuchsträger im Einsatz. Heute kann er in der großen Ausstellungshalle von den Besuchern des Deutschen Museums in München aus nächster Nähe bestaunt werden.

**WINDKANÄLE** dienen aerodynamischen Untersuchungen in Luftströmen. Auch sie haben oft ein zweites Leben. Die Kompressorschnecke eines Vorkriegs-Windkanals etwa steht heute als Denkmal auf dem Gelände des DLR in Braunschweig. In Berlin stehen zwei Windkanäle als Vertreter einer speziellen Architektur unter Denkmalschutz.

**TEXTOR** war 30 Jahre lang das größte Fusionsexperiment am FZJ. Seine Aufgabe war die Belastung der Brennkammerinnenwand mit Wärme und Plasmateilchen. Heute kommen Teile von Textor bei Wendelstein 7-X zum Einsatz.

DETAILS

Die Anlage dazu bauten die Wissenschaftler neu. Dazu nutzten sie Material, das sie schon vor Ort hatten – in der Hadron-Elektron-Ring-Anlage HERA. Als die in den 1980er Jahren gebaut wurde, war sie Deutschlands größtes Forschungsinstrument. 15 Jahre lang untersuchten die Forscher mit ihm die innere Struktur des Protons. 2007 wurden die Experimente beendet. Der Weg war frei für ALPS, das neue Forschungsinstrument: „Die drei Säulen des Experiments sind ein starker Laserstrahl, hochsensible Detektoren – und die Magnete aus HERA, deren Leistungsfähigkeit sich trotz ihres Alters nach wie vor sehen lassen kann“, sagt ALPS-Leiter Axel Lindner. In der ersten Phase des ALPS-Experiments nutzte er mit seinen Kollegen zunächst einen einzelnen der HERA-Magnete, in der zweiten Phase werden nun 20 von ihnen, jeder etwa zehn Meter lang, in Reihe geschaltet.

**Bisweilen kann Forschungsgeräten aber auch ihre pure Größe ein neues Leben nach der Wissenschaft beschermen.**

Die ursprünglich gekrümmten Magnete mussten allerdings zuvor geradegebogen werden – mit einem Druck von etwa vier Tonnen. Eine weitere Herausforderung: Die Magnete müssen für den Betrieb extrem heruntergekühlt werden, ihre Masse schrumpft dabei. „Dafür haben wir eine spezielle Konstruktion gebaut, die die Magnete in der gestreckten Form hält und gleichzeitig das Schrumpfen der inneren Komponenten bei der Abkühlung auf vier Grad über dem absoluten Nullpunkt ausgleichen kann“, sagt Lindner. „Diese Methode wurde mit schon pensionierten Experten, die die Magnete für HERA mitentwickelt hatten, erarbeitet.“ Der Aufwand rechnet sich: Die gesamten Investitionsmittel für das Projekt belaufen sich auf

etwa zwei Millionen Euro. Hätten die Magnete eigens für ALPS neu gebaut werden müssen, wären die Kosten um ein Vielfaches höher gewesen.

Bisweilen kann Forschungsgeräten ihre pure Größe ein Leben nach der Wissenschaft beschermen. So ergeht es zum Beispiel einigen Windkanälen: Die sogenannte Kompressorschnecke eines Vorkriegs-Windkanals etwa steht heute als Denkmal auf dem Gelände des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Braunschweig. Und in Berlin-Adlershof stehen zwei Windkanäle nicht nur als Relikte der Forschung, sondern als Vertreter einer speziellen Architektur unter Denkmalschutz. Dieses Ensemble diente schon mehrmals als Ort für Filmproduktionen. „Am eindrucksvollsten hat wohl der Hollywood-Blockbuster ‚Aeon Flux‘ die Windkanäle in Szene gesetzt, ein Science-Fiction-Film, für den die Bauten aus den Dreißigerjahren die perfekte Kulisse für eine Welt der Zukunft abgaben“, sagt Jens Wucherpennig vom DLR, der sich diesen Objekten widmet.

