

ANGEKOMMEN
Invasive Arten
erobern die Welt

UMGEDACHT
Demenzforschung
am Wendepunkt

AUSPROBIERT
Open Access im
Selbstversuch

18

26

34

HELMHOLTZ | PERSPEKTIVEN

DAS MAGAZIN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT | NR 05 | SEPTEMBER – OKTOBER 2016

www.helmholtz.de/perspektiven

Fenster zum Universum

Neue Einblicke in unendliche Weiten.
Warum es Astrophysikern immer besser gelingt,
das Universum zu verstehen

ZUKUNFT

PASSIERT NICHT EINFACH.

ICH BIN
EIN TEIL
VON IHR.

SIE IST DAS
MÖGLICHE,

DAS NOCH

NICHT GEMACHT

UND
ERFUNDENE-

UND ICH
**GESTALTE
SIE.**

→ HELMHOLTZ extrem

Das selbstständigste Auto

Auf den ersten Blick sieht „BerthaOne“ aus wie eine ganz normale Mercedes-S-Klasse, für Christoph Stiller aber ist sie etwas ganz Besonderes. Ganz ohne menschliche Steuerung überquert das Auto Kreuzungen, bleibt an Ampeln stehen und weicht Fußgängern aus. „Das Fahrzeug ist mit speziellen Sensoren ausgestattet und erschließt sich so seine Umgebung“, sagt Stiller. Er ist Leiter des Instituts für Mess- und Regelungstechnik des Karlsruher Instituts für Technologie, dessen Team das Fahrzeug gemeinsam mit Partnern der Daimler AG und des Forschungszentrums Informatik am KIT entwickelt hat. Während der Fahrt wird aus den gesammelten Daten eine digitale Karte erstellt, an der sich das Auto orientiert. Diese ist nicht nur genauer als normale Straßenkarten, sie enthält auch Informationen über die Strecke, die für die Fahrzeugführung relevant sind, beispielsweise Ampeln oder Vorfahrtsregelungen. Basierend auf der Karte wählt „BerthaOne“ – benannt nach der deutschen Automobilpionierin Bertha Benz – ihre Fahrmanöver aus. Anders als

normale Autofahrer wählt sie dabei immer die taktisch-klügste und sicherste Lösung aus. Waghalsigen Überholmanöver würde das voll-automatische Auto also ein Ende setzen: „Wenn nur noch automatische Autos unterwegs wären, würde der Verkehr einem Fischschwarm ähneln und deutlich geordneter, sicherer und flüssiger sein. Außerdem erhöhen sie die Mobilität der Menschen, da sie auch von Menschen genutzt werden können, die aktuell nicht in der Lage sind Auto zu fahren“, sagt Stiller. Bis dahin ist es allerdings noch ein langer Weg.

„Noch sind die Autos nicht sicher genug für die Serienproduktion“, sagt Stiller. So müssen beispielsweise noch Lösungen für kurzfristige und seltene Ereignisse, wie ausfallende Ampeln oder von Polizisten gelenkter Verkehr, gefunden werden. Bis das gelingt, fährt „BerthaOne“ vorerst nur auf Teststrecken und immer mit einem Sicherheitsfahrer an Bord, der jederzeit eingreifen kann. ■

Rebecca Winkels

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



BerthaOne Die Mercedes-S-Klasse „BerthaOne“ ist das selbstständigste Fahrzeug der Helmholtz-Gemeinschaft. Bild: KIT



Impressum

Helmholtz Perspektiven

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

Herausgeber Helmholtz-Gemeinschaft

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

Redaktion Peter Achenbach, Kristine August,
Saskia Blank, Thomas Bührke, Gerd Gigerenzer,
Peter Gotzner, Christian Heinrich, Roland Koch
(V.i.S.d.P.), Kilian Kirchgeßner, Annette Leßmöllmann,
Andreas Neidlinger, Ragnar Vogt, Rebecca Winkels

Artredaktion Stephanie Lochmüller

Gestaltungskonzept Kathrin Schüler

Druck/Vertrieb ARNOLD group, Großbeeren

Bildnachweise Umschlag/Titel: Alessandro Carosi;
S. 4: David Ausserhofer; S. 5: IAC, Karsten Reise/
AWI, jackmac34/pixabay, freshidea/Fotolia, Andreas
Kubatzki/HZB, Behrendt/KIT, Breig/KIT, Martin
Wegener; S. 6-7: IAC; S. 12-13: X-ray: NASA/CXC/
Curtin University/R. Soria et al., Optical: NASA/
STScI/ Middlebury College/F. Winkler et al.; S. 19:
v.l.n.r.: SHAWSHANK61/pixabay, Karsten Reise/AWI,
Karsten Reise/AWI, Karsten Reise/AWI, erge/pixabay,
Martin Prochazkacz/shutterstock, anatolypareev/
shutterstock, jackmac34/pixabay; S. 22-24: Jindrich
Novotny; S. 25: mirpic/Fotolia, Saimen/photocase.
com; S. 28 Double Brain/shutterstock; S. 30: concept
w/Fotolia; S. 33: Veronika Mischitz/Helmholtz
(CC BY-ND 3.0); S. 34-35: Freestockcenter/Freepik;
S. 36: Behrendt/KIT (o.li.), Martin Wegener (u.li.),
Breig/KIT (re.); S. 38: Helmholtz-Zentrum für
Infektionsforschung, Gesine Born/DESY, Helmholtz-
Zentrum Dresden-Rossendorf; S. 39: Deutsches
Zentrum für Luft- und Raumfahrt, animaflora/Fotolia

ISSN 2197-1579

Papier Circle Silk®



Liebe Leserinnen und Leser,

genau 50 Jahre ist es jetzt her, dass das Raumschiff Enterprise in die unendlichen Weiten des Weltraums aufbrach, um nach außerirdischem Leben zu suchen. Captain Kirk und seine Crew haben seither ein Millionenpublikum für die Geheimnisse des Universums begeistert. Diese Faszination hält bis heute an. In den vergangenen zehn Jahren haben Astronomen nun ganz neue Beobachtungsmöglichkeiten geschaffen. Dazu müssen sie die Erde nicht einmal verlassen. Mit teils spektakulären Observatorien können sie Schwarze Löcher erkunden oder die physikalischen Vorgänge im Zentrum der Milchstraße widerspruchsfrei erklären. Wie das funktioniert, erfahren Sie in unserer Titelgeschichte. → [Seite 6](#)

Um das Thema Reisen geht es auch bei einem ganz irdischen Problem. Weltweit verbreiten sich Pflanzen und Tiere jenseits ihrer Heimat. Mitunter werden diese so genannten invasiven Arten bewusst in andere Länder gebracht, weil Menschen sie dort beheimaten wollen. Manchmal geschieht dies aber auch versehentlich, wenn Krebse oder Muscheln beispielsweise als blinde Passagiere an oder in Schiffen mitreisen. Das ist nicht immer gut. Die Neuankömmlinge können schnell zum Problem für einheimische Arten werden und enorme wirtschaftliche Schäden anrichten. → [Seite 18](#)

Ein unerwartetes Ende könnte eine „Forschungsreise“ aus dem Gesundheitsbereich nehmen. Die Suche nach einer Therapie gegen Alzheimer könnte sich schon in wenigen Wochen als Geschichte eines großen Irrtums erweisen. Denn Ende dieses Jahres soll eine Studie erscheinen, an der sich entscheiden könnte, ob Wissenschaftler weltweit womöglich über Jahre vergebens geforscht haben. Dem Protein Amyloid wurde lange Zeit eine Schlüsselrolle bei der Alzheimer-Erkrankung zugeschrieben. Jetzt gibt es ernsthafte Zweifel an dieser Hypothese. → [Seite 26](#)

Zum Schluss haben wir für Sie noch eine Nachricht in eigener Sache: Die nächste Ausgabe der Helmholtz Perspektiven wird Sie im Januar 2017 erreichen – und dann eine Überraschung parat haben: Wir werden unserem Layout eine kleine Frischzellenkur verpassen und auch unser inhaltliches Angebot weiter ausbauen. Künftig werden Sie von uns vier Mal im Jahr ein noch besseres Forschungsmagazin erhalten. Seien Sie gespannt!

Roland Koch

Pressesprecher

→ Abonnement

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



TITELTHEMA

06 FENSTER ZUM UNIVERSUM

In der Astrophysik herrscht dank moderner Technologien und neuer Rechenmodelle Aufbruchstimmung. Ein Überblick

12 GRAVITATIONSWELLEN – EIN DURCHBRUCH AUF DEN SPUREN VON ALBERT EINSTEIN

03

Helmholtz extrem
Das selbstständigste Auto

14

Telegramm

17

Nachgefragt
Was ist Weltraumwetter?



18

Gekommen, um zu bleiben
Einblicke in die Problematik der vermehrten Einwanderung gebietsfremder Arten

22

Wissen oder nicht wissen?
Zwei Blickwinkel:
Peter Achenbach und Gerd Gigerenzer

24

Höchste Zeit für skeptisches Vertrauen
Ein Kommentar von Annette Leßmöllmann über Vertrauen in die Wissenschaft

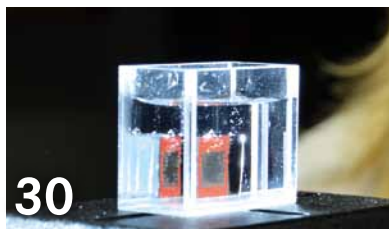
25

Von Sinn und Bild
Eine Geschichte aus dem Journal für ungelöste Fragen



26

Neben der Spur
Warum die Alzheimerforschung an einem Wendepunkt stehen könnte



30

Die atmende Solarzelle
Wasserstoff könnte eine Schlüsselrolle für die Energieforschung spielen

33

Comic
Weltall – Ursache & Wirkung

34

Interview
Open Access –
Ein Gespräch über Transparenz



36

Revolution in der Petrischale
Die drei Erwin-Schrödinger-Preisträger 2016 im Porträt

38

Personalien

39

Kleine Forscher
Ebbe und Flut

FENSTER ZUM UNIVERSUM

Soviel Bewegung wie derzeit war in der Astrophysik noch nie: Dank modernster Technologie und neuer Rechenmodelle dringen die Wissenschaftler weiter ins Universum vor als jemals zuvor – und das mit ungeahnter Präzision. Einblicke in ein hochkomplexes Forschungsgebiet voller Aufbruchstimmung



Das CTA-Observatorium wird am DESY in Zeuthen wissenschaftlich koordiniert.

Ein **Interview** dazu gibt es hier:

→ www.helmholtz.de/cta

Offiziell misst der Cerro Armazones, ein Berg in den chilenischen Anden, 3064 Meter. Seit Juni 2014 ist er aber um ein paar Meter niedriger geworden. Der Grund: Mit zahlreichen Sprengungen wurde der Gipfel eingeebnet, um Platz für das künftig größte Teleskop der Erde zu schaffen, das European Extremely Large Telescope der Europäischen Südsternwarte. Das eine Milliarde Euro teure Riesenaugen wird einen Hauptspiegel mit 39 Metern Durchmesser erhalten. Da sich ein solcher Reflektor nicht am Stück fertigen lässt, wird er aus fast 800 sechseckigen Elementen zusammengesetzt. Wenn das Teleskop 2024 in Betrieb geht, wird dessen Spiegel hundert Millionen Mal mehr Licht sammeln als das menschliche Auge und Bilder mit bislang unvorstellbarer Detailschärfe liefern.

Ein ähnlich gewaltiges Projekt befindet sich derzeit ganz in der Nähe im Bau: Auf das Chrenkov Telescope Array (CTA) setzen die Wissenschaftler die größten Hoffnungen; mehr als hundert Teleskope unterschiedlicher Größe umfasst es, mit deren Hilfe sich Gammastrahlung beobachten lässt – eine Methode, die präzise Rückschlüsse

auf die Vorgänge im Universum zulässt. Das CTA wird an zwei Standorten aufgebaut, in Chile und auf La Palma.


„Mit diesen neuartigen Anlagen kommen jahrzehntelange Forschungsarbeiten zum Abschluss“, erklärt David Paneque, der am Max-Planck-Institut für Physik in München für die wissenschaftliche Koordination des Hochenergie-Gammastrahlenobservatoriums MAGIC verantwortlich ist. „Es ist aber auch ein wenig Zufall, dass gerade jetzt die technischen Anforderungen erreicht werden.“

DER FRÜHESTE ZUGANG ZUM UNIVERSUM

Um die Tragweite der aktuellen Fortschritte zu ermessen, ist ein Blick in die Vergangenheit der Astrophysik unumgänglich – eine Vergangenheit, die im Jahr 1609 beginnt. Damals wurde das sichtbare Licht dank Galileis ersten Fernrohrbeobachtungen zum Zugang zum Universum – zum einzigen Zugang. Optische Teleskope haben bis heute immer wieder zu sensationellen Entdeckungen geführt. Eines der markantesten Beispiele sind extrasolare Planeten, die nicht

Teleskopfelder Das CTA-Observatorium vereint insgesamt rund 100 Einzelteleskope an zwei Standorten.
Grafik: DESY/Milde Science Comm./Exozet





Doppelstern Kepler-47 ist ein Doppelstern, der von zwei Planeten umrundet wird. Grafik: NASA/JPL-Caltech/T. Pyle

wie die Erde um unsere Sonne kreisen, sondern um entfernte Sterne. Ihre Entdeckung im Jahr 1995 hat in der Astrophysik für Aufbruchstimmung gesorgt. Heute kennen die Forscher rund 3000 Exoplaneten. Mit dem Weltraumteleskop Kepler haben Forscher weitere 2500 gefunden, die aber noch bestätigt werden müssen. Das nächste große Ziel besteht darin, vorwiegend im Bereich des sichtbaren Lichts Atmosphären zu studieren und in ihnen nach Molekülararten zu suchen, die auf Leben hinweisen.

Der Bereich des sichtbaren Lichts stellt nur einen winzigen Ausschnitt des elektromagnetischen Spektrums dar. Kosmische Ereignisse erzeugen Licht mit Wellenlängen weit außerhalb dieses Bereichs. Seit dem Ende des Zweiten Weltkrieges haben die Forscher sukzessiv einen Bereich nach dem anderen erobert. Das gesamte nutzbare Spektrum reicht von Wellenlängen um hundert Femtometer (10^{-13} Meter) bis hin zu zehn Metern. Dieser Bereich hat gewaltige Ausmaße: Setzt man ihn gleich mit dem Abstand von der Erde zum Mond, dann nähme der winzige Ausschnitt, den das menschliche Auge wahrnimmt, etwa die Breite eines menschlichen Haares ein.

GROSSE ENTDECKUNGEN DURCH NEUE WELLENLÄNGEN

Jeder Wellenlängenbereich lässt das Universum auch im übertragenen Sinne des Wortes in einem anderen Licht erscheinen. Und jedes neue Wellenlängenfenster, das die Astronomen in der Vergangenheit öffneten, führte zu unvorhergesehenen Entdeckungen.

Im Bereich der Radiowellen stießen Astronomen in den 1960er Jahren auf Pulsare. Das sind extrem schnell rotierende Neutronensterne, rund 20 Kilometer große Überreste explodierter Sterne, sogenannter Supernovae. In ihnen ist die Materie so stark komprimiert, dass ein Teelöffel davon auf der Erde so viel wöge wie eine Million Fernverkehrszüge. Diese Pulsare besitzen ein extrem starkes

Magnetfeld, entlang dessen Achse Teilchen beschleunigt werden, die Radiowellen, Licht und andere elektromagnetische Wellen aussenden. Wenn die Rotations- und die Magnetfeldachse zueinander geneigt sind, streifen diese Strahlen wie zwei Scheinwerfer eines Leuchtturms durch das All. Treffen sie dabei auf die Erde, so registrieren Astronomen ein blinkendes oder pulsierendes Signal.