Ein museales Nachleben blüht im besten Fall nicht nur Windkanälen. Das letzte Exemplar des deutschen Passagierflugzeugs VFW 614, das lange als „Fliegender Simulator“ des DLR im Dienst stand (unter der Bezeichnung ATTAS: Advanced Technologies Testing Aircraft System), trat 2012 seine letzte Reise an. Es landete auf der Flugwerft Schleißheim des Deutschen Museums in München. Die Planung war eine Herausforderung, denn ATTAS musste dort auf einer vergleichsweise kurzen Landebahn exakt aufsetzen. Nach erfolgreicher Landung bekam das Museum das Forschungsflugzeug als Geschenk für seine Luftfahrtsammlung. „Wir freuen uns“, sagt Stefan Seydel, Leiter der DLR-Forschungsflugabteilung, „dass ATTAS nach mehr als einem Vierteljahrhundert im Dienste der DLR-Luftfahrtforschung nun einen würdigen Platz für den Ruhestand gefunden hat.“

Lars Klaaßen



**ONLINE**

Weitere Einblicke in die Zweitverwertung von Forschungsgeräten gibt es in unserer Online-Serie:  
→ [www.helmholtz.de/serie](http://www.helmholtz.de/serie)



# Nachgefragt:

„Was ist eine Stoffwechselkammer?“



**Experimentierraum** Eine Probandin in der Stoffwechselkammer im Labor von Prof. Michael Boschmann. Hier wird überwacht, wieviel Sauerstoff und Kohlendioxid eine Person produziert – im Ruhezustand oder auch bei körperlicher Belastung. Bild: BBB Management, Campus Berlin-Buch

Beständig wandelt der menschliche Organismus chemische Stoffe um – „Stoffwechsel“ heißen diese Prozesse. Was aber ist eine Stoffwechselkammer? Das erklärt Michael Boschmann, Leitender Arzt am Experimental and Clinical Research Center (ECRC) in Berlin-Buch, gegründet von der Charité und dem Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin.

„ Mit der Stoffwechselkammer können wir den Energieumsatz, also den Kalorienverbrauch, und das Verhältnis von Kohlenhydrat- und Fettumsatz eines Menschen bestimmen. Der Stoffwechsel ist an den Gasaustausch gekoppelt. Aus der Kammer wird deswegen permanent die verbrauchte Luft abgesaugt und hochsensible Sensoren liefern uns Daten zum Sauerstoff- und Kohlendioxidgehalt. Verglichen mit der eingeleiteten Luft können wir den Sauerstoffverbrauch und die Kohlendioxidproduktion bestimmen. Deren Verhältnis heißt respiratorischer Quotient. Ein Quotient von 1 zeigt uns, dass der Organismus nur Kohlenhydrate verbraucht. Für den reinen Verbrauch von Fettsäuren beträgt der Quotient 0,7. Mit dieser „indirekten Kalorimetrie“ können wir den Energieumsatz berechnen.

Die Kammer kann man sich wie ein kleines Wohnzimmer vorstellen. Je nach Studie kann sie mit Schreibtisch, Heimtrainer, Sessel oder Bett ausgestattet werden. So können Probanden hier bis zu 24 Stunden verbringen. Einzigartig ist, dass wir mit der Kammer Stoffwechselveränderungen im Fünf-Minuten-Takt beobachten können. Dadurch können wir direkt nachvollziehen, wie ein Proband auf eine Aktivität reagiert oder wie sich ein Medikament auswirkt, das er mit dem Essen einnimmt.

Die Untersuchungen dienen nicht nur dazu, die Entstehung von Übergewicht besser zu verstehen, sondern auch den Einfluss von Herz-Kreislauf-, Muskel- oder neurologischen Erkrankungen auf den Stoffwechsel. Manche Studien simulieren ganze Tagesabläufe: Chronisch gestörte Biorhythmen bringen Stoffwechsel- und Herz-Kreislauf-Funktionen durcheinander. Das könnte die Entstehung von Diabetes oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen begünstigen. Unsere Daten helfen, Zusammenhänge zu erkennen.

Nachgefragt hat **Kristine August**



**ONLINE**

Alle Ausgaben von  
Nachgefragt:

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



# Überwintern in der Antarktis

13.800 Kilometer fern der Heimat leitet der Münchener Chirurg Tim Heitland den Betrieb der deutschen **Antarktis-Forschungsstation Neumayer III**.

Was die eigenen Augen sehen, kann trügerisch sein auf dem Ekström-Schelfeis im nordöstlichen Weddellmeer, Antarktis. Graue Wolken am Horizont verkehrt das Gehirn in gewaltige Bergketten. Entfernungen zu Fixpunkten im scheinbar endlosen Eis wirken um ein Vielfaches kleiner als sie in Wirklichkeit sind. Und wer an wolkenverhangenen Tagen nicht aufpasst, fällt schnell auf die Nase, weil das Weiß des Untergrundes übergangslos mit dem Wolkenweiß des Himmels verschmilzt. In diesem kontrastlosen Nichts lösen sich zum Beispiel die Konturen der Pistenbully-Spuren im Schnee optisch auf. „Die Schwerkraft allerdings wirkt trotzdem“, sagt Tim Heitland.

Vier Monate sind vergangen, seit der 40-jährige Chirurg das erste Mal 14.000 Kilometer fern der Heimat auf dem Ekström-Schelfeis stand und auf jenes Gebäude blickte, das bis Februar 2018 sein Arbeitsplatz und Zuhause sein wird: die deutsche Forschungsstation Neumayer III, die das Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI), auf der schwimmenden Eiszunge errichtet hat. Ein blau-weiß-roter Stahlkoloss auf 16 hydraulischen Stelzen, der den Polarwinden so breitschultrig die Stirn bietet, dass er zum Anfang eines jeden Sommers um bis zu zwei Meter angehoben werden muss. Sonst würde die Station nach zehn Jahren im Schnee versinken. →



„An diesem Gebäude ist wirklich alles durchdacht, sodass ich mich vom ersten Tag an wie ein Seemann auf seinem Schiff gefühlt habe. Ich habe mich sofort in die Station verliebt und mag sie wirklich.“

*Tim Heitland*



## Ekström-Schelfeis

70° 40,79' S 008° 16,18' W  
(Koordinaten der Station)



### ONLINE

Die „Science on the Road“-Tour gibt Ihnen die Möglichkeit ein Polarcamp zu besuchen. Mehr darüber erfahren Sie hier:

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



**Windenergie** Eine 30-Kilowatt-Windkraftanlage trägt zur umweltfreundlichen Energieversorgung der Station bei. Bild: Thomas Steuer/AWI



**Abschiedsgrüße** An der Eiskante verabschieden die Stationsbewohner das Forschungs- und Versorgungsschiff Polarstern. Bild: Thomas Steuer/AWI



Ihr 2.300 Tonnen schweres Grundgerüst besteht aus einem Stahlrahmen, in dem 100 Schiffscontainer in zwei Lagen übereinandergestapelt wurden. 16.000 Schrauben halten sie zusammen, innen sind 42 Kilometer Elektrokabel verlegt. In der ersten Etage brummt immer mindestens eines von drei Blockheizkraftwerken. Es erzeugt Strom und so viel Wärme, dass 2.100 Quadratmeter Wohn- und Arbeitsfläche beheizt werden können. „An diesem Gebäude ist wirklich alles durchdacht, sodass ich mich vom ersten Tag an wie ein Seemann auf seinem neuen Schiff gefühlt habe. Ich habe mich sofort in die Station verliebt und mag sie wirklich“, sagt Heitland.

**Mit der Außenwelt wird das Überwintererteam bis zum Winterende im November lediglich per Funk, Telefon und Internet verbunden sein**

Im Januar 2017 übernahm er als Stationsarzt und Leiter des 37. Neumayer-Überwintererteams die Verantwortung für Deutschlands Klimaforschungsaußenposten in der Antarktis. Bis zur Ablösung im nächsten antarktischen Sommer werden er und sein Team aus vier Wissenschaftlern, drei Technikern und einem Koch an sieben Tagen pro Woche alles daran setzen, dass der Station weder Strom, noch Wärme oder Trinkwasser ausgeht und die Messgeräte in den drei wissenschaftlichen Observatorien rund um die Uhr störungsfrei laufen. Mit ihnen sammeln die Polarforscher Daten zum Wetter, zur Ozonschicht, zum Magnetfeld der Erde, zu Partikeln in der Luft, zu Erdbeben und Atomwaffentests sowie zu Bewegungen der antarktischen Kontinentalplatte.