Auch der Infrarotbereich eröffnete völlig neue Beobachtungsmöglichkeiten. So können diese Wellen dichte Staubwolken durchdringen, die dem bloßen Auge als Schwarz erscheinen. Dadurch lässt sich das Innere von Staubwolken studieren, wo neue Sterne und Planeten entstehen. Im Röntgenbereich wiederum offenbaren sich die energiereichsten kosmischen Objekte, weil diese Form der elektromagnetischen Strahlung bei sehr hohen Temperaturen entsteht. Beispiele sind Gaswolken explodierter Sterne oder die nahe Umgebung Schwarzer Löcher. ▶



Entstehung eines Pulsars Ein Stern kollabiert zu einem Neutronenstern. Es strömt Material von seinem Begleiter zu ihm. Die einfallende Materie wird stark beschleunigt, erhitzt sich und sendet Strahlung aus. Schließlich ist ein Pulsar entstanden, der sich bis zu 1000 mal pro Sekunde dreht. Grafik: Dana Berry/NASA Goddard Space Flight Center

Bei noch kürzeren Wellenlängen im Gammabereich lässt sich beobachten, wie Sterne das Universum mit Materie anreichern. Sehr große Sterne produzieren am Ende ihres Lebens schwere Elemente, die auch radioaktiv sein können. Bei ihrem Zerfall wird charakteristische Gammastrahlung frei. Auch Strahlung, die bei der gegenseitigen Vernichtung von Materie und Antimaterie frei wird, ließ sich beobachten.

GAMMASTRAHLEN ALS NEUER HOFFUNGSTRÄGER

In den vergangenen zehn Jahren haben Astronomen gänzlich neue Beobachtungsmöglichkeiten geschaffen – mit teils spektakulären Ergebnissen. So hatten Forscher schon seit Anfang der 1980er Jahre Hinweise auf Himmelskörper, die Gammastrahlung mit Energien aussenden, welche die des Lichts um das Billiardenfache übertreffen. Wenn die Gammastrahlung in die Atmosphäre gelangt, stößt sie dort mit Atomen zusammen, so dass diese zerspringen. Die atomaren Trümmer rasen weiter in Richtung Erdboden, treffen dabei auf weitere Atome, die ebenfalls platzen. Es entsteht eine Teilchenlawine in der Hochatmosphäre, die einen schwachen, nur wenige Milliardstel Sekunden dauernden Lichtblitz erzeugt. Diese sogenannte Tscherenkow-Strahlung lässt sich mit

großen Teleskopen am Boden beobachten. Die Hochenergie-Gammaastronomie verwendet also die Atmosphäre wie einen riesigen Leuchtschirm.

Was die Forscher mit H.E.S.S. und MAGIC beobachten, nennen sie die „stärksten Teilchenbeschleuniger im Universum“

Die derzeit größten Observatorien für diese Forschung sind H.E.S.S. (High Energy Stereoscopic System) in Namibia und MAGIC (Major Atmospheric Gamma-Ray Imaging Cherenkov Telescopes) auf La Palma. Die beiden Anlagen entstanden unter Leitung des Max-Planck-Instituts für Kernphysik in Heidelberg beziehungsweise des Max-Planck-Instituts für Physik in München. An beiden Observatorien sind Physiker des Deutschen Elektronen-Synchrotrons (DESY) aus Zeuthen beteiligt, einem Forschungszentrum der Helmholtz-Gemeinschaft.

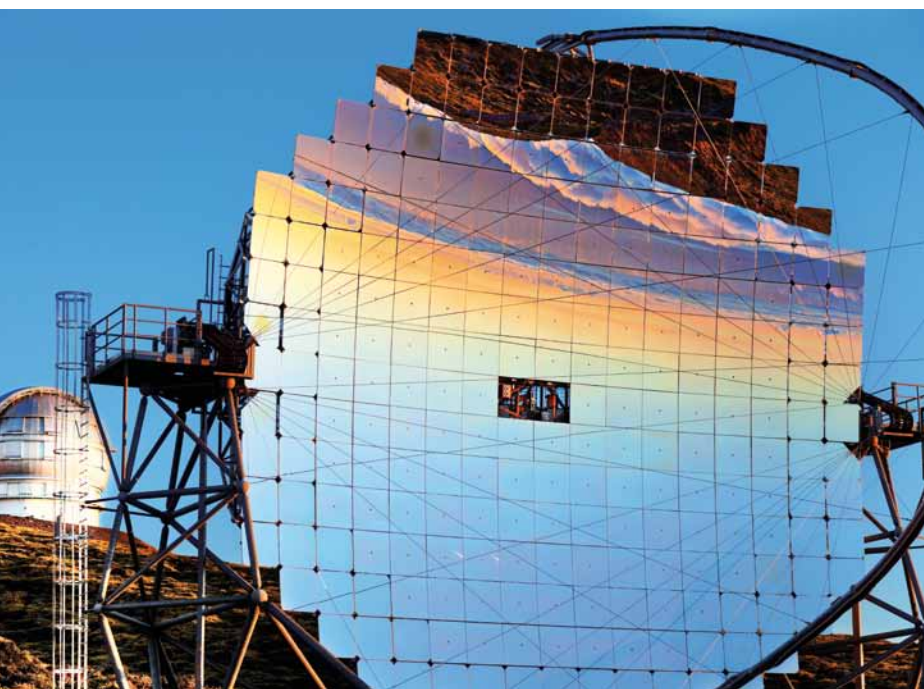
Was die Forscher mit H.E.S.S. und MAGIC beobachten, nennen sie die „stärksten Teilchenbeschleuniger im Universum“. Die erzeugen auf unterschiedliche Art starke Magnetfelder, in denen elektrisch geladene Teilchen auf nahezu Lichtgeschwindigkeit gebracht werden. Wenn sie mit anderen Teilchen kollidieren, entsteht Gammastrahlung. Diese wird nicht von Magnetfeldern beeinflusst und breitet sich ungehindert im All aus. Jüngst gelang es der H.E.S.S.-Kollaboration erstmals, energiereiche Gammastrahlung aus dem Zentrum der Milchstraße nachzuweisen. Dort befindet sich ein gewaltiges Schwarzes Loch. Die Strahlung entsteht nach heutigen Modellen dadurch, dass Protonen in der Umgebung des Schwarzen Lochs auf Energien beschleunigt werden, die mehrere hundert Mal höher sind als in dem größten irdischen Teilchenbeschleuniger, dem Large Hadron Collider (LHC) in Genf. Wenn die Protonen zufällig mit einem Atom zusammenstoßen, wird die beobachtete Gammastrahlung frei. Zusammen mit Beobachtungen vor allem im Infrarot- und Radiobereich fließen diese Ergebnisse in ein physikalisches Modell von den Vorgängen im Zentrum der Milchstraße ein, das in sich widerspruchsfrei ist.

Das geplante Cherenkov Telescope Array (CTA) soll eine Nachfolgeanlage von H.E.S.S. und MAGIC werden – und an deren Erfolge anknüpfen. Kürzlich wurde beschlossen, das Zentrum für die Datenaufbereitung und den Sitz des wissenschaftlichen Direktors des CTA am Forschungszentrum

Sie wollen die Dimensionen des Weltalls besser verstehen?

Hier erklären wir sie in einem Video:

→ www.helmholtz.de/videoastrophysik



Spiegelfeld Das MAGIC-Teleskop auf La Palma besteht aus einer Spiegeloberfläche, die 239 Quadratmeter groß ist. Bild: Pablo Bonet/IAC

DESY in Zeuthen anzusiedeln. Anfang des nächsten Jahrzehnts soll dieses weltweit einzigartige Observatorium aufgebaut sein. „Die wichtigsten drei Projekte der Gammastrahlen-Astronomie der Vergangenheit – H.E.S.S., MAGIC und VERITAS in den USA – haben den Grundstein gelegt“, erklärt Johannes Knapp vom DESY in Zeuthen, einer der CTA-Koordinatoren: „Im CTA-Projekt arbeiten Experten aus allen drei Experimenten zusammen, um den nächsten Schritt zu gehen.“

OBSERVATORIUM IM EWIGEN EIS

Ein ebenfalls noch junger Spross der Astrophysik nutzt Neutrinos als kosmische Boten. Die der Erde am nächsten gelegene Quelle dieser Teilchen ist die Sonne. Sie liefert aber nur Neutrinos mit geringer Energie. Spannend ist seit kurzem die Suche nach hochenergetischen Neutrinos geworden, denn sie entstehen unter ähnlichen Bedingungen wie die Gammastrahlung und künden also von den spektakulären Vorgängen im All. Neutrinos nachzuweisen, ist jedoch enorm aufwendig, weil sie jede Art von Materie fast ungehindert durchdringen. Man benötigt deshalb riesige Detektoren, damit hin und wieder ein Neutrino darin mit einem Atom zusammenstößt. Dann löst es einen verräterischen Tscherenkow-Blitz aus, der den Forschern Energie und Herkunftsrichtung des Neutrinos verrät. So ist es prinzipiell möglich, die Quelle am Himmel zu lokalisieren. Befindet sich dort ein bereits bekannter Himmelskörper, so steuern die Neutrinos einen weiteren Aspekt zu dessen Beschreibung bei.

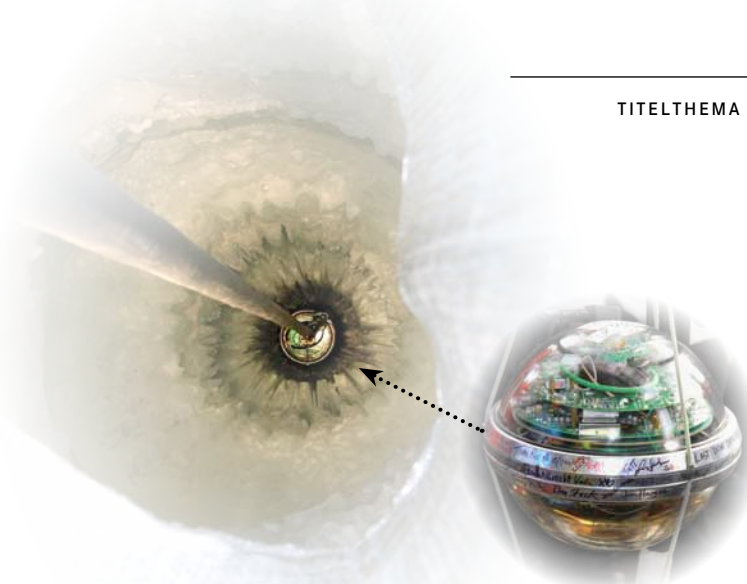
Das größte Neutrino-Observatorium befindet sich in der Antarktis. Mehr als 5000 lichtempfindliche Detektoren sind an Kabeltrossen im Eis verankert und suchen in Tiefen zwischen 1450 und 2450 Metern ein Volumen von einem Kubikmeter nach den Neutrino-Signalen ab. IceCube

haben die Forscher die Anlage deshalb genannt. Das antarktische Eis bildet einen riesigen natürlichen Detektor, den man in dieser Größe nicht künstlich herstellen kann. Zwei weitere Anlagen im Mittelmeer und im Baikalsee arbeiten nach demselben Prinzip; sie nutzen das Wasser als Detektor.

Innerhalb der vergangenen vier Jahre konnte IceCube extrem energiereiche Neutrinos aus dem Kosmos nachweisen. Allerdings reicht die Zahl noch nicht aus, um sie eindeutig bekannten Himmelskörpern zuzuordnen – dazu müssten mehrere Neutrinos von derselben Stelle am Himmel kommen, was bislang nicht der Fall war.

Die Forscher wollen sich deshalb intensiver auf die Neutrinos stürzen und IceCube auf ein gewaltiges Detektorvolumen von zehn Kubikkilometern erweitern. Neben den anderen Teleskopen, die in den kommenden Jahren überall auf der Welt entstehen sollen, wird das eine weitere astrophysische Baustelle, von der aus die Wissenschaftler den Geheimnissen des Universums näher kommen.

Thomas Bührke



Sensoren im Eis

IceCube ist ein Neutrino-Observatorium in der Antarktis. Es sucht und misst mit verschiedenen Sensoren, sogenannten Digital Optical Modules (DOM), Tscherenkow-Leuchtspektren im Eis. Dazu werden die Sensoren in mit heißem Wasser gebohrten Löchern versenkt, die anschließend wieder zufrieren. Bilder: Jim Haugen, IceCube/NSF (li.); Robert Schwarz/NSF (re.)

IceCube

Das Observatorium ist Teil der Amundson-Scott-Südpolstation. Bild: Erik Beiser



„Wir sind endlich auf dem Weg zur echten Gravitationswellen-Astronomie!“

Auf den Fersen von Einstein haben deutsche Wissenschaftler einen Durchbruch erreicht, von dem sie sich einen völlig neuen Zugang zum Universum versprechen

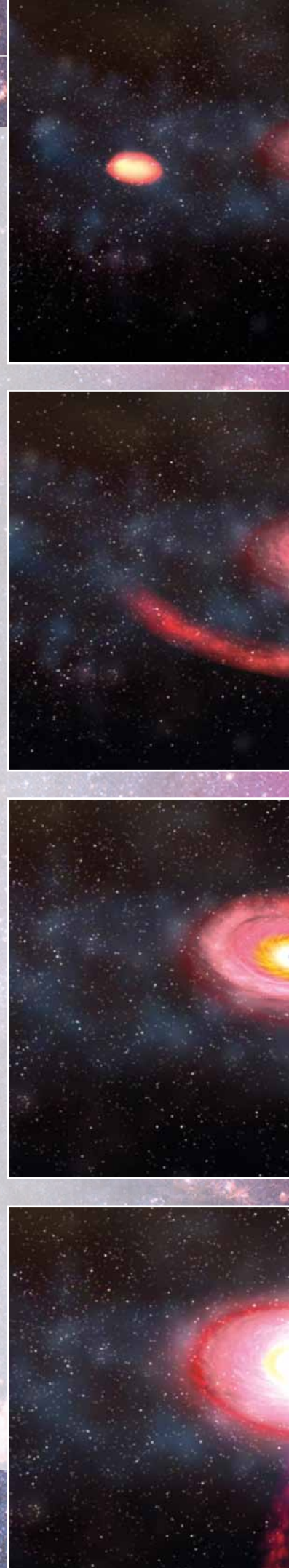
Der spezielle Detektor in den USA ermöglicht Messungen, die bislang nicht möglich schienen: Mit der gewaltigen Anlage namens LIGO wiesen Forscher die Schrumpfung und Dehnung des Raums nach. Zusammen mit verbesserter Technik und spektakulären Rechenmodellen, die Forscher in Deutschland mitentwickelt haben, könnte das den Weg zu Quellen auf der unbekannten Seite des Universums ebnen.

Diese Forschung im Bereich der Gravitationswellen geht auf ein Prinzip zurück, das Albert Einstein vor hundert Jahren entdeckt hatte. Er erkannte, dass die Schwerkraft (Gravitation) keine Kraft im üblichen Sinne ist, sondern eine Eigenschaft von Raum und Zeit. Um dies zu verstehen, vereinfacht man meist in Gedanken den dreidimensionalen Raum auf eine zweidimensionale Fläche. Jede Art von Materie verbiegt den Raum um sich herum; ein Himmelskörper liegt dann gewissermaßen in einer Mulde, ähnlich wie eine Eisenkugel in einem Gummituch. Alle Körper und auch Licht müssen dieser Krümmung folgen, was wie der Einfluss einer unsichtbaren Kraft erscheint. Einstein sagte voraus, dass jede Art von beschleunigter Masse Wellen auslöst, etwa so wie ein ins Wasser geworfener Stein. Das gilt insbesondere für schwere Himmelskörper. Aus solchen Gravitationswellen können die Wissenschaftler weitreichende Rückschlüsse über kosmische Vorgänge ziehen. Genau an dieser Stelle setzt die jüngste

Forschung an: Gravitationswellen breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit aus und schrumpfen und dehnen überall dort, wo sie auftreten, kurzfristig den Raum – allerdings nur um den Bruchteil eines Atomkerndurchmessers. Was lange nicht messbar erschien, wurde jetzt durch den Einsatz des Detektors LIGO möglich. Der besteht aus zwei rechtwinklig zueinander verlaufenden Röhren, die jeweils vier Kilometer lang sind. Darin breitet sich ein Laserstrahl aus, der an den Enden der Röhren zurückgespiegelt und in einem Punkt zusammengeführt wird. Rauscht eine Gravitationswelle über diese Anlage hinweg, so schrumpft sie für den Bruchteil einer Sekunde den Raum und damit die Längen der beiden Laserstrahlen. Das lässt sich am Schnittpunkt der beiden Strahlen mit unglaublicher Genauigkeit nachweisen.

Ab Herbst hoffen die Forscher, vielleicht jede Woche ein Gravitationswellensignal von Schwarzen Löchern, Neutronensternen oder Supernovae zu empfangen

Am 15. September und 26. Dezember 2015 registrierten die beiden LIGO-Antennen ein nur wenige Zehntelsekunden dauerndes Zittern. Eine Analyse der beiden sinusförmigen Signale ergab eine Fülle von Details über die Quellen. Im ersten Fall hatten sich in einer 1,3 Milli-



Verschlungen Gigantische Schwarze Löcher bilden den Mittelpunkt der meisten Galaxien. Kommt ein Stern ihnen zu nahe, zieht das Loch ihn an. Der Stern wirbelt um das Schwarze Loch herum, erhitzt sich, leuchtet ein letztes Mal hell auf und wird dann verschluckt. Bilder: Dana Berry/NASA

arden Lichtjahre entfernten Galaxie zwei Schwarze Löcher umkreist und strahlten dabei Gravitationswellen ab. Dadurch verloren sie an Bewegungsenergie, näherten sich auf einer spiralförmigen Bahn einander an, bis sie kollidierten und zu einem neuen Schwarzen Loch verschmolzen. In den finalen zwei Zehntelsekunden strahlten die beiden Körper 50-mal mehr Energie in Form von Gravitationswellen ab als alle Sterne im Universum in Form von Licht und anderer elektromagnetischer Strahlung zusammen – das erklärt das erste Zittern, das die LIGO-Detektoren wahrgenommen hatten. Das zweite Ereignis vom 26. Dezember ging auf einen ähnlichen Vorgang zurück, bei dem die beiden Schwarzen Löcher etwas kleiner waren.

„Nach so vielen Jahren von Forschung, Entwicklung und Vorbereitung ist es sehr befriedigend, unsere Vision endlich wahr werden zu sehen“

Sowohl das Herausfischen eines nur wenige Zehntelsekunden lange dauernden Gravitationswellensignals aus dem unentwegten Datenstrom als auch die spätere Analyse bilden einen Schwerpunkt der Forschung am Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik in Potsdam-Golm.

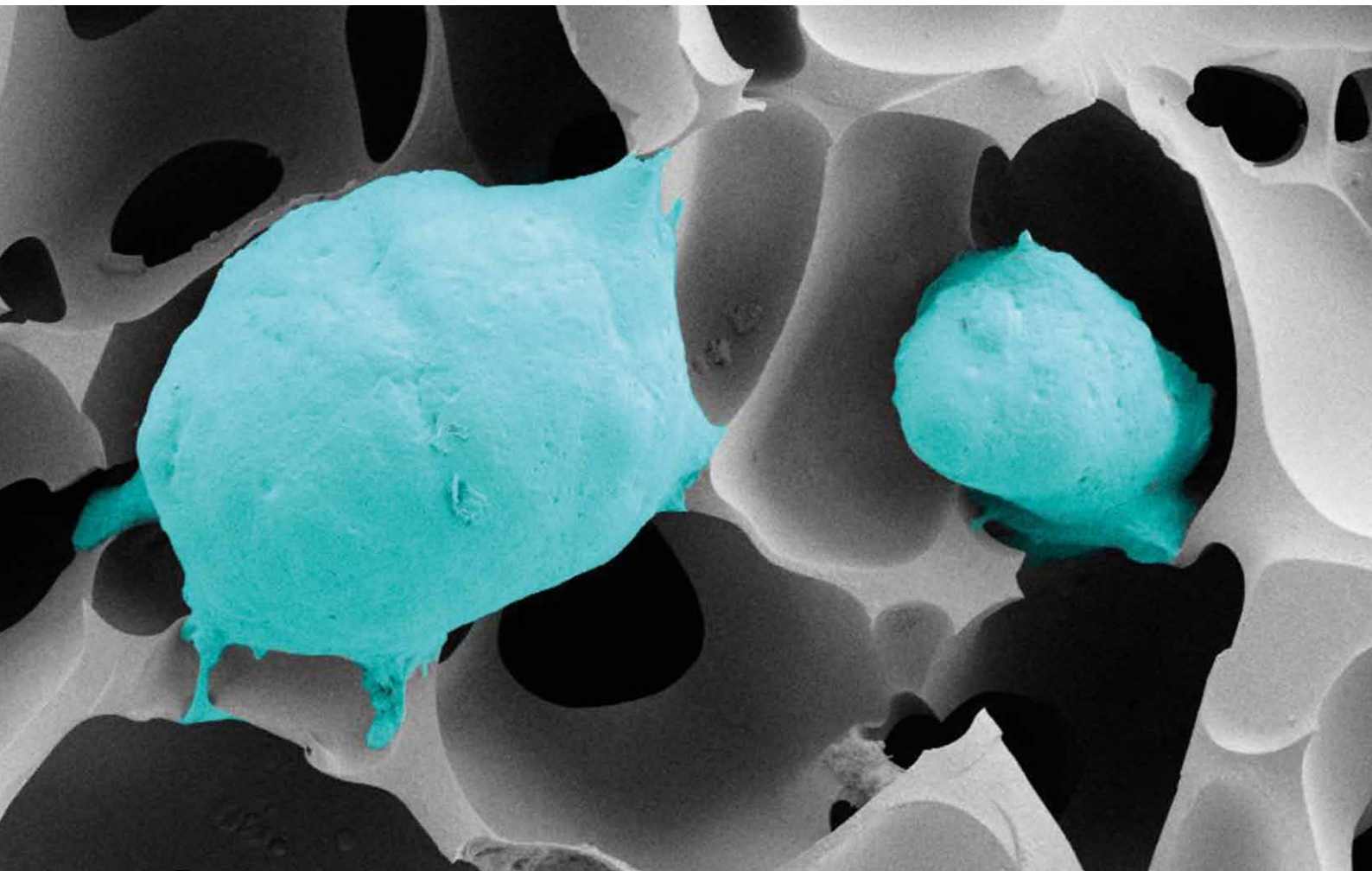
Das Hauptproblem sind die Einstein-Gleichungen, mit denen man den gekrümmten Raum berechnet. Diese sind so kompliziert, dass es bis vor knapp zehn Jahren noch nicht möglich war, den Umlauf von zwei Schwarzen Löchern umeinander zu berechnen. Das Computerprogramm stürzte bereits nach einem Umlauf ab oder lieferte unsinnige Ergebnisse. Die Max-Planck-Forscherin Alessandra Buonanno hat neue Lösungswege entwickelt, die die jetzige Entdeckung und Analyse der Daten ermöglicht.

Für eine Viertelmillion möglicher Doppelsysteme berechnete ihr Team die

zu erwartenden Gravitationswellen-Signale. Diese dienen quasi als Muster-katalog dazu, um eine Welle in den Daten zu finden und aus der Wellenform die physikalischen Informationen zu destillieren. Auch diese Verbesserungen waren einer der Gründe für die aktuelle Entdeckung.

Ab Herbst dieses Jahres sollen die beiden LIGO-Antennen mit höherer Empfindlichkeit wieder anlaufen. Dann hoffen die Forscher, vielleicht jede Woche ein Gravitationswellensignal von Schwarzen Löchern, Neutronensternen oder Supernovae zu empfangen. „Wir sind endlich auf dem Weg zur echten Gravitationswellen-Astronomie und können anfangen, eine Vielzahl von Quellen auf der unbekannten dunklen Seite des Universums zu erforschen“, sagt Karsten Danzmann, Direktor am Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik in Potsdam und Direktor des Instituts für Gravitationsphysik der Universität Hannover: „Nach so vielen Jahren von Forschung, Entwicklung und Vorbereitung ist es sehr befriedigend, unsere Vision endlich wahr werden zu sehen.“ Daran hat er mit seinen Kollegen einen bedeutenden Anteil: Sie steuerten unter anderem das weltweit stabilste Lasersystem sowie eine neue erschütterungsfreie Aufhängung für Spiegel im Innern von LIGO bei.

In den kommenden Jahren werden weitere Anlagen mit einem ähnlichen Funktionsprinzip in Italien, Japan und Indien hinzukommen. Zusammen mit dem deutsch-britischen Detektor GEO600 in der Nähe von Hannover würden dann sechs Observatorien ins All lauschen. Dank dieses Netzes wird es künftig wohl möglich sein, die Richtung zu bestimmen, aus der die Wellen kommen. Ein globales Netz von Teleskopen wird dann bei jedem Ereignis alarmiert, um am Himmel nach einem aufleuchtenden Körper zu suchen. Wenn zum Beispiel zwei Neutronensterne kollidieren, sollte es einen hellen Blitz vom Radio- bis zum Gammabereich geben, dazu jede Menge Neutrinos. Ein wahres Feuerwerk in allen Spektralfarben.



3D-Zellkultursystem Prostatakrebszellen (grün) in einem hochporösen Cryogel mit gewebeähnlicher Elastizität. Bild: Bettina Göppert/KIT

Telegramm

Forschung +++ Forschungspolitik

3D-Modell zur Erforschung von Prostatakrebs

Prostatakrebs gehört zu den häufigsten Krebserkrankungen des Mannes. Meist wird die Erkrankung erst spät erkannt. Sind bereits Metastasen vorhanden, ist eine vollständige Heilung schwierig. Deswegen möchten Grundlagenforscher verstehen, wie die Krebszellen mit ihrer Umgebung interagieren und wie die Metastasierung voranschreitet. Dafür haben Wissenschaftler vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT) jetzt ein Zellkulturmodell entwickelt, mit dem sich die natürlichen Prozesse bei der Entstehung und dem Verlauf der Prostatakrebserkrankung nachbilden und unter-

suchen lassen. Als Materialbasis dienen Gele aus synthetischen Polymeren, die sich zu dreidimensionalen porösen Strukturen zusammenbauen lassen. Deren mechanische Eigenschaften sind denen von natürlichem Zellgewebe sehr ähnlich. In Zukunft wollen die Wissenschaftler mit dem Modell sowohl gesunde Zellen des Prostatagewebes als auch Krebszellen kultivieren und so die Entstehung und den Verlauf der Tumorerkrankung untersuchen und besser verstehen. Eine aktuelle Publikation zu dem Projekt in der wissenschaftlichen Zeitschrift *Small* hat es als „Top Story of the Week“ auf die Plattform „Prostate Cell News“ geschafft, eine der wichtigsten internationalen Datenbanken zur Prostatakrebsforschung.

Neue Software zur Zellbeobachtung

Mit einer neuen Software können künftig einzelne Zellen mehrere Tage lang beobachtet und ihr Verhalten anschließend analysiert werden. Wissenschaftler am Helmholtz Zentrum München und der TU München haben das Programm gemeinsam mit Kollegen von der ETH Zürich entwickelt und stellen sie anderen Forschern kostenlos zur Verfügung. Damit können Forscher nun weltweit untersuchen, wie sich etwa Stammzellen in andere Zelltypen entwickeln.

Schlachthof-Abwasser liefert neue Biomoleküle

Ein Team aus Wissenschaftlern mit Beteiligung des Forschungszentrums Jülich hat im Biofilm eines Abwasserrohrs Bakterien gefunden, die bislang unbekannte Biomoleküle herstellen und damit Fette und Eiweiße abbauen können. Den Forschern ist es gelungen, diese Biomoleküle auch im Labor zu produzieren. Dabei entdeckten sie einen Stoff, der Membranen auflösen kann und somit für die Entwicklung von Antibiotika genutzt werden könnte.

Hummeln in der Stadt fleißiger als auf dem Land

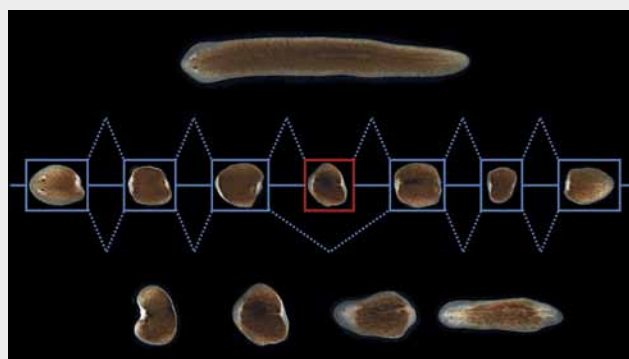
Pflanzen werden im Stadtgebiet häufiger von Hummeln bestäubt als Pflanzen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Das hat eine von Wissenschaftlern der Universität Halle-Wittenberg, des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung (UFZ) und des Deutschen Zentrums für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) durchgeführte Studie ergeben. Die Pflanzenvielfalt und Bedingungen sind für die Insekten in Städten besser. Außerdem fanden die Forscher in den Stadt-Hummeln mehr Parasiten. Dass sie dennoch hoch effiziente Bestäuber sind, liegt wohl unter anderem daran, dass das Parasiten-Bestäuber-Pflanzen-System sich über Jahrtausende aneinander anpassen konnte. Eine Anpassung an die rasanten Veränderungen in der Landwirtschaft scheint den Hummeln jedoch nicht so schnell möglich.



Hummel im Anflug Obwohl die Stadt-Hummeln mehr von Parasiten befallen sind, die ihre Lebensdauer verkürzen können, sind sie die besseren Bestäuber. Bild: André Künzelmann/UFZ

Plattwurm und Mensch ähnlicher als gedacht

In Stammzellen von Plattwürmern entdeckte ein internationales Team von Wissenschaftlern mit Beteiligung des Max-Delbrück-Centrums für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft (MDC) einen Mechanismus, der bisher nur in Zellen von Säugetieren beobachtet worden war. Es handelt sich dabei um einen Vorgang, der dafür verantwortlich ist, dass aus einem Gen verschiedene Proteinvarianten erzeugt werden. Die Untersuchungen zeigen, dass dieser Mechanismus nicht nur bei Menschen, sondern vermutlich für das ganze Tierreich relevant ist.



Plattwürmer Die Würmer haben eine bemerkenswerte Regenerationsfähigkeit. Ein Wurm (oben), der in mehrere Stücke zerteilt wird (Mitte) regeneriert aus jedem Teilstück einen neuen Wurm (unten). Bild: Jordi Solana/MDC

Neue Technologie für schnellere Datenübertragung

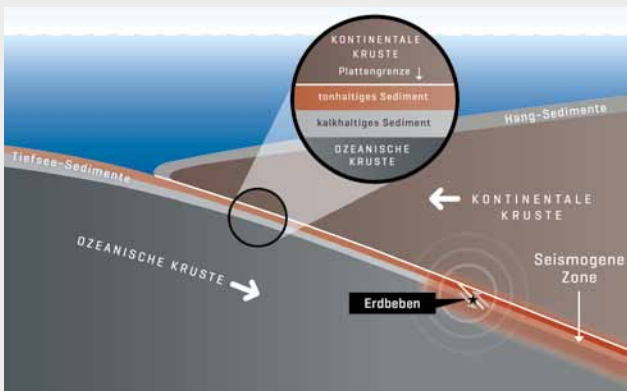
Wissenschaftler vom Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) und am irischen Trinity College Dublin haben Nanometer dünne Metallschichten untersucht und dazu gebracht Strahlung im Terahertz-Frequenzbereich auszusenden. Bisher werden Daten mit wesentlich niedrigeren Frequenzen übertragen. Integriert in WLAN-Chips könnten die speziellen Dünnschichten also schnellere Datenübertragungsraten ermöglichen. Außerdem gelang es den Forschern, die Frequenz der Strahlung nach Wunsch einzustellen.

Die Melodie der Epigenetik

David Brocks, Doktorand am Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ), hat eine Methode entwickelt, mit der er die epigenetischen Unterschiede von Krebszellen und gesunden Zellen hörbar machen kann. Dazu übersetzt er die Abfolge spezieller chemischer Markierungen auf der Erbsubstanz in Melodien. Verändert sich die Abfolge, das sogenannte epigenetische Muster, spiegelt sich das in der Melodie wider. Die markierten Stellen im Erbgut beeinflussen, welche Gene eine Zelle in Proteine übersetzt, und spielen dadurch auch bei der Entstehung von Krebs eine wichtige Rolle.