Mit der Außenwelt wird das Überwintererteam bis zum Winterende im November lediglich per Funk, Telefon und Internet verbunden sein. Freizeit gibt es, wenn gerade keine dringende Arbeit ansteht. Doch auch die muss in der Station verbracht werden, wenn draußen bei Temperaturen von unter minus 40 Grad Celsius einer der vielen Winterstürme an der Fassade rüttelt. „Angst vor einem Lagerkoller habe ich dennoch nicht. Zum einen bietet die Station jedem ausreichend Platz, sich zurückzuziehen. Zum anderen hat sich unser Team in seinen vier Vorbereitungsmonaten so gut aufeinander eingestellt, dass die wichtigen Alltagsdinge ohne viele Worte laufen. Wir haben

**Ozonsondenstart bei starkem Wind**

Einmal täglich wird ein Wetterballon mit einer Radiosonde gestartet, der bis in die Stratosphäre (ca. 35 km) steigt. Bild: Stefan Christmann/AWI



**Logo-Design** Jeden Winter entwirft das überwinternde Team ein Logo. 2017 ist es ein kleiner Pinguin.  
Grafik: 37. Neumayer-Überwintererteam

zum Beispiel noch nie diskutieren müssen, wer den Abwasch oder das Putzen übernimmt“, sagt Heitland. Alleingelassen werden die Überwinterer auch zu keinem Zeitpunkt. Am AWI in Bremerhaven überwachen Ingenieure via Satellitenstandleitung die Gebäudetechnik der Station. Schaltet sich beispielsweise die Hydraulik der Stelzen aus, kann diese mit Unterstützung aus Deutschland neu gestartet werden. Für medizinische Notfälle stehen im Bremerhavener Krankenhaus Reinkenheide Spezialisten bereit, denen Heitland die Vitalfunktionen oder Röntgenaufnahmen eines Patienten auf den Monitor schalten kann. Die AWI-Stationskoordinatoren verhandeln derzeit auf internationalen Antarktis-Konferenzen mit Polarlogistikern anderer Nationen und stellen sicher, dass die Forschungsstation Neumayer III im Sommer von Flugzeugen und Versorgungsschiffen angelaufen wird. Und sollte es im Überwintererteam doch mal Streit geben, steht allen Mitgliedern auch ein externer Konfliktmanager als Ansprechpartner zur Verfügung. „In den zwei zurückliegenden Sommern haben wir außerdem die Satellitenstandleitung der Station runderneuert. Sie verfügt jetzt über deutlich mehr Bandbreite, sodass unser Team in der Antarktis auch über WhatsApp mit der Familie und Freunden in Deutschland in Kontakt bleiben kann“, sagt AWI-Stationskoordinator Eberhard Kohlberg.

Tim Heitland erfüllt sich mit seinem Dienst in der Antarktis einen Lebenstraum. „Ich reise viel, bin schon auf allen sechs anderen Kontinenten gewesen und kann jetzt an der Neumayer-Station meinen Beruf mit meiner Leidenschaft für extreme Landschaften verbinden. Eine einmalige Chance“, sagt er.

Für ruhige Stunden im langen, dunklen Polarwinter hat er sich Farben, Pinsel, Rahmenleisten und 20 Quadratmeter Leinwand mitgebracht. Eines seiner ersten Motive wird vielleicht die Schelfeiskante in der Atka-Bucht sein. Jene Linie, an der die 200 Meter dicke Eiszunge des Ekström-Schelfeises abrupt endet und zumindest im Sommer den Blick freigibt auf das Grau-Blau des Südpolarmeeres. „Wir haben im Zuge unserer Vorbereitung viele Fotos und Videos über die Arbeit an der Neumayer-Station gesehen und wussten eigentlich genau, was uns erwartet. Doch erst als ich das erste Mal hier oben an der Schelfeiskante saß, habe ich begriffen, dass ich jetzt wirklich in der Antarktis bin“, sagt Heitland. ◆

Sina Löschke



**Längsschnitt durch die Station** Wohn-, Arbeits- und Technikräume liegen oberhalb – Garage und Lagerräume unterhalb der Eisoberfläche. Bild: AWI

## EIN BAUWERK DER SUPERLATIVE

Die Neumayer-Station III ist eine von zwei Antarktis-Forschungsstationen, die auf einer schwimmenden Eiszunge errichtet wurden. Die Spezialkonstruktion vereint Wohnen, Forschen und alle wichtigen Betriebsprozesse unter einem Dach und beeindruckt nicht nur mit einer Tiefgarage, in welcher der gesamte Fuhrpark Platz findet.

<b>Kältererekord</b>	- 50,2°C (gemessen an der Station: 8.7.2010)
<b>Maße der Station</b>	<b>68 m x 24 m x 29,20 m (l x b x h)</b> (gemessen vom Boden der Garage bis zum Dach der Ballonhalle) <b>2.300 t schwer</b>
<b>Nutzfläche</b>	insgesamt <b>4.890 qm</b> über <b>4 Etagen</b> (entspricht ca. der Mindestgröße eines Fußballfeldes)
<b>Zahl der Räume</b>	<b>15</b> Wohn- und Schlafräume <b>12</b> Büros und Labore + Küche, Lounge, mehrere Lager und Werkstätten, Hospital
<b>Zahl der Fenster</b>	<b>55</b>
<b>Im Innern der Station wurden verlegt:</b>	<b>42.000 m</b> Elektrokabel <b>1.200 m</b> Lüftungskanäle <b>1.500 m</b> Heizungsrohre <b>800 m</b> Hydraulikleitungen <b>1.300 m</b> Wasser- und Abwasserleitungen
<b>Fuhrpark</b>	<b>20</b> Pistenbullys <b>15</b> Motorschlitten <b>101</b> Schlitten für Transport von Fracht- oder Tankcontainern
<b>Max. Auslastung</b>	<b>56</b> Bewohner (4 pro Zimmer, Essen in Schichten)
<b>Mindestbesatzung</b>	Stationsteam mit <b>9</b> Mitgliedern (1 Arzt, 1 Koch, <b>3</b> Ingenieure, <b>4</b> Wissenschaftler)
<b>Bewegung</b>	<b>157 m</b> (Strecke, die sich die Station pro Jahr Richtung Schelfeiskante bewegt)

# Puzzler mit Weitblick

Christian Stegmann ist seit 2011 Leiter des DESY-Standorts in Zeuthen bei Berlin und Professor für Astroteilchenphysik an der Universität Potsdam. Er glaubt, dass wir bald ein neues Bild des Universums haben.

**B**etritt man Christian Stegmanns Büro auf dem Campus des Deutschen Elektronen-Synchrotrons (DESY) in Zeuthen bei Berlin, so fällt einem eins sofort ins Auge. An der Wand des 51-Jährigen hängt ein großes Graffiti-Bild, das einen Teil des Universums zeigt. Ein Bild mit Symbolcharakter für Stegmann.

„Das Bild ist Teil eines viel größeren Graffitis, das wir 2000 im Jahr der Physik für die Ausstellung ‚Reise zum Urknall‘ mit jungen Graffiti-Künstlern gemacht haben. Irgendwann bin ich in deren Atelier gekommen und die Künstler hatten das Raumschiff Voyager aus Star Trek dazu gemalt. Sozusagen um nicht nur einen Blick zurück, sondern auch in die Zukunft zu wagen. Ich fand die Idee sofort super und finde, es ist ein tolles Bild geworden“, sagt Stegmann, für den Kreativität sowohl beruflich als auch im Privatleben wichtig ist. Das Bild ist eigentlich ein Relikt aus Stegmanns Zeit als PostDoc am DESY, als Leiter des Standorts hat er es sich jetzt zurück ins Büro geholt.

Neben der Voyager sind auf dem Bild auch kosmische Strahlungen in Form von weißen Strahlen zu erkennen. Auf diese hochenergetischen Teilchen, die ständig auf die Erde prasseln, fokussiert sich Stegmanns aktuelle Forschung. „Wir wissen seit über 100 Jahren, dass es kosmische Strahlung gibt. Wo sie herkommt, wissen wir immer noch nicht“, sagt der Astrophysiker. „Ich glaube wir stehen gerade kurz davor, ein ganz neues Verständnis des Universums zu erhalten. Wir entdecken immer mehr Puzzleteile und lernen immer mehr darüber wie diese Puzzleteile genau aussehen. Gelingt es uns, diese zusammenzusetzen, so haben wir bald ein ganz neues Bild“.