Forscher entdecken Keimzelle von Erdbeben

Wissenschaftler des GEOMAR Helmholtz-Zentrums für Ozeanforschung Kiel und der Universität Utrecht haben die Sedimentschichten der Erdplatten vor Costa Rica untersucht und dabei festgestellt, dass kalkhaltiges Sedimentgestein die Keimzelle von Erdbeben bilden kann. Bisher vermuteten Forscher, dass Initialrisse für Erdbeben vor allem in tonhaltigen Sedimenten auftreten. Im Labor simulierten die Forscher die Bedingungen, wie sie im Falle flacher Erdbeben erwartet werden. Dabei beobachteten sie, dass die Kalke plötzlich instabil werden, weniger fest als tonhaltiges Material sind und so eine natürliche Sollbruchstelle im Gesteinsverband bilden. Aus dieser können sich Erdbeben entwickeln.



Erdbebenentstehung Schematisches Diagramm einer Subduktionszone.
Grafik: C. Kersten/GEOMAR

Europäischer Aktionsplan für Forschungsinfrastrukturen

Helmholtz-Büro Brüssel: Die Europäische Kommission entwickelt derzeit auf Bitte des Wettbewerbsrates der Europäischen Union einen Aktionsplan für Forschungsinfrastrukturen. Im Sommer hatte die Kommission einen Bericht zur Long Term Sustainability of Research Infrastructures veröffentlicht, der die Ergebnisse einer Konsultation zusammenfasst und bereits zeigt, welche Schwerpunkte die Kommission bei ihrem Aktionsplan vermutlich setzen wird. Laut des Berichts sei das Innovationspotenzial von Forschungsinfrastrukturen derzeit weitgehend ungenutzt. Daher sei es wichtig, neue Märkte zu adressieren, die Entwicklung von innovativen Geschäftsmodellen zu fördern und die Industriebeteiligung zu steigern. Auch müssten Forschungsinfrastrukturen-Betreiber mehr Verantwortung für das Datenmanagement übernehmen – dies umfasst Speicherung, Aufbereitung, Zugang und Wiederverwendung. Die Europäische Kommission strebt daneben eine Synchronisierung der nationalen Roadmap-Prozesse für Forschungsinfrastrukturen an. Die Kommission wird im November Stakeholder-Diskussionen führen, die die Erstellung des Aktionsplans begleiten sollen.

„Brexit“: Garantie für britische Forschende in EU-Projekten

Helmholtz-Büro Brüssel: Spätestens ab Mai 2017 soll der Austritt Großbritanniens aus der Europäischen Union verhandelt werden. Da auch für wissenschaftliche Kooperationsprojekte seit dem Brexit-Votum im Juni dieses Jahres viele Unsicherheiten entstanden sind, hat die britische Regierung eine Erklärung für Horizon-2020-Projekte abgegeben: Sie garantiert die Kostenübernahme britischer Einrichtungen in laufenden Horizon-2020-Projekten nach dem Brexit. Dies gilt für alle Projekte, die noch während der britischen EU-Mitgliedschaft eingeworben werden. Unabhängig von den Verhandlungen zum Brexit und zur weiteren Teilnahme Großbritanniens an Horizon 2020 darüber hinaus (zum Beispiel über eine Assoziierung des Staates an Horizon 2020), ist damit die nationale Finanzierung britischer Partner sichergestellt. Nach derzeitigem Stand sollen die Austrittsverhandlungen mit Großbritannien im April 2019 abgeschlossen sein.

Neue „Arktika“ ist weltgrößter Eisbrecher

Helmholtz-Büro Moskau: In Sankt Petersburg wurde im Juni 2016 der größte Eisbrecher der Welt mit Nuklearantrieb zu Wasser gelassen. Die „Arktika“ verfügt als Neuerung über einen regulierbaren Tiefgang zwischen 8,55 Meter und 10,5 Metern und kann damit sowohl auf hoher See als auch in Flussmündungen zum Einsatz zu kommen. Die zwei Antriebsreaktoren des Typs RITM-200 müssen bei dem rund 170 Meter langen Schiff nur alle sieben Jahren neu bestückt werden. So kann es mit seinen 33.500 Tonnen Wasserverdrängung über lange Zeiträume unabhängig agieren und bis zu drei Meter dicke Eisschichten durchbrechen. Ab Ende 2017 wird die „Arktika“ mit Ihrer Besatzung von 75 Mann als Teil der russischen Flotte Schiffstransporte entlang der arktischen Küste begleiten und helfen, Häfen vom Eis zu befreien. Die Planungsphase für einen weiteren Eisbrecher, der voraussichtlich um 200 Meter lang sein soll und Eisdecken bis zu vier Meter bewältigen kann, laufen bereits.

Neue Ministerin für Bildung und Wissenschaft

Helmholtz-Büro Moskau: Olga Wasiljewa ist seit dem 19. August 2016 die neue Ministerin für Bildung und Wissenschaft in Russland. Sie folgt auf den zurückgetretenen Dmitrij Livanov. Zuvor war sie vier Jahre als stellvertretende Leiterin der Abteilung für öffentliche Projekte in der Administration des Präsidenten tätig. Ihre Hauptaufgabe wird es sein, die zuletzt eingeleiteten Reformen in Bildung und Wissenschaft weiterzuentwickeln und ihren Erfolg zu überprüfen.

Saskia Blank

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

Koronaler Massenauswurf

Extreme Sonnenwinde können sich auch auf Mensch und Technik auswirken. Illustration: NASA/SDO and the AIA, EVE, and HMI science teams

Nachgefragt

Was ist Weltraumwetter?

Wenn Sonnenwinde wehen, kann es im Weltraum stürmisch zugehen. Und auch für „Regen“ ist gesorgt, wenn Teilchen von der Sonne auf die Erde prasseln. Wann immer sich der Weltraum so auf den Menschen oder die Technik auswirkt, sprechen Experten von Weltraumwetter. Was es damit auf sich hat, erklärt Sonnenphysiker Volker Wilken vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt.

„Das Weltraumwetter wird hauptsächlich von der Sonne bestimmt. Zwar geht es bei dem Begriff auch um kosmische Strahlung aus den Tiefen des Alls, wichtiger ist für uns jedoch die Aktivität der Sonne. Wie dem Wetter auf der Erde sind wir auch ihrem Einfluss ausgesetzt.

Zum Beispiel wehen beständig unterschiedlich starke Sonnenwinde. Das sind elektrisch geladene Gasteilchen, die von der Sonne wegströmen. Schneller und viel stärker sind jedoch sogenannte „koronale Massenauswürfe“, eine extreme Form des Sonnenwinds. Mit großer Kraft werden hierbei Materie, aber auch Magnetfelder, von der Sonne weggeschleudert – wie bei einem Vulkanausbruch.

Nur ein kleiner Teil der koronalen Massenauswürfe trifft die Erde. Im schönsten Fall verursachen sie dann die schillernden Polarlichter. Im schlimmsten Fall erzeugen sie starke elektrische Ströme in der Ionosphäre, die die irdische Thermosphäre aufheizen und dort Wellenbewegungen verursachen. Diese Wellen verändern die Verteilung des ionosphärischen Plasmas. Das wiederum kann die Kommunikation mit Satelliten stören oder zu Ausfällen bei der Datenübertragung führen – oder zu großen Stromausfällen. Grundsätzlich geht eine große Anzahl von Sonnenflecken mit einer hohen Aktivität der Sonne einher. Während sich die Sonnenaktivität selbst kaum vorhersagen lässt, sind Modellierungen der koronalen Massenauswürfe möglich. Dafür erfassen Satelliten, die sich auf einer stabilen Position zwischen Sonne und Erde befinden, ihr Entstehen. Dann bleiben noch zwei bis vier Tage Vorlaufzeit, bevor sie die Erde erreichen. Sensible technische Systeme wie Stromnetze lassen sich rechtzeitig herunterfahren, so dass die Technik unbeschadet den Sturm übersteht.“

Nachgefragt hat **Kristine August**

Gekommen, um zu bleiben

Neuseeland hat den Ratten den Kampf angesagt. Bis zum Jahr 2050 soll jeder Winkel des Landes von Ratten, Hermelinen und Wiesel befreit werden, erklärte Premierminister John Key im Juli 2016. Der Grund: Diese Tiere gehören nicht nach Neuseeland und bedrohen einheimische Arten. Darüber hinaus richten sie wirtschaftliche Schäden an, die Experten auf mehr als eine Milliarde Euro pro Jahr schätzen

Mit dem Problem der eingeschleppten Arten steht Neuseeland nicht alleine da: Weltweit „verschleppt“ der Mensch immer mehr Tiere und Pflanzen aus ihrem eigentlichen Verbreitungsgebiet. Einige dieser sogenannten invasiven Arten werden dabei bewusst eingeführt, Zierpflanzen etwa oder Reptilien. Andere aber werden versehentlich eingebracht. „Dabei spielt vor allem der internationale Handel mit Schiffen eine Rolle. Sie transportieren Arten wie Muscheln oder Krebstiere als blinde Passagiere an ihrem Rumpf oder im Ballastwasser, mit denen die Schiffe im Wasser stabilisiert werden“, sagt Hanno Seebens vom Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum in Frankfurt am Main.

Allein in Deutschland haben sich inzwischen über 1000 Tier- und rund 1000 Pflanzenarten angesiedelt, die ursprünglich hier nicht vorkamen. Vor allem im maritimen Bereich stieg die Zahl gebietsfremder Arten in den vergangenen Jahrzehnten stark an. Seebens und seine Kollegen konnten mit Hilfe mathematischer Modelle zeigen, dass ein direkter Zusammenhang zwischen regen Handelsbeziehungen und hohen Einwanderungsraten besteht. So gibt es beispielsweise viel Schiffsverkehr zwischen den Nordseeanrainern und Japan. Da in beiden Regionen auch noch ähnliche Umweltbedingungen herrschen, kommt es hier Seebens Studie zufolge zu einem besonders regen Arten-

austausch. Pro Jahr etablieren sich allein im Wattenmeer durchschnittlich bis zu zwei gebietsfremde Arten.

Keine Ausrottung heimischer Arten

„Probleme machen aber im terrestrischen Bereich nur rund ein Prozent der invasiven Pflanzenarten“, sagt Ingolf Kühn, Leiter der Arbeitsgruppe Makroökologie am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. „Diese wenigen Arten können unter anderem Krankheiten verursachen, das bestehende

Ökosystem durcheinander bringen oder infrastrukturelle Probleme verursachen, indem sie beispielsweise Bahnschienen überwuchern.“ Gleiches gilt Forschungsergebnissen zufolge auch für den maritimen Bereich

und terrestrische Tiere. Die Zebrauschel etwa, eine invasive Muschelart aus Vorderasien, besiedelt inzwischen auch große Seen in Europa und Nordamerika – und wird dort, ohne natürliche Feinde und Nahrungskonkurrenten, zum Sorgenfall. „Sie wachsen besonders gut auf Hartsubstrat und nutzen damit auch Schiffe und Rohre als Lebensraum. Von denen müssen sie dann für viel Geld wieder entfernt werden“, sagt Seebens.

Beispiele wie die Zebrauschel gibt es einige. Allerdings kommt es in Deutschland bisher nicht zu einer kompletten Verdrängung heimischer Arten, sagt Kühn: „Wir beobachten zwar an einigen Stellen einen Rückgang, aber bisher sind die

**Allein in Deutschland haben
sich inzwischen über 1000 Tier-
und rund 1000 Pflanzenarten
angesiedelt, die ursprünglich
hier nicht vorkamen**

Das Wattenmeer ist ein besonders von invasiven Arten betroffenes Gebiet.

Erfahren Sie mehr darüber, warum und welche Arten dort einwandern in unserem **Online-Spezialstück:**

→ www.helmholtz.de/invasivearten



Waschbär (*Procyon lotor*)



Pazifische Auster (*Crassostrea gigas*)



Japanischer Bärenfang (*Sargassum muticum*)



Asiatischer Gespensterkrebs (*Caprella mutica*)



Riesen-Bärenklau (*Heracleum mantegazzianum*)



Wiesel (*Mustela erminea*)



Ratte (*Rattus*)



Rhododendron (*Rhododendron*)

heimischen Arten überall noch zu finden.“ So glimpflich verlaufen die Konflikte aber nicht überall. In Neuseeland beispielsweise plündern eingeschleppte Ratten und Katzen die Nester flugunfähiger Vögel, wie Kakapos oder Kiwis, und drohen diese dadurch vollständig auszurotten.

Die zugezogenen Arten verändern ihren neuen Lebensraum und haben somit Folgen für die gesamte Umgebung

Auch Christian Buschbaum, vom Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) an der Wattenmeerstation auf Sylt sieht mit Blick auf die Situation in Deutschland keinen Grund zur Panik: „Natürlich wäre es besser, wenn wir keine Arten auf unnatürlichem Weg einschleppen würden, aber nur die negativen Folgen zu untersuchen, ist der falsche Ansatz. Hier hat sich in den vergangenen Jahren die For-

schung zur Invasionsbiologie sehr auf eine Seite konzentriert.“ Mit seinen Kollegen studiert er deshalb im Wattenmeer, wie sich die bestehenden und die eingewanderten Arten an die jeweils neue Situation anpassen.

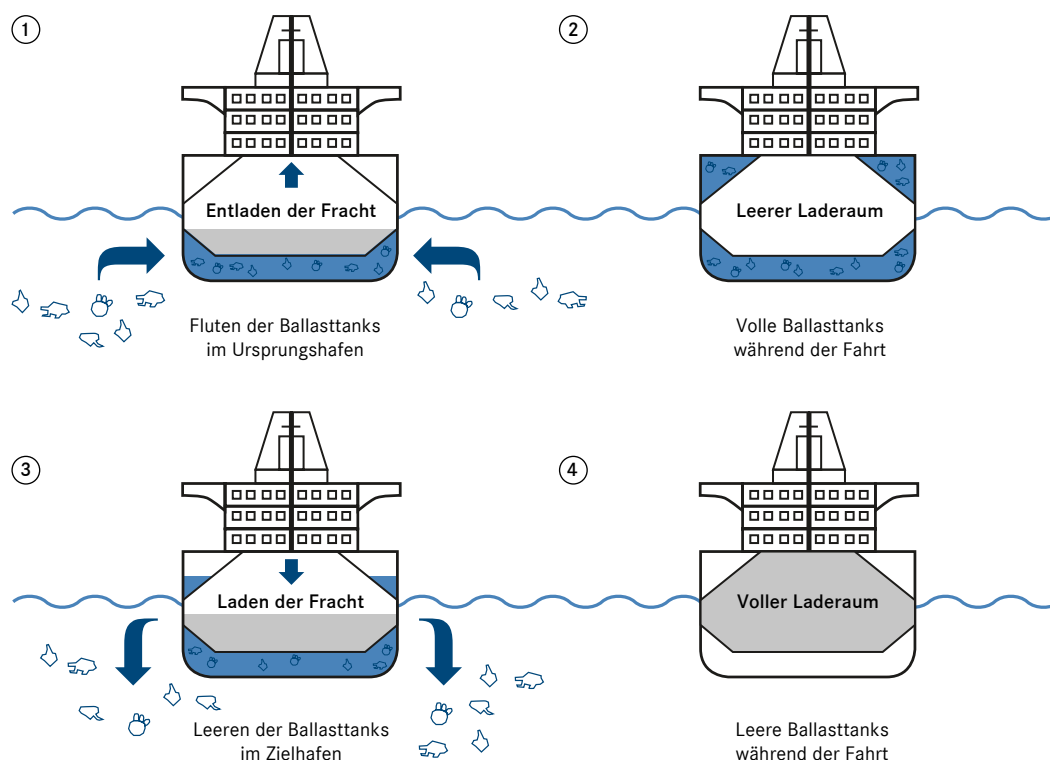
So gilt die Pazifische Auster als eine der problematischsten invasiven Arten im Wattenmeer. Natürlicherweise kommt diese Muschelart nur im nordwestpazifischen Raum vor. Wie in vielen anderen Küstengebieten der Welt, hat der Mensch sie auch ins Ökosystem Wattenmeer eingeschleppt, weil sie als Delikatesse gilt und die Nachfrage entsprechend groß ist. In ihrem neuen Lebensraum konkurrieren die Austern vor allem mit den heimischen Miesmuscheln, da sie sich in den auf dem Meeresboden liegenden Muschelbänken angesiedelt haben. „Wir können bisher keine Hinweise finden, dass sich die Miesmuscheln verdrängen lassen. Es scheint vielmehr, dass sie sich an die neue Situation anpassen. Die beweglichen Miesmuscheln finden sich vorwiegend zwischen den größer werdenden Austern, wo sie aktiv hinwandern. Zwar ist das Nahrungsangebot hier reduziert, dafür sind sie aber besser vor Fressfeinden geschützt“, sagt Buschbaum. Die neuen Arten können also negative, aber auch durchaus positive Folgen für heimische Organismen haben. Fakt ist, dass sie bestehende Wechselbeziehungen zwischen den Arten verändern und neue Wirkgefüge entstehen lassen.