Dieses Bild schärfer zu machen und das Puzzle Stück für Stück zusammenzusetzen, um das Universum zu verstehen, fasziniert Stegmann schon lange. Diese Faszination bewog ihn auch dazu, den Weg von der heimatlichen Kleinstadt an die Universität Bonn zu wagen und Physik zu studieren: „Ich wollte nach dem Abitur vor allem rausgucken. Weg von der Erde, hinaus ins Univer-

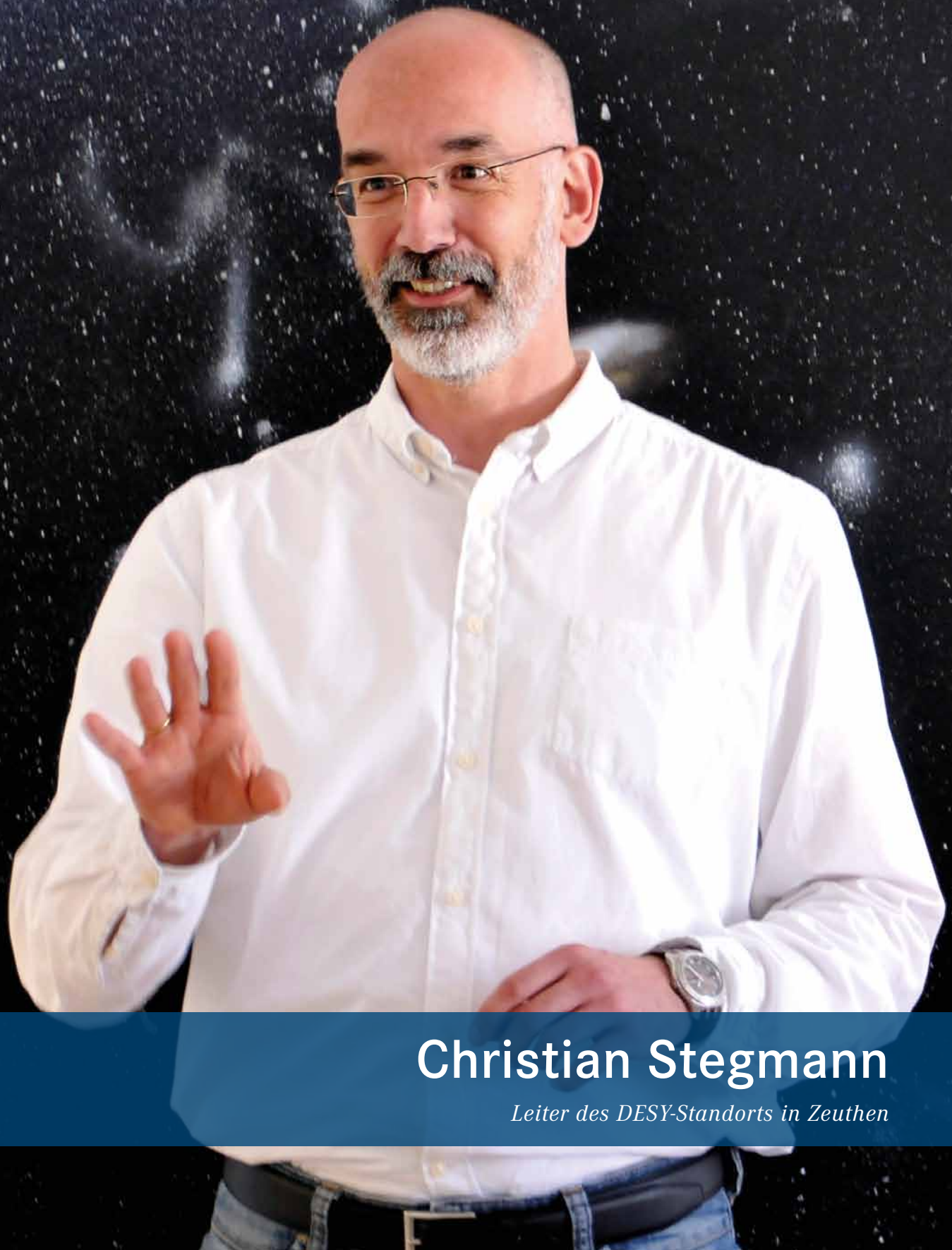
sum.“ Sein Interesse galt und gilt noch heute vor allem dem Verständnis der fundamentalen Prozesse, die unsere Existenz bestimmen. In der Physik lässt einem dieses Interesse zwei Möglichkeiten: die Astronomie und die Teilchenphysik, also die ganz großen oder die ganz kleinen Skalen.

Stegmann entschied sich zunächst für die Welt des ganz Kleinen, nicht zuletzt weil er 1990 am Sommerstudienprogramm des CERN teilnahm. „Danach war ich infiziert“, sagt er. „Als ich das erste Mal in einer der großen Detektoren-Hallen stand, hat es mich aber auch schon erschlagen. Da dachte ich nur: Mensch, was machen wir da, verstehen wir das überhaupt? Es wirkte damals eher wie Gewusel von vielen Menschen um einen riesigen Detektor“. Doch auch ein anderer Eindruck festigte sich in seiner Zeit am CERN, wo er später promovierte: „Da arbeiten hundert oder sogar tausend Menschen gemeinsam an einem Ziel. Egal, wo sie herkommen und egal, was ihre Geschichte ist, es geht allen nur darum, der Natur Geheimnisse zu entreißen“.

Diese enge Zusammenarbeit macht ihm nicht nur Spaß, sie ist für ihn zwingend notwendig, um neues über die einzelnen Puzzleteilchen herauszufinden. Schließlich läuft die Beschleunigung von elementaren Teilchen in der Natur in Dimensionen ab, die sich auf der Erde kaum rekonstruieren lassen. Nach seiner PostDoc-Zeit am DESY in Zeuthen wechselte Stegmann von der Welt der kleinsten Teilchen in die Astroteilchenphysik. Unter anderem, weil sich die Möglichkeit ergab, an die Humboldt-Universität zu wechseln und am Aufbau der H.E.S.S.-Teleskope in Namibia mitzuwirken, die zu den wichtigsten Messinstrumente für die Erforschung von Gammastrahlungs-Quellen gehören. Gammastrahlen sind die energiereichsten elektromagnetischen Wellen, die der Mensch kennt. Sie entstehen, wenn Materieteilchen auf unvorstellbare Energien beschleunigt werden, was beispielsweise in der Umgebung schwarzer Löcher oder durch rotierende Neutronensterne passieren kann. „Mit H.E.S.S. sind wir auf eine Goldmine →







**Christian Stegmann**

*Leiter des DESY-Standorts in Zeuthen*



**Unendliche Weiten** Das Weltraum-Graffiti mit dem Star Trek-Raumschiff Voyager hängt in Stegmanns Büro. Bild: DESY

gestoßen. Vorher gab es eine handvoll Quellen, jetzt sind es über 150“, sagt er. Mithilfe einer neuen großen Infrastruktur sollen noch mehr Puzzleteile gefunden und die Bilder auf den Puzzleteilen schärfer werden.

Diese aufzubauen, ist eines der Hauptziele von Stegmann und einer der Gründe, warum er nach sechs Jahren als Professor an der Universität Erlangen 2011 ans DESY zurückkehrte. „Um das Bild schärfer zu machen, brauchen wir große Teleskope und Helmholtz kann sowas eben, und wir hier am DESY in Zeuthen haben auch den speziellen Auftrag beim Aufbau solcher Infrastrukturen entscheidend mitzuwirken“, sagt er.

Der nächste große Schritt ist ein großes Gammastrahlen-Observatorium, das CTA-Observatorium, bei dem das DESY in Zeuthen federführend beteiligt ist. CTA steht für Cherenkov Telescope Array, eine Methode der Gammastrahlen-Astronomie, die auf der Beobachtung von Tscherenkow-Blitzen beruht. Diese kurzen, blauen Lichtblitze treten auf, wenn sehr energiereiche Gammastrahlung auf die Erdatmosphäre trifft. Die neue Beobachtungsanlage soll die Messung dieser Blitze ermöglichen und so Rückschlüsse auf die kosmischen Ereignisse zulassen, die Gammastrahlen produzieren. Zeuthen wird Standort des CTA Science Data Management Centre, also zentraler



**ONLINE**

Mehr Portraits finden Sie hier:

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



Koordinator für alle wissenschaftlichen Aktivitäten des Observatoriums.

Das erfordert Weitsicht. Die ist Stegmann ebenso wichtig, wie der Blick über den Tellerrand und die Öffnung nach außen – sowohl privat als auch in der Wissenschaft. „Wissenschaft muss Wege finden, Leute zu erreichen, die sie sonst nicht erreicht“, sagt er. „Wir müssen diese Brücken bauen. Postfaktisch ist das Wort des Jahres, und das ist ein echtes Warnsignal. Wir machen zwar viel Nachwuchsarbeit, aber wir müssen jetzt handeln und kreative neue Wege finden“. Deshalb hat er einen Künstler eingestellt, der Kommunikationsformate entwickeln soll, die genau diese Zielgruppen erreichen. Dabei geht es vor allem darum, zu erklären, warum ein wissenschaftsbasierter Faktenansatz der richtige Weg ist und warum Unsicherheiten in der Wissenschaft normal sind. Direkte Kommunikation und ein offenes Ohr für die Menschen sieht er als Schlüssel zum Erfolg.