Homogenisierung der Lebensräume

Klar ist aber auch, dass die zugezogenen Arten ihren neuen Lebensraum verändern und somit Folgen für die gesamte Umgebung haben. „Wichtig ist, dass man das Ganze global betrachtet“, sagt Seebens. „Lokal oder regional kann es durch die invasiven Arten zu einem Anstieg der Artenvielfalt kommen. Global hingegen ist das Gegenteil der Fall: Die Diversität nimmt ab, weil es die neuen Arten ja anderswo bereits gibt und sie im globalen Maßstab also nicht neu sind.“ Durch die verstärkte Einwanderung werden sich die Ökosysteme weltweit ähnlicher; Experten sprechen von einer Homogenisierung der Lebensräume. Ingolf Kühn nutzt zum besseren Verständnis gerne das Bild einer Einkaufsstraße: „Die großen Kleidungs- oder Fastfood-Ketten findet man inzwischen in fast jeder Stadt. Das Stadtbild unterscheidet sich nur noch punktuell. So ist es auch mit der Artenvielfalt. Die Top-100-Arten wird man vermutlich schon bald in jeder Region finden.“ So existieren beispielsweise Ratten, Katzen und Schweine schon jetzt fast überall auf der Welt.



Austern Inzwischen existieren Austernbänke in der Nordsee, so dass die heimische Miesmuschel zunehmend verdrängt wird. Bild: Susanne Diederich/Alfred-Wegener-Institut



Blinde Passagiere

Im Ballastwasser der Schiffe werden Arten von einem Ort zum anderen mitgeschleppt. Quelle: Maxxl2 (CC BY-SA 3.0)

Prävention als wichtigster Lösungsansatz

„Auch wenn nur die wenigsten Arten starke Auswirkungen haben, gilt es trotzdem den in dieser Frequenz unnatürlichen Prozess aufzuhalten“, sagt Buschbaum. Für Europa hat die EU-Kommission kürzlich eine Liste mit 37 Arten veröffentlicht, deren weitere Ausbreitung bekämpft werden soll. „Das ist allerdings nicht einfach“, sagt Kühn. „Man kann den Arten ja nicht einfach sagen: Ihr müsst draußen bleiben, oder bitte geht wieder.“ Es gelinge nur, wenn man schnell reagiere, radikal vorgehe und viel Geld investiere. Neuseeland etwa ist die Ausrottung der Ratten rund 18 Millionen Euro wert.

Der wahrscheinlich effektivste Ansatzpunkt ist es, neue Arten gar nicht erst ins heimische Ökosystem kommen zu lassen. Während sich der gezielte Import durch Regularien recht gut in den Griff bekommen lässt, ist es beim versehentlichen Einschleppen schwieriger. „Hier muss man sehr aufwendige Verfahren anwenden, um zu verhindern, dass die Arten als blinde Passagiere mit den Schiffen mitfahren“, sagt Buschbaum. Deshalb soll nach einer internationalen Konvention künftig das Ballastwasser in großen Schiffen geklärt werden. Auch neuartige Reinigungsverfahren für die Außenseite der Schiffe werden entwickelt. Dabei kommt es vor allem darauf an, dass die Methode zwar die Organismen davon abhält, sich an das Schiff zu heften, gleichzeitig aber auch nicht schädlich für die Umgebung ist.

Darüber hinaus arbeiten die Forscher auch an einem Weg, mit den fremden Arten umzugehen, anstatt sie loszuwerden oder gar nicht erst ins Land zu lassen: „Wir untersuchen in unserer täglichen Arbeit vor allem, wie regionale Ökosysteme beim Widerstand gegen invasive Arten unterstützt werden können“, sagt Kühn. „Wir versuchen also quasi der Natur unter die Arme zu greifen, um die unnatürlichen Veränderungen, an denen wir vielfach selbst schuld sind, zu minimieren.“ Eine Möglichkeit, das zu erreichen, ist es, gebietsfremde Arten gezielt durch konkurrenzstarke einheimische Arten zu unterdrücken. Auch kann man einheimische Parasiten oder Fraßfeinde der Eindringlinge stärken. „Letztendlich kann man versuchen, die Ökosystemfunktionen der einheimischen Arten auch durch diese der gebietsfremden zu ersetzen. Allerdings sind wir bei all dem noch ganz am Anfang“, sagt Kühn.

Ganz allgemein gilt: Es geht vor allem darum, die eingewanderten Arten nicht zu verdammen, sondern zu verstehen, wie sie das heimische Ökosystem verändern und zum Erhalt der Funktionalität beitragen können. Schließlich sind die Arten gekommen, um zu bleiben.

Rebecca Winkels

Wissen oder nicht wissen?

Oft können Ärzte und Labors schon frühzeitig feststellen, ob jemand die Anlagen zu einer schweren Krankheit in sich trägt. Ist es für den Patienten gut, das auch zu wissen – oder sollte er lieber unbeschwert bleiben? Zwei Blickwinkel



„Wird die Diagnose erst gestellt, wenn der Patient intensivmedizinisch behandelt werden muss, ist das ein traumatisches Erlebnis“,

sagt Peter Achenbach, stellvertretender Direktor des Instituts für Diabetes-Forschung am Helmholtz Zentrum München



Manchmal ist es ein Vorteil, frühzeitig zu wissen, woran man erkranken könnte oder vielleicht bereits erkrankt ist; insbesondere dann, wenn dadurch schwerwiegende Gesundheitsprobleme vermieden werden können. In diesem Sinne haben wir am Helmholtz Zentrum München ein Früherkennungs- und Präventionsprogramm für Diabetes mellitus Typ-1 etabliert.

Typ-1-Diabetes ist die häufigste chronische Stoffwechselerkrankung im Kindes- und Jugendalter. In Deutschland sind über 30.000 Patienten unter 20 Jahren betroffen. Die Zahl der Neuerkrankungen wächst stetig, gegenwärtig in jedem Jahr um etwa vier Prozent, und besonders dramatisch bei Kleinkindern unter fünf Jahren. Häufig wird die Diagnose dieser Autoimmunkrankheit erst gestellt, wenn der Patient bereits wegen einer lebensbedrohlichen Übersäuerung des Blutes, der sogenannten Ketoazidose, intensivmedizinisch behandelt werden muss – ein traumatisches Erlebnis für die Betroffenen und deren Familien. Jährlich erleiden in Deutschland etwa 900 Kinder eine Ketoazidose bei bisher unbekanntem Diabetes mellitus; das sind etwa ein Drittel aller Kinder, die pro Jahr an Diabetes erkranken. Von 400 Kindern mit Ketoazidose verstirbt ein Kind an den Folgen. In der Fr1da-Studie untersuchen wir zurzeit

insgesamt 100.000 Kinder in Bayern im Alter von zwei bis fünf Jahren: In einem Bluttest suchen wir nach Diabetes-spezifischen Autoantikörpern, die bereits im symptomfreien Stadium der Erkrankung nachweisbar sind. Etwa die Hälfte der bayerischen Kinderärzte beteiligt sich an diesem Projekt. Durch die frühe Diagnose können die betroffenen Kinder (es sind etwa drei bis vier von 1000) und ihre Familien rechtzeitig informiert, geschult und betreut werden. In bisher allen Fällen, bei denen es zu einer klinischen Manifestation des Typ-1-Diabetes kam, konnten dadurch gefährliche Stoffwechsel-Entgleisungen abgewendet werden. Die Zwischenergebnisse sind so ermutigend, dass eine Ausweitung des Screenings angestrebt wird. In Zusammenarbeit mit dem Helmholtz Zentrum München plant Niedersachsen ein Autoantikörper-Screening im Rahmen der Fr1dolin-Studie, und in Sachsen wird allen Neugeborenen die Teilnahme an einem genetischen Screening in der Freder1k-Studie angeboten. Wir gehen auch schon den nächsten Schritt, indem wir nicht mehr allein auf die Prävention der Stoffwechsel-Entgleisung abzielen, sondern Kindern mit einem hohen genetischen Risiko für Typ-1-Diabetes anbieten, an einer Impfstudie mit Insulin teilzunehmen. Unser Ziel ist, die Entstehung der Erkrankung zu verhindern. ■



„Wir müssen die Menschen ehrlicher über den Nutzen und den Schaden von Früherkennungstests informieren“,

sagt Gerd Gigerenzer, Direktor am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung und des Harding-Zentrums für Risikokompetenz



Ein großes Problem bei der Früherkennung von Krankheiten ist die Illusion der Gewissheit. Viele Menschen glauben, dass sie bei einem positiven Testergebnis auf jeden Fall erkrankt sind. Doch das muss nicht zwangsläufig der Fall sein: Beim Mammographie-Screening etwa sind die meisten verdächtigen Testergebnisse falscher Alarm. Um unnötige Ängste zu vermeiden, sollte man den Patienten vor dem Test erklären, was die Ergebnisse tatsächlich bedeuten – nämlich eine erhöhte Wahrscheinlichkeit erkrankt zu sein.

Auch über den Nutzen der Früherkennung ist die Öffentlichkeit nicht gut informiert. Lange war das erste Ziel der Informationspolitik die Teilnehmerraten zu erhöhen, nicht aber die Patienten aufzuklären. Das hat zu Fehlentwicklungen geführt: Zum Beispiel raten die internationalen Gesundheitsorganisationen von der Prostatakrebsfrüherkennung mit Hilfe von PSA-Tests ab, bei denen auf ein prostataspezifisches Antigen im Blut untersucht wird. Dennoch gibt es Ärzte, die den Test empfehlen. Die Angst der Menschen wird mitunter zu einem Geschäft, was verheerende Folgen haben kann.

In einer US-Studie wurden Eltern, bei deren Kindern es bei einem Neugeborenen-Screening einen falschen Alarm gab, mit Eltern von Kindern

mit normalen Ergebnissen verglichen. Selbst nachdem lange klar war, dass das Testergebnis falsch war, machten sich die Eltern von Falschalarm-Kindern mehr Sorgen um ihre Kinder und hatten häufiger eine gestörte Beziehung zu ihnen. Dieses überängstliche Verhalten führte bei rund der Hälfte der Kinder zu Verhaltensstörungen.

Ein weiteres Beispiel ist das massenhafte Screening auf Schilddrüsenkrebs in Süd-Korea. Dies führte dazu, dass bei immer mehr Menschen eine vermeintliche Schilddrüsenkrebs-Erkrankung diagnostiziert und behandelt wurde. Faktisch jedoch wurden auch nicht-bedeutsame Veränderungen der Schilddrüse fälschlicherweise als lebensgefährlicher Krebs identifiziert und unnötig behandelt. Fatal ist, dass diese Menschen an den Folgen der Behandlung über Jahre leiden müssen.

Schließlich können auch viele Mediziner die Testergebnisse nur bedingt richtig deuten. Wir entwickeln am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung „Faktenboxen“ zur Früherkennung, die verständlich den Nutzen und Schaden vermitteln. Das ermöglicht informierte Entscheidungen. Die Fähigkeit, Wahrscheinlichkeiten richtig zu interpretieren, muss aus meiner Sicht außerdem viel stärker in die Ausbildung der Ärzte einfließen.

Höchste Zeit für skeptisches Vertrauen

Einmal jährlich befragt die Initiative „Wissenschaft im Dialog“ die Bevölkerung zu ihrer Einstellung zu Wissenschaft und Forschung. In diesem Jahr ging es unter anderem darum, wie stark das Vertrauen in die Wissenschaft ist. Ein Kommentar von Annette Leßmöllmann

Hut ab vor den Befragten. Wenn ich zu dem Satz „Die Menschen vertrauen zu sehr der Wissenschaft und nicht genug ihren Gefühlen und dem Glauben“ meine Einschätzung abgeben sollte, würde mich das in Verwirrung stürzen: „Die Menschen“? Wer war das gleich nochmal – etwa alle auf der Erde? Tut mir Leid, die kenne ich nicht persönlich. Dann der Begriff „Vertrauen“: Soll ich blindes, nicht-wissendes Vertrauen gutheißen oder durch rationale Erkenntnis gestärktes? Und: Zu welchen Gelegenheiten soll vertraut werden; geht es um Alltagsentscheidungen oder um Politik? Ob jemand sich beim Heilpraktiker wohl fühlt und deswegen seinem Arzt den Rücken kehrt, scheint mir eine Entscheidung anderer Tragweite zu sein, als wenn ein Minister etwas glaubt und deswegen medizinische Fakultäten verkleinert. Und überhaupt „die Wissenschaft“. Was soll das bitte sein?

Vielleicht hat sich das ja auch einer der Befragten gefragt. Vertraut er deshalb der Wissenschaft nicht? Ich würde sagen: Hier keimt vernünftige Skepsis, die Lust am Hinterfragen, nur, um nicht alles zu glauben, was einem vorgesetzt wird. Die Fragen der Forscher dann dennoch nach bestem Wissen und Gewissen zu beantworten, wäre wieder ein Vertrauensakt, der in Richtung blindes Vertrauen geht: „Ich habe zwar meine Zweifel, aber die Wissenschaftler werden schon das Richtige daraus machen.“ Dieses Vertrauen, das zeigen Forschungsergebnisse, dient als gesellschaftlicher Kitt. Ohne den es nicht geht.

Diese Überlegungen zeigen, dass „Vertrauen“ eine facettenreiche Angelegenheit ist: Ich kann darauf vertrauen, dass es bei aller Debatte, Skepsis und manchem auch medial sichtbaren Fehlverhalten von Wissenschaftlern doch die wissenschaftlichen Methoden sind, die langfristig die verlässlichsten Ergebnisse liefern. Das heißt aber nicht, dass ich darauf vertraue, dass jedes wissenschaftliche Ergebnis so gut und anwendbar ist, dass es eins zu eins eine politische Entscheidung oder meine Alltagsentscheidung begründen kann. Ein Vollvertrauen in Wissenschaft brächte mich aufgrund der Widersprüchlichkeit und auch der Lücken im wissenschaftlichen Wissen in Teufels Küche.

Im besten Sinne blindes Vertrauen bringt man nur der Institution Wissenschaft entgegen, da man dort nicht täglich nach dem Rechten sehen kann. In der Einzelentscheidung im Alltag, aber auch in der Politik sollte Vertrauen dagegen heißen, dass ich auch auf meinen eigenen Geist vertraue und mich



Annette Leßmöllmann leitet die Abteilung Wissenschaftskommunikation in der Fakultät für Geistes- und Sozialwissenschaften des KIT

Alle **Ergebnisse** des **Wissenschaftsbarometers** finden Sie hier:
→ www.wissenschaftsbarometer.de

an den Erkenntnissen aus den Wissenschaften abarbeite. Mit Wissenschaftlern in den Ring zu steigen, ihre Arbeit zu hinterfragen und sich in Schulen und Universitäten nicht zu scheuen, Glaubensfragen und Gefühle mit wissenschaftlichen Ansätzen zu kontrastieren – das hilft, wissenschaftliches Denken und Methodiken besser zu verstehen.

Ein fragendes, im besten Sinne skeptisches Vertrauen ist förderlich und entwertende Einstellungen wären fatal. So gesehen sind die Ergebnisse der Studie nicht beglückend, wobei die recht starken Misstrauensäußerungen bei den Reizthemen Klimawandel und Grüner Gentechnik nicht überraschen. Irritierend ist aber, dass 38 Prozent dem eingangs zitierten Satz zustimmen oder eher zustimmen. Demgegenüber unterstellen nur 32 Prozent der Befragten ihren Mitmenschen, „die Wissenschaft“ für eine gute Alternative zu Glauben oder Gefühl zu halten. Auch wenn das nur ein indirektes Indiz für die Einstellungen der Bürger ist: Höchste Zeit, in skeptisches Vertrauen zu investieren. Oder die Fragen so zu formulieren, dass wir wirklich herausbekommen, wie es derzeit um das Vertrauen in die Wissenschaft steht.