Auch der DESY-Campus soll offener, kommunikativer und kreativer werden. „Das ist mir wichtig. Hier fehlen Orte, an denen man sich treffen kann. Vor allem dank der Ansiedlung des CTA-Observatoriums sehe ich eine große Chance den Campus umzubauen“, sagt Stegmann. „Natürlich geht es um wissenschaftliche Exzellenz, aber in einer schöneren Umgebung steigt aus meiner Sicht auch die Kreativität“.

Von den großen kosmischen Prozessen zurück in die sehr konkrete und manchmal kleinteilige Welt seiner direkten Umgebung: Kommunikation und Offenheit spielen spätestens seit in der Nähe seines Wohnorts in Karlshorst ein Flüchtlingsheim eröffnet wurde auch in seinem Privatleben eine Rolle. „Seitdem unterstützen meine Frau und ich geflüchtete Menschen“, sagt Stegmann, der für sechs Familien Wohnungen organisiert hat. Obwohl einer seiner beiden Söhne gerade ausgezogen ist und der andere kurz vor dem Abitur steht, ist seine Familie nun um einige Mitglieder reicher.

„Meine Familie besteht jetzt aus Syrern, Ägyptern und Afghanen. Man lernt dabei viel darüber, wie unterschiedlich man kulturell geprägt ist und wie nah man sich trotzdem stehen kann“, sagt er. „Das ist eine großartige Erfahrung, sie erweitert den Horizont. Gleichzeitig ist es schockierend von den Begebenheiten dort zu hören und das Versagen und die Ohnmacht Deutschlands und Europas zu sehen. Das kostet momentan meine gesamte Freizeit, ist aber jede Minute wert“.

**Rebecca Winkels**



# LUFTKANONE

## DAS BRAUCHST DU:



PET-FLASCHE MIT ETWAS GRÖßEREM DURCHMESSER



LUFTBALLON



KARTON- ODER KUNSTSTOFFRÖHRE



STARKES KLEBEBAND



SCHERE

Mit Luft kannst du viele spannende Experimente durchführen. Hier baust du dir eine Luftkanone, mit der du durch die Bewegung der Luft aus einiger Entfernung eine Kerze auslöschst. Natürlich lässt sich eine Kerze auch auspusten – das macht aber nur halb so viel Spaß.

## UND SO WIRD'S GEMACHT:

1. Schneide das Mundstück vom Ballon ab und spanne den Rest des Ballons über ein offenes Ende der Kartonröhre. Befestige ihn mit Klebeband.
2. Schneide den vorderen Teil der PET-Flasche so ab, dass die Öffnung ein wenig größer ist als die Kartonröhre.
3. Setze den abgeschnittenen Teil der Flasche auf das noch offene Ende der Röhre. Klebe die Flasche mit starkem Klebeband gut fest.

## ERKLÄRUNG:

Lässt du die gespannte Ballonhaut nach dem Spannen wieder los, wird die Luft im Inneren der Luftkanone schnell durch die Öffnung nach draußen gepresst. Seitlich an der Öffnung werden ruhende Luftteilchen von dem schnellen Luftstrom mitgerissen. Der Luftdruck am Rand der Öffnung nimmt dadurch ab. Es strömt aber gleich wieder Luft nach und so entsteht ein kreisrunder Luftwirbel, den man auch Wirbelring oder Vortex nennt. Erreicht dieser Wirbelwind die Kerze, wird auch dort die Luft verwirbelt, und die Kerze ausgelöscht.



ONLINE



Mehr über die Schülerlabore unter:  
→ [www.helmholtz.de/schuelerlabore](http://www.helmholtz.de/schuelerlabore)



VIDEO



Den Versuch gibt's auch als Video unter:  
→ [www.helmholtz.de/experiment](http://www.helmholtz.de/experiment)

Dieses Experiment stammt vom DESY-Schülerlabor physik.begreifen des Deutschen Elektronen-Synchrotrons DESY, Standort Hamburg. Schülerinnen und Schüler von der 4. bis zur 13. Klasse experimentieren dort zu spannenden physikalischen Themen – und das bereits seit fast zwei Jahrzehnten! Im September feiert physik.begreifen sein 20-jähriges Bestehen.