JUNQ – Ungelöste Fragen

Von Sinn und Bild

Wie „sehen“ blinde Menschen? Haben sie von ihrer Umwelt ein Bild, das dem der Sehenden gleicht? Eine offene Frage aus dem *Journal of Unsolved Questions (JUNQ)*

Viele kleine Kinder bekommen irgendwann im Laufe ihrer Entwicklung ein ganz besonderes Spielzeug in die Hand. Sie sollen geometrische Figuren wie einen Würfel, eine Kugel oder eine Pyramide durch entsprechend geformte Löcher in eine Box stecken. Am Anfang liegen die Kinder noch oft falsch. Doch recht schnell haben sie den Bogen raus und erlernen die Formen durch Betrachten und Anfassen. Nur ein Kinderspiel? Mitnichten, zumal, wenn die Bedingungen verschärft sind! Mit nur einem Sinn – dem Tastsinn – ist diese Übung schon deutlich schwieriger. Und genau damit müssen viele Menschen klar- kommen, nämlich all diejenigen, die nicht sehen können. Eine Frage, die sich Sehenden wie nicht Sehenden damit gleichermaßen stellt, ist die nach der bildlichen Vorstellung, die Blinde von Formen haben. Gleichen sie der von nicht Blinden?

William Molyneux, ein Irischer Philosoph und Politiker, stellte bereits 1688 eine ähnliche Frage in einem Brief an seinen Kollegen John Locke: Wenn ein erwachsener, blind geborener Mann, erlernte Würfel und Kugeln per Tastsinn zu unterscheiden und zu benennen und schließlich das Sehvermögen

erlangte, könnte er die beiden Gegenstände dann allein mit Hilfe seines neuen Sinns ebenso benennen, also ohne sie zu berühren? Diese Frage – das Molyneux Problem – erregt bis heute die Aufmerksamkeit vieler Wissenschaftler und Philosophen. Die Frage lautet: Ist das Auge in der Lage, die geometrische Form von Objekten durch das bloße Ansehen zu erkennen oder ist dies bloß Ergebnis einer gemeinsam mit dem Tastsinn erlangten Verbindung? Also, wie verstehen Blinde Formen; welches Bild machen sie sich davon?

Erst vor kurzem, im Jahr 2011, gelang es Medizini- nern, fünf von Geburt an blinden Kindern

im Alter zwischen 8 und 17 Jahren das Sehvermögen zurückzugeben.

Per Tastsinn hatten die Kinder schon Kontakt mit den genannten Objekten. Konnten sie sie allein mit ihrem neuen Sinn auch dem Ertasteten zuordnen?

Nein! Sie waren nicht dazu in der Lage, konnten die Verbindung nach Betasten aber sehr schnell herstellen. Trotz dieses einmaligen Forschungs- erfolgs sind die Diskussionen zum

Molyneux Problem also immer noch nicht am Ende.

Andreas Neidlinger

Weitere
ungelöste Fragen:
→ www.junq.info





Gedächtnisverlust Bei Demenzkranken ist unter anderem das Kurzzeitgedächtnis beeinträchtigt. Bild: freshidea/Fotolia

Neben der Spur

Warum vieles darauf hindeutet, dass die Alzheimerforschung in einer Sackgasse steckt. Umso wichtiger ist es, Menschen mit Demenz adäquat zu versorgen

Die Geschichte der Suche nach einer Therapie gegen Alzheimer könnte sich in wenigen Wochen als Geschichte eines großen Irrtums erweisen. Denn Ende dieses Jahres erscheint eine Studie, an der sich entscheiden könnte, ob Tausende Biologen, Mediziner und Neurologen weltweit über Jahrzehnte womöglich vergebens geforscht haben.

Es geht um eine Hypothese, die in den 1990er Jahren für Aufruhr gesorgt hat – und für Hoffnung. Mehrfach konnten Wissenschaftler zeigen, dass Amyloid, ein kleines Protein, das beim normalen Stoffwechsel entsteht, normalerweise aber abgebaut wird, sich im Gehirn von Alzheimer-Kranken vermehrt ablagert – zumindest bei den 90 Prozent der Alzheimer-Kranken, deren Leiden nicht geerbt ist. Amyloid und Alzheimer, das galt seitdem und für lange Zeit als klar miteinander verknüpft. „Doch leider konnten diese anfänglich vielversprechenden Hinweise nicht nachhaltig bestätigt werden“, sagt Christian Behl, Direktor des Instituts für Pathobiochemie an der Universitätsmedizin Mainz. Im Gegenteil, im Laufe der Jahre wurden immer neue Ergebnisse bekannt, die gegen die sogenannte Amyloid-Hypothese sprachen. So zeigte sich beispielsweise bei einer alten, verstorbenen Nonne, die bis zum Ende ihres Lebens keinerlei Demenzercheinungen hatte, bei der Obduktion ein Gehirn voller Amyloid-Ablagerungen. Zudem sind Behandlungen mit Antikörpern gegen Amyloid und aktive Immunisierungen mit Bruchstücken von Amyloid bislang erfolglos geblieben. „Die Amyloid-Kaskaden-Hypothese ist nicht mehr haltbar zur Erklärung der Ursache der sporadischen Alzheimer-Fälle“, sagt Christian Behl.

Tragisch könnte das deshalb sein, weil sich die Alzheimer-Forschung weltweit seit Jahrzehnten hauptsächlich auf dieses Amyloid konzentriert. Einer der Gründe: „Es gibt einfach keine vernünftige alternative Hypothese. Und es scheint tatsächlich einen Zusammenhang zu geben“, sagt Lutz Fröhlich, Leiter der Abteilung für Gerontopsychiatrie am Zentralinstitut für Seelische Gesundheit in Mannheim. Das

zeigen laut Fröhlich vor allem die Fortschritte in den bildgebenden Verfahren, die heute Erkenntnisse über Amyloid-Ablagerungen zulassen, die noch vor 20 Jahren nur durch ein Aufschneiden des Schädels im Rahmen einer Obduktion gewonnen werden konnten. Auch eine jüngst im Wissenschaftsjournal Nature veröffentlichte Untersuchung des Biotechunternehmens Biogen könnte diesen Zusammenhang stützen. Darin wurde der Wirkstoff Aducanumab, der die Eiweißklumpen auflösen soll, an 165 Menschen mit leichten Alzheimer-Symptomen getestet – mit positiven Resultaten.

Solche und andere Erkenntnisse verhindern, dass die Amyloid-Hypothese für falsch erklärt wird: „Viele Wissenschaftler sehen in der Auswertung einer großen Studie der Pharmafirma Lilly Ende des Jahres die Entscheidung“, sagt Fröhlich. Auch hier ►

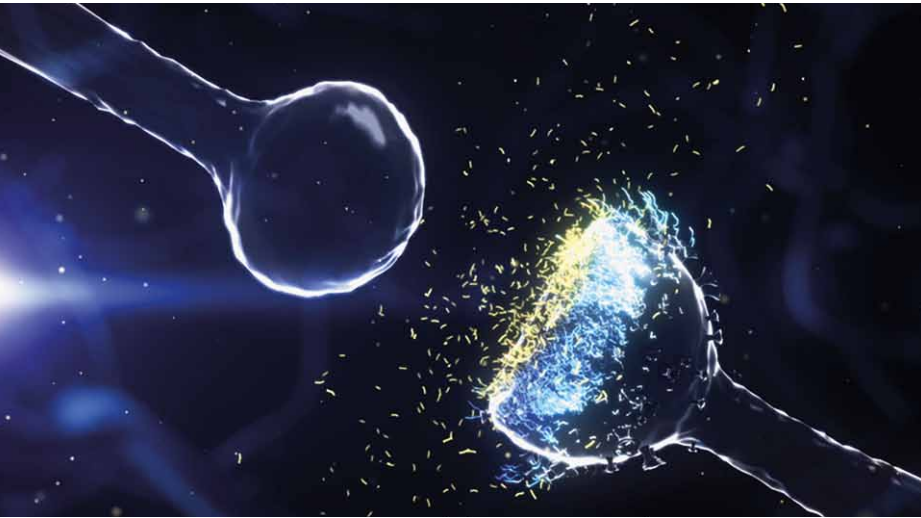
Keine Zeit für den ganzen Artikel?

Die **10 wichtigsten Fakten zur Demenz** gibt es **Online** unter:

→ www.helmholtz.de/demenz



Besprechung von MRT-Aufnahmen Das DZNE entwickelt neue Methoden zur Diagnose, Behandlung und Vorsorge neurodegenerativer Erkrankungen, die in klinischen Studien getestet werden. Bild: Volker Lannert/DZNE



Unterbrochener Kontakt Die Schädigung von Synapsen – den Kontaktstellen zwischen Nervenzellen – im Gehirn gilt als zentrale Ursache für neurodegenerative Erkrankungen wie Alzheimer oder Parkinson. Bild: Alzheimer Forschung Initiative e.V.

wurden Patienten in einem vergleichsweise frühen Stadium der Demenz mit einem Antikörper behandelt – er trägt den Namen Solanezumab. „Es kann durchaus sein, dass bei den bisherigen Studien die Erkrankung zu weit fortgeschritten war, um sie noch wirksam kausal zu behandeln“, sagt Fröhlich. Scheitert jedoch diese Studie, dann würde die Alzheimerforschung weit zurückgeworfen – mit derzeit 1,2 Millionen Patienten allein in Deutschland vor sich.



Experten gehen davon aus, dass sich die Zahl der Patienten allein in Deutschland von heute 1,6 Mio. bis zum Jahr 2050 auf 3 Mio. fast verdoppeln dürfte

Christian Behl, der die Amyloid-Hypothese schon länger abgeschrieben hat, richtet im Oktober einen Kongress aus mit dem Titel „Beyond Amyloid: Widening the view on Alzheimer’s Disease“. Was die Hauptursache für Alzheimer ist, wenn es nicht Amyloidablagerungen sind? Christian Behl sagt: „Wir wissen es nicht. Vieles deutet darauf hin, dass es die eine Hauptursache nicht gibt. Es scheint, als spielten viele Faktoren mit hinein: Die Ernährung, körperliche und geistige Betätigung und womöglich leider auch ein großer Faktor Zufall, also Einflussfaktoren, die wir heute noch nicht kennen.“

2011 unterzeichnete Präsident Barack Obama ein Gesetz, mit dessen Hilfe Alzheimer bis zum Jahr 2025 besiegt werden sollte. Doch gegen Alzheimer

hilft selbst ein solcher Präsidentenerlass wenig, hinter dem einige Forschungsgelder stecken. Behl ist sich sicher: In den nächsten zehn Jahren wird es keine wirksame, ursächliche Therapie gegen Alzheimer geben.

Umso wichtiger wird die Forschung daran, wie sich die Lebensqualität von Menschen mit Demenz verbessern lässt. Denn ihre Zahl steigt: Experten gehen davon aus, dass sie sich allein in Deutschland von heute 1,6 Millionen bis zum Jahr 2050 auf 3 Millionen fast verdoppeln dürfte; Alzheimer macht dabei mehr als zwei Drittel der Fälle aus.

Eine Basis für künftige Forschung in diesem Bereich stellt der Demenzmonitor dar, den der Pflegeforscher Bernhard Holle vom Deutschen Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE), Standort Witten, aus der Helmholtz-Gemeinschaft kürzlich erstellt hat: Mit seinen Kollegen hat er 51 Altenheime mit insgesamt mehr als 1800 Bewohnern genauer betrachtet. „Wir wollten eine Momentaufnahme machen und wissen, wie weit man heute in der Betreuung schon ist und wo am dringendsten etwas getan werden muss“, sagt Holle.

Als Messlatte dienen die „Rahmenempfehlungen zum Umgang mit herausforderndem Verhalten bei Menschen mit Demenz“, die das Bundesgesundheitsministerium im Jahr 2006 herausgegeben hat. Mit herausforderndem Verhalten sind jene Verhaltensweisen gemeint, die im Laufe einer Demenz entstehen können, zum Beispiel zielloses Herumwandern, Aggressivität, Schreien oder Apathie. Die gute Nachricht: „Die Empfehlungen werden in Ansätzen auf breiter Ebene umgesetzt“, sagt Holle. Doch es gibt Einschränkungen: „Die Ausführung ist sehr heterogen. Manchmal ist sie nicht sehr versiert, oft sind gerade einmal die Ansätze vorhanden. In anderen, selteneren Fällen werden die Empfehlungen fast eins zu eins umgesetzt.“

So sehen die Empfehlungen zum Beispiel eine validierende Vorgehensweise vor. Das heißt, dass die Betreuer eine wertschätzende Grundhaltung gegenüber den Menschen mit Demenz einnehmen. „Validation wird fast überall angewandt, ist aber ein sehr anspruchsvolles Konzept. Daher wird es sehr selten vollständig umgesetzt, denn nicht alle Pflegekräfte haben eine Aus- oder Fortbildung in diesem Bereich gemacht“, sagt Holle.

Um die Situation zu verbessern, hat er eine Reihe von Vorschlägen: mehr Fortbildung, eine angepasste Architektur bei neuen Altenheimen, die den Menschen mit Demenz Freiheiten gibt, sie aber in einem sicheren Umfeld belässt. Vor allem fehlt es Holle zufolge aber an mehr qualifizierten Pflegekräften.

Wie diese Lücke zumindest ein Stück weit geschlossen werden kann, zeigen Holles DZNE-Kollegen von den Standorten Greifswald und Rostock auf. In der sogenannten Delphi-MV-Studie werden die niedergelassenen Hausärzte durch speziell qualifizierte Pflegefachkräfte unterstützt, die sogenannten Dementia Care Manager (DCM). Die DCM erstellen mithilfe eines Computerprogramms für jeden Patienten einen maßgeschneiderten Behandlungs- und Versorgungsplan. Der Hausarzt prüft die Vorschläge und entscheidet, welche Maßnahmen tatsächlich umgesetzt werden sollen. Ziel ist es, Versorgung und Lebensqualität der

Patienten zu verbessern. Noch ist die Studie, an der mehr als 130 Hausärzte aus Mecklenburg-Vorpommern und über 630 Patienten teilnehmen, nicht zu Ende, aber es gibt bereits viele Hinweise, dass das Konzept den Patienten zugute kommt und auch das Gesundheitssystem finanziell nicht außergewöhnlich belastet.

Wenngleich also Demenzen wie Alzheimer auf absehbare Zeit wohl nicht heilbar sein werden – es gibt immerhin vielversprechende Ansätze, die Patienten angemessen zu versorgen.

Christian Heinrich

Die globalen Auswirkungen von Demenz

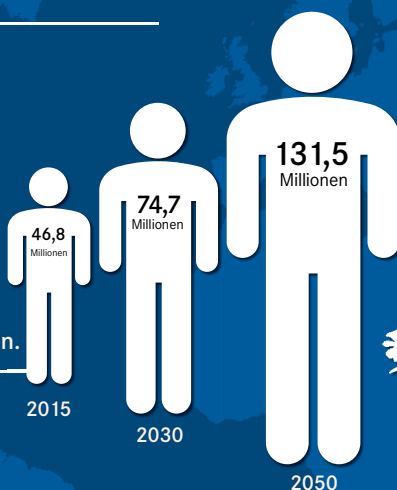


Weltweit wird es im Jahr 2015 9,9 Millionen neue Demenzzfälle geben.

Das sind **drei pro Sekunde.**

Im Jahr 2015 leben 46,8 Millionen Menschen weltweit mit Demenz.

Diese Zahl wird sich in den nächsten Jahren fast verdoppeln.



Ein Großteil des Anstiegs wird Länder mit niedrigem und mittlerem Einkommen (LMICs) betreffen.

Bereits 2015 leben 58% aller Demenzzkranken in LMICs, bis 2030 wird ein Anstieg auf 63% erwartet. Im Jahr 2050 werden es voraussichtlich sogar 68% sein.

Die Karte zeigt die geschätzte Anzahl an Demenzzkranken, die in den unterschiedlichen Regionen der Welt leben für das Jahr 2015.

€732
MILLIARDEN

2015

Wäre Demenz-Fürsorge ein Land, wäre es die

18. größte Ökonomie

der Welt. Mit einem Marktwert, der den von Apple und Google übersteigt.

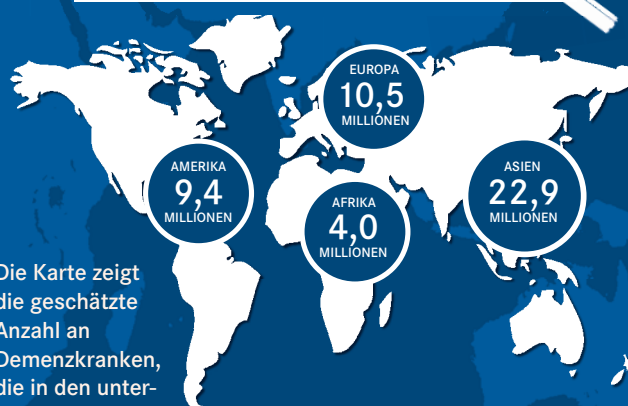
€1,8
BILLIARDEN

2018



(Quelle: Forbes 2015 Ranking)

Die Kosten, die Demenz im Jahr 2015 verursacht hat, liegen bei schätzungsweise 732 Milliarden Euro. Bis zum Jahr 2018 wird Demenz zu einer Trillionen-Krankheit werden, bis zum Jahr 2030 werden die Kosten schätzungsweise auf 1,8 Milliarden Euro ansteigen.



Alzheimer's Disease International
The global voice on dementia

Globale Auswirkungen Demenz wirkt sich nicht nur auf die erkrankten Personen und ihr Umfeld aus. Auf Grund steigender Zahlen bekommt die Erkrankung eine zunehmende wirtschaftliche und globale Dimension. Quelle: World Alzheimer Report 2015 / Alzheimer's Disease International

Die atmende Solarzelle

Wasserstoff gilt vielen Wissenschaftlern als Öl der Zukunft. Forscher des Helmholtz-Zentrums Berlin arbeiten zusammen mit internationalen Partnern daran, ihn kostengünstig mit Solarenergie zu gewinnen. Wenn das gelingt, könnte Wasserstoff bald eine Schlüsselrolle in der Energieversorgung spielen

Als Schüler kommt fast jeder einmal mit dem Gemisch in Kontakt, das prägnant Knallgas genannt wird: Das Wasserstoff-Sauerstoff-Gemisch befindet sich dabei in einem Ballon, den der Lehrer mit einem Streichholz zur lauten Explosion bringt; übrig bleibt eine Wolke aus Wasserdampf. Angesichts dieses eindrucksvollen Effekts vergessen allerdings viele Schüler, dass die Herstellung des Wasserstoff-Sauerstoff-Gemisches mit Hilfe elektrischen Stroms, die sogenannte Elektrolyse, eigentlich weitaus wichtiger ist als der Knall. Derzeit arbeiten Wissenschaftler daran, die Elektrolyse zu einer Technologie zu entwickeln, die in ferner Zukunft vielleicht sogar fossile Brennstoffe ersetzen kann.

Schon heute ist Wasserstoff als Zwischenspeicher für Windkraftanlagen oder Photovoltaik-Anlagen im Gespräch: Wenn die erneuerbaren Energiequellen in Spitzenzeiten mehr elektrischen Strom liefern als benötigt, könnte mit dem Überschuss Wasserstoff produziert werden. Dieses Gas kann unter hohem Druck und bei tiefen Temperaturen gut gelagert werden. „Eine saisonale Speicherung von Energie ist nur mit chemischen Energieträgern wie Methan oder Wasser-

stoff möglich“, sagt Michael Specht vom Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) – denn diese Zwischenspeicherung funktioniert mit den Gasen viel effizienter als mit Batterien und Akkus.

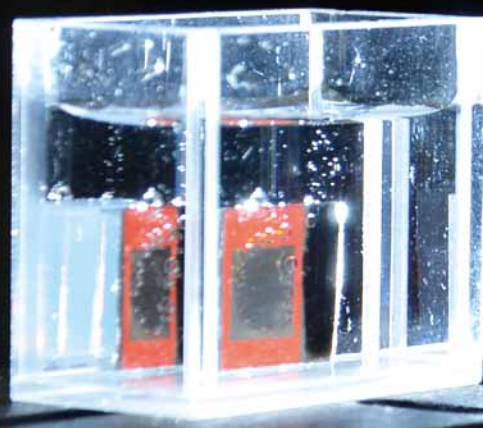
Voraussetzung für den Einsatz von Wasserstoff als Energieträger ist es, ihn mit regenerativen Energien herzustellen

Das Elektrolyse-Prinzip, das diesen aktuellen Überlegungen zu Grunde liegt, ist seit Jahrhunderten bekannt. In großem Stil umgesetzt wird es bislang allerdings nicht, denn es ist ausgesprochen energieaufwendig. Voraussetzung für den Einsatz von Wasserstoff als Energieträger ist es deshalb, ihn mit regenerativen Energien herzustellen.

Genau da setzen Forscher des Helmholtz-Zentrums Berlin (HZB) an. In einem Projekt, das sie PECDEMO (photoelektrochemischer Demonstrationsaufbau) genannt haben, wollen sie bis Mitte 2017 zeigen, dass die Produktion von Wasserstoff kostengünstig und nur mit solarer Energie möglich ist. „Wir entwickeln eine sieben mal sieben Zentimeter große Zelle, die bei Sonnenstrahlung eingehendes Wasser spaltet und Sauerstoff und Wasserstoff an jeweils einem Ausgang abgibt“, sagt Roel van de Krol, Materialwissenschaftler am Institut für solare Brennstoffe des HZB und Koordinator des Projekts.

Ziel ist es, einen Prototyp zu entwickeln, der die Grundlage für die künftige industrielle Herstellung von Wasserstoff legt. Mindestens 1000 Stunden lang soll die Zelle dafür stabil Wasserstoff erzeugen. Etwa acht Prozent der eingestrahnten Sonnenenergie wollen van de Krol und seine Kollegen für die Gewinnung des





Das Neue an der Idee der Wissenschaftler um van de Krol liegt darin, dass sie zwei bisher getrennte Schritte in einer Zelle vereinen wollen

Wasserstoffs nutzen. Die Ausbeute könnte wesentlich höher sein, wenn die Forscher auf Hightech-Materialien zurückgriffen, aber sie wollen vor allem auf die Kosten-Nutzen-Rechnung achten: „Wir versuchen, drei Punkte gleichzeitig im Blick zu haben: hohe Effizienz, Stabilität und geringe Kosten“, sagt van de Krol. „Mit seltenen oder traditionellen Materialien aus der Photovoltaik ist es zwar einfach, die Effizienz hochzutreiben, aber wir nutzen für PECDEMO nur stabile und häufig vorkommende Metalle.“ Aber auch so sei es eine Herausforderung, ein Kilogramm Wasserstoff für etwa fünf Euro herzustellen – diese Marke gilt als erster Schritt zur wirtschaftlichen Produktion von Wasserstoff. ▶

Atmende Solarzellen Während des PECDEMO-Projekts soll ein Apparat entstehen, der gleichzeitig Strom erzeugt und Wasser spaltet. Die entstehende Solarzelle nimmt Wasser auf und atmet Wasserstoff und Sauerstoff aus.
Bilder: Andreas Kubatzki/HZB



PECDEMO-Projekt Van de Krol und sein Team wollen bis Mitte 2017 zeigen, dass die Produktion von Wasserstoff kostengünstig und nur mit solarer Energie möglich ist.
Bild: Andreas Kubatzki/HZB

Das Besondere an der Idee der Wissenschaftler um van de Krol ist, dass sie zwei bisher getrennte Schritte in ihrer Zelle vereinen wollen. Statt zunächst Strom zu erzeugen, der anschließend für die Elektrolyse genutzt wird, wollen sie einen Apparat konstruieren, der den nötigen Strom liefert und gleich das Wasser spaltet – eine Art atmender Solarzelle. Sie nimmt Wasser auf und atmet Wasserstoff und Sauerstoff aus. „Wir setzen simple und häufige Metalloxide als Lichtabsorber ein und kombinieren sie mit Silizium auf der Hinterseite“, sagt van de Krol. „So absorbiert die Zelle fast das gesamte Lichtspektrum im sichtbaren Bereich. Die Photonen des Lichts werden optimal ausgenutzt.“ Die Metalloxid-Seite der Zelle hat dabei Kontakt mit einem kleinen Wassertank und spaltet mit Hilfe einer weiteren Elektrode und der gewonnenen Energie die Flüssigkeit in ihre Bestandteile.

Wenn es gelingt, Wasserstoff in industriellem Maßstab herzustellen, könnte das auch ein wichtiger Schritt sein, um die fossilen Brennstoffe zu ersetzen

Van de Krol sieht PECDEMO als gelungenen Auftakt zur weiteren Forschung. „Wir haben erstmals aufklären können, welche effizienzsteigernden Vorgänge bei der Wasserspaltung wirklich an den beschichteten Elektrodengrenzflächen stattfinden“, sagt der Forscher. Daher sei er zuversichtlich für den Bau der nachfolgenden Generationen von Zellen.

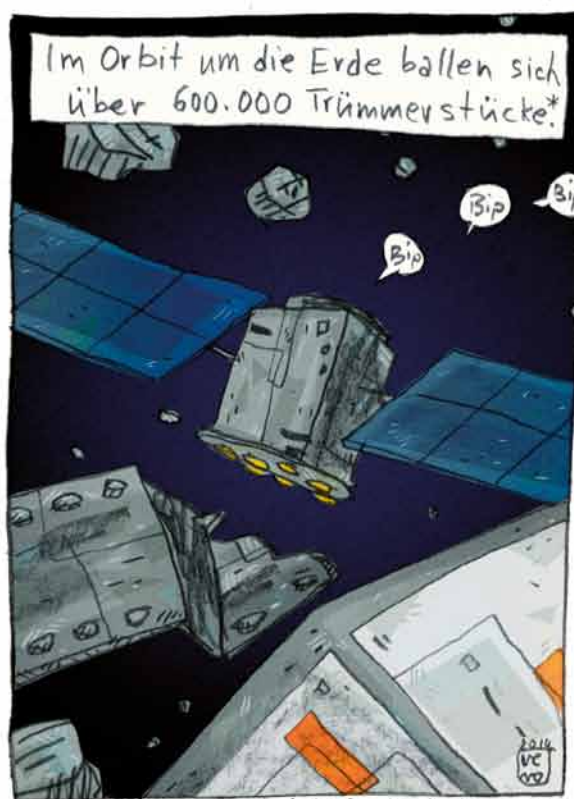
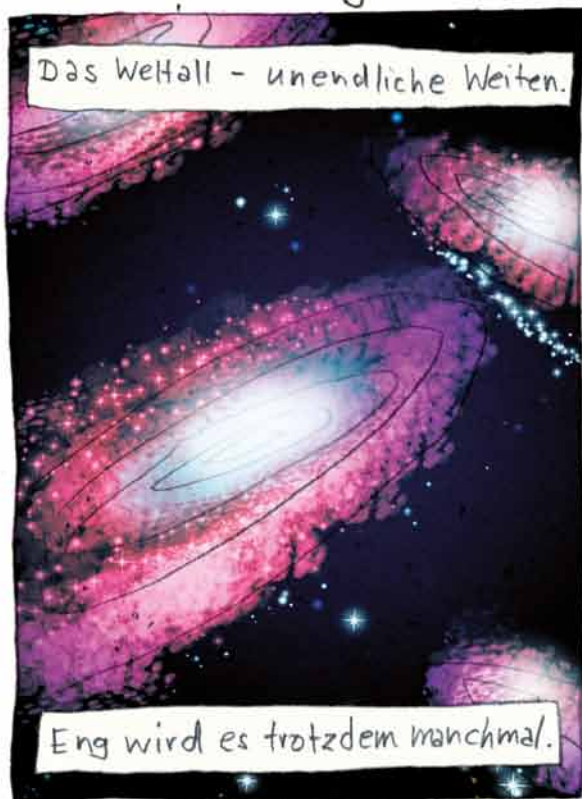
Wenn es gelingt, Wasserstoff in industriellem Maßstab herzustellen, könnte das auch ein wichtiger Schritt sein, um die fossilen Brennstoffe zu ersetzen. Tests von Energieversorgern zeigen, dass Wasserstoff ohne negative Auswirkungen im einstelligen Prozentbereich in die deutschen Erdgasnetze eingemischt werden kann. Ein kompletter Ersatz des Erdgases wäre möglich, wenn man Wasserstoff beispielsweise durch die sogenannte Methanisierung mit Hilfe von Kohlendioxid umformte. Auch Diesel- und Benzinprodukte können so erzeugt werden. Der große Vorteil: Die vorhandene Infrastruktur müsste nicht umgebaut werden, sowohl Tankstellen als auch die bisherigen Fahrzeuge könnten weiter genutzt werden. „Es ist allerdings noch zu früh, zu sagen, ob eine Zellentechnologie wie in PECDEMO irgendwann zentralisiert beispielsweise für Tankstellen in Frage kommt oder dezentral die Bewohner eines Hauses versorgt“, sagt van de Krol.

Peter Gotzner

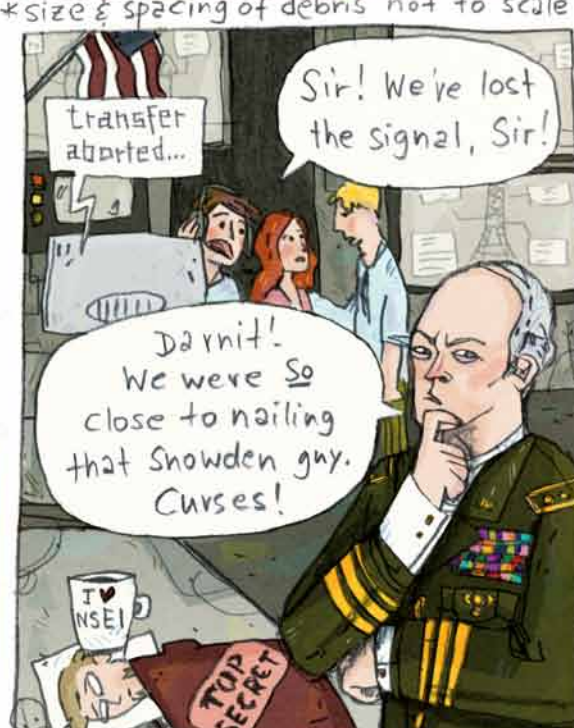
KLAR SOWEIT?

Mehr Comics unter:
www.helmholtz.de/comic

Ursache & Wirkung



*size & spacing of debris not to scale



Mal witzig, mal erklärend Der Helmholtz-Wissenschaftscomic erscheint monatlich auf www.helmholtz.de/comic und erzählt eine Geschichte rund um die Wissenschaft.

Open Access – Ein Gespräch über Transparenz



Der freie Zugang zu wissenschaftlichen Publikationen und wissenschaftlichen Daten ist noch immer die Ausnahme. Die Helmholtz-Gemeinschaft unterstützt die Initiative „Open Access 2020“. Ein Gespräch mit dem Aktivisten Christian Heise über Nutzen und Risiken von frei zugänglichen Forschungsdaten – und über seine ungewöhnliche Doktorarbeit

Warum sollten sich Wissenschaftler, die ohnehin schon viel zu tun haben, auch noch mit dem Thema „Open Access“ beschäftigen?

Ich bin der festen Überzeugung, dass alle davon profitieren, wenn sie auf überprüfbares und überprüftes Wissen zugreifen können. So ein offener Zugang zum wissenschaftlichen Erkenntnisprozess kann die Möglichkeiten der Validierung erhöhen. Und er kann den privaten und staatlichen Forschungsbereich effizienter machen und damit den gesamtgesellschaftlichen Fortschritt in bisher unbekannter Weise beschleunigen.

Trotz aller Bemühungen ist Open Access im Wissenschaftsbereich immer noch keine Selbstverständlichkeit. Woran liegt das?

Es gibt eine ganze Reihe an Hindernissen. Zum einen natürlich rechtliche: In vielerlei Hinsicht sind die Rahmenbedingungen veraltet. Um dem Ziel der Bildungsgerechtigkeit einen Schritt näher zu kommen, aber auch um den Herausforderungen der Digitalisierung zu begegnen, sind gesetzliche Modifikationen nötig. Ein anderer Aspekt ist der Schutz von privaten und persönlichen Daten. Den Schutz der Privatsphäre gegen den immensen Wert einer Open Access-Nutzung auszuhandeln – das stellt eine wichtige Herausforderung dar. Und drittens ist da die technische Komponente: Es geht hier um große Datenmengen, die erst einmal irgendwo gespeichert werden müssen. Obwohl



OPEN
KNOWLEDGE
FOUNDATION
DEUTSCHLAND

Christian Heise ist ehrenamtlicher Vorstand der Initiative Open Knowledge Foundation Deutschland, die für eine Öffnung der Wissenschaft eintritt. Er promovierte am Centre for Digital Cultures der Leuphana Universität Lüneburg und reichte im Juni 2016 seine Doktorarbeit zum Thema „Open Science“ ein. Bild: Christian Heise

sich in diesem Bereich viel getan hat, muss man noch einfachere Wege finden, um riesige Datenmengen strukturiert zur Verfügung zu stellen.

Das hört sich nach lösbaren Problemen an. Das Grundproblem ist aber auch noch ein anderes: Es fehlt an einer grundlegenden Auseinandersetzung innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft, denn natürlich hat das Thema Auswirkungen auf die wissenschaftliche Kommunikation.

Das ist ja auch das Thema Ihrer Doktorarbeit. Was haben Sie herausgefunden?

Ich habe sie quasi im Selbstexperiment von Beginn an öffentlich zugänglich gemacht, um zu untersuchen, ob diese Öffnung beim Erstellen wissenschaftlicher Arbeiten überhaupt möglich ist. Eine meiner Annahmen war: Der freie Zugang zu den finalen wissenschaftlichen Ergebnissen (Open Access) markiert eine

Übergangsphase, die dazu führen kann, dass sich der gesamte wissenschaftliche Erkenntnisprozess (Open Science) öffnet. Dazu habe ich mich mit der historischen Entwicklung der wissenschaftlichen Kommunikation und ihrer Digitalisierung beschäftigt und habe dann untersucht, welches Interesse die Wissenschaftler selbst an dieser Entwicklung haben und wie das gelebte Verhalten ist. Außerdem habe ich mir dann noch angesehen, was die Treiber und Bremser in diesem Veränderungsprozess sind.

Was ist ihr Ergebnis?

Die meisten Wissenschaftler haben zwar ein Interesse an zugänglichen Daten, sind aber selbst weit davon entfernt, offen und frei zugänglich wissenschaftlich zu kommunizieren. Dahinter stehen ganz unterschiedliche Gründe, die vom Datenschutz über die Angst vor dem Verlust von Patent- und Publikationsrechten bis hin zur Furcht vor Mehraufwand reichen.

Sind Sie sicher, dass sich diese Skepsis besiegen lässt?

Es braucht vor allem Anreize, sich mit Open Access und Open Science auseinanderzusetzen. Nicht jeder hat ein Interesse an der Offenheit, schließlich bedeutet die Verslossenheit auch einen Machtvorteil, und den wollen viele Akteure nicht aufgeben. Das ist nicht immer im Sinne der Gesamtgesellschaft, ich finde es aber solange in Ordnung, wie eine aktiv getroffene Entscheidung dahinter steht. Oft aber beschäftigen sich die Wissenschaftler gar nicht mit dem Thema, und das halte ich für eine vertane Chance. Deshalb sind neben dem individuellen Ansporn dringend auch systemische Anreize wichtig. Initiativen wie „Open Access 2020“, an der viele führende Wissenschaftsorganisationen aus der ganzen Welt beteiligt sind, spielen dabei eine wichtige Rolle. Ich würde mir aber viel mehr Experimentierfreudigkeit innerhalb der Community wünschen, um auszuprobieren, inwiefern Open Science möglich und erstrebenswert ist. Schließlich geht es darum, die Zukunft der wissenschaftlichen Kommunikation zu gestalten! Auch der Dialog zur Gestaltung dieser Zukunft muss aus meiner Sicht anders geführt werden.

Moment: Anders geführt bedeutet aber nicht nur, dass er intensiviert werden muss, oder?

Entscheidend ist, dass das Thema innerhalb des Wissenschaftssystems vorangetrieben wird. Die Wissenschaftler müssen endlich aktiv in den Dialog eingebunden werden. Alles andere halte ich für gefährlich, weil wirtschaftliche oder politische Interessen den Prozess womöglich in eine Richtung bewegen würden, die nicht unbedingt gut für die Wissenschaftsfreiheit wäre. An der Aushandlung müssen deshalb alle wissenschaftlichen Akteure teilnehmen – egal, ob sie für die Öffnung sind oder dagegen. Es braucht eine ausgewogene Debatte von Befürwortern und Gegnern. Nur dann kann man etwas erreichen.

Die OPEN SCIENCE-Bewegung setzt sich dafür ein, dass wissenschaftliche Daten und Prozesse einfach und ohne Barriere zugänglich gemacht werden.

OPEN ACCESS ist ein Teilaspekt dieser Bewegung. Hier geht es um den freien Zugang zu wissenschaftlicher Literatur und anderen Materialien im Internet.

Sie haben mit Open Science ganz eigene Erfahrungen gesammelt. Wie war es eigentlich, Ihre Doktorarbeit für alle offen zu gestalten?

Ich hatte den Anspruch, dass die Arbeit jederzeit auf der Webseite www.offene-doktorarbeit.de einsehbar war. Das war technisch gar nicht so trivial. Ohne ein paar Programmierfähigkeiten hätte ich das gar nicht geschafft, weil es noch kaum technische Tools für so ein Vorhaben gab. Außerdem musste ich erstmal klären, ob das rechtlich überhaupt möglich ist. Eine Doktorarbeit darf ja beispielsweise noch nicht veröffentlicht sein, wenn man sie einreicht, und sie muss nachweislich eigenständig erstellt werden, weshalb etwa Kommentare nicht einfach so einfließen dürfen. Das sind Voraussetzungen, die das Internet eher nicht bietet. Es war also schon rein formell nicht ganz so einfach.

Das klingt vor allem nach Nachteilen. Gab es auch positive Aspekte?

Ja, natürlich: Ich bin zum Ergebnis gekommen, dass die Erstellung einer wissenschaftlichen Qualifikationsarbeit durch die offene Schreibweise grundsätzlich

möglich ist; es waren weder fundamentale Vorteile noch unlösbare Hürden für den publizierenden Wissenschaftler erkennbar. Das ist schon mal ein guter Ausgangspunkt. Diese und viele weitere Erkenntnisse habe ich in Handlungsempfehlungen festgehalten. Aber die konkreten positiven Folgen der offenen Publikation konnten im Rahmen dieser Arbeit noch nicht abschließend betrachtet werden.

Was ist denn Ihre Vermutung: Welche Chancen bietet die Digitalisierung für die Wissenschaft?

Ich sehe große Chancen, das Vertrauen in die Wissenschaft zu fördern, indem man zum Beispiel auch negative Ergebnisse veröffentlicht und die Daten zur Verfügung stellt. Damit lässt sich einfacher sicherstellen, dass es sich um wirklich belegtes Wissen handelt und nicht einfach nur um eine Theorie. Das passiert zwar auch im bestehenden Kommunikationssystem durch peer review, aber Open Access und Open Science würden diese Prozesse nochmal transparenter machen. Das verhindert Missbrauch und anderes wissenschaftliches Fehlverhalten, denn wenn jeder die Daten und Experimente einsehen kann, lässt sich der Prozess des Erkenntnisgewinns nachvollziehen. Davon profitieren alle.

Glauben Sie, dass die offenen Standards zur gängigen Praxis werden?

Ich sage mittlerweile nicht mehr, dass sich alles in fünf bis zehn Jahren verändert haben wird. Allerdings muss man sich nicht mehr die Frage stellen, ob wissenschaftliche Kommunikation offener und digitaler werden wird, sondern eher wann und wie. Wenn die Debatten über die Veränderungen in der wissenschaftlichen Kommunikation noch offener, konsequenter und konstruktiver geführt werden, können wir viel erreichen. Ich denke aber, dass diese Entwicklung letztendlich eher 20 als fünf Jahre dauern wird.

Interview: Rebecca Winkels

OPEN SCIENCE und OPEN ACCESS werden bei Helmholtz groß geschrieben.

Mehr zu unseren Aktivitäten erfahren Sie hier:

→ www.helmholtz.de/open_science



Christopher Barner-Kowollik



Martin Bastmeyer



Martin Wegener

Revolution in der Petrischale

Der Biologe Martin Bastmeyer hat zusammen mit dem Chemiker Christopher Barner-Kowollik und dem Physiker Martin Wegener den Erwin-Schrödinger-Preis 2016 gewonnen, der besonders interdisziplinäre Forschung honoriert

Sie wollen tiefere Einblicke in die Arbeit der drei Forscher haben?

In unserem **Video** stellen wir die Sieger des **Schrödinger-Preises 2016** näher vor:

→ www.helmholtz.de/schroedinger2016

Martin Bastmeyer zeigt auf den Bildschirm. „Da ist so eine unserer 3D-Strukturen.“ Der Biologe sitzt im abgedunkelten Mikroskopieraum in seinem Labor im Karlsruher Institut für Technologie (KIT), der Monitor wirft einen blauen Schein auf sein Gesicht. Die Struktur, die er mit ein wenig Stolz in der Stimme vorführt, sieht aus wie ein Hocker: vier dicke Beine, die miteinander über ein Gitter verbunden sind. Zwischen den Hockerbeinen ist ein grünes Etwas aufgespannt, es könnte als Kissen durchgehen. „Das Grüne ist eine Zelle, die in der 3D-Struktur wächst“, sagt Bastmeyer. Denn das Hocker-ähnliche Gebilde auf dem Monitor ist in Wirklichkeit nur wenige Mikrometer groß, es wurde mit einem speziell für solche winzigen Strukturen entwickelten 3D-Drucker hergestellt. Für seine Methode hat Martin Bastmeyer einen Begriff geprägt: Designer-Petrischalen. Dafür hat er nun zusammen mit seinen Forscherkollegen Martin Wegener und Christopher Barner-Kowollik den Erwin-Schrödinger-Preis erhalten.

Mit den Designer-Petrischalen will Bastmeyer die Zellkultur revolutionieren: Seit mehr als 130 Jahren kultivieren Forscher Zellen von allen möglichen Organismen. Klassischerweise nutzten sie dafür flache Glas- oder Plastikgefäße, Petrischalen genannt. Die bieten eine flache Umgebung. „Aber wir wissen alle, dass in unserem Körper Zellen in einer dreidimensionalen und weichen Umgebung vorkommen“, sagt Bastmeyer. „Die Idee unserer Forschung ist es, Bedingungen herzustellen, wie sie bei uns im Körper herrschen.“

Aufgewachsen ist Bastmeyer in Trier, für sein Studium und die anschließende Promotion geht er ins nahe gelegene Kaiserslautern. Danach forscht er in Tübingen, Konstanz und San Diego, um schließlich in Jena eine Professur zu bekommen. 2004 wechselt er an die Universität Karlsruhe, die später im KIT aufgeht.

Den Traum einer Zellkultur unter mechanisch und chemisch kontrollierten Bedingungen in 3D trägt er schon länger mit sich herum. Er will damit ein Problem lösen, das er auch aus seinem Forscheralltag kennt: In der klassischen Kultur in Petrischalen verhalten sich Zellen deutlich anders als Zellen im Körper. Deshalb lassen sich Ergebnisse aus der Zellkultur nicht ohne weiteres auf den Organismus übertragen. Bastmeyer hofft, dass mit der 3D-Zellkultur dieses Problem geringer wird. Ein Jahr nach seinem Wechsel nach Karlsruhe, im Jahr 2005, spricht er deshalb Martin Wegener an. Der Physiker forscht am Nachbarinstitut schon länger am 3D-Druck von mikroskopischen Kristallen. Wegener erinnert sich noch gut an die erste Begegnung mit dem Biologen: „Mein erster Gedanke war: Was ist das denn für ein Quatsch? Wir geben

uns große Mühe, perfekte dreidimensionale Strukturen herzustellen, und er will darauf Zellen züchten?“ Ihn störte zunächst die Vorstellung, dass auf seinen exakten physikalischen Strukturen etwas schwer beeinflussbares Biologisches wachsen soll. Doch Martin Bastmeyer überzeugt seinen Namensvetter Wegener, gemeinsam eine Diplomarbeit zu dem Thema zu betreuen. Und bei der einen Diplomarbeit bleibt es nicht. Die beiden Professoren setzen zahlreiche Studierende und Doktoranden auf das Thema an.

Richtig Fahrt nimmt das Projekt auf, als ein Chemiker dazustößt. „Ich bin 2008 ans KIT gekommen“, erinnert sich Christopher Barner-Kowollik. „Und als erstes kam Martin Bastmeyer mit der Bitte auf mich zu, ob ich mir seine Problematik mit den Zellen mal anschauen kann.“ Das Ziel ist, für jeden Zelltyp in Kultur eine ideale Umgebung zu finden. Dazu braucht es viele Experimente, denn der eine Zelltyp fühlt sich eher in harten Strukturen wohl, der andere in elastischen weichen. Um diese Eigenschaften gezielter beeinflussen zu können, entwickelt Barner-Kowollik fortan neue Tinten für den 3D-Drucker. In ihrer natürlichen Umgebung erhalten Zellen zudem Informationen von anderen Zellen. Das soll auch in den Designer-Petrischalen simuliert werden. Dafür entwickeln sie die Möglichkeit, biologische Signalmoleküle an bestimmten Stellen der 3D-Strukturen anzubringen.

Mit dem Biologen Bastmeyer, dem Physiker Wegener und dem Polymerchemiker Barner-Kowollik sind jetzt Forscher aus drei Disziplinen an dem Projekt beteiligt. Martin Bastmeyer schätzt das: „Solche Kooperationen machen wirklich Spaß und ich habe die Erfahrung gemacht, dass die Summe der Zusammenarbeit immer mehr ist als der Input.“ Die drei mussten allerdings erst lernen, sich miteinander auszutauschen. „Persönlich haben wir uns sofort verstanden“, sagt Barner-Kowollik. „Aber das fachliche Verständnis war ein Herantasten.“ Mit der Zeit wächst das Vertrauen, und die Zusammenarbeit wird immer besser. „Das funktioniert nur, weil wir drei etwas gemeinsam haben: Die persönliche Begeisterung, das Brennen für das Forschungsfeld“, sagt Barner-Kowollik.

Inzwischen haben die Forscher um Bastmeyer neben dem Hocker-ähnlichen Gebilde noch zahlreiche andere Strukturen entwickelt. In manchen gedeihen Herzzellen, in anderen Bindegewebszellen. Und tatsächlich hat sich die Theorie von Bastmeyer bestätigt: Die Zellen verhalten sich dort anders als in der klassischen Zellkultur. So konnte er etwa mit einem speziellen 3D-Gerüst die Zucht von Stammzellen deutlich vereinfachen.

Ragnar Vogt

Personalien

Franziska Broer neue Geschäftsführerin der Helmholtz-Gemeinschaft



Seit dem 1. August ist **Franziska Broer** neue Geschäftsführerin der Helmholtz-Gemeinschaft. Sie folgt damit auf Rolf Zettl, der zum 1. März dieses Jahres aus dem Amt ausgeschieden ist. Frau Broer wurde Ende Januar einstimmig von der Mitgliederversammlung der Helmholtz-Gemeinschaft gewählt. Bislang war sie als administrative Geschäftsführerin am Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung in Braunschweig tätig.

Christian Haringa neuer Administrativer Direktor des DESY



Der DESY-Stiftungsrat hat **Christian Haringa** am 7. Juli 2016 zum Administrativen Direktor des Forschungszentrums bestellt. Haringa wird damit auch stellvertretender Vorsitzender des DESY-Direktoriums. Der Jurist war im April 2015 als Verwaltungsleiter zu DESY gekommen und hatte das Amt des Administrativen Direktors im vergangenen November zunächst kommissarisch von Christian Scherf übernommen.

Schrödinger-Preisträger 2016

Christopher Barner-Kowollik, **Martin Bastmeyer**, **Martin Wegener** vom Karlsruher Institut für Technologie sind mit dem Erwin-Schrödinger-Preis 2016 ausgezeichnet worden (s. Porträt S. 37). Der mit 50.000 Euro dotierte Preis zeichnet herausragende wissenschaftliche oder technisch innovative Leistungen aus, die in Grenzgebieten zwischen verschiedenen Fächern der Medizin, Natur- und Ingenieurwissenschaften erzielt worden sind und an denen Vertreterinnen und Vertreter mindestens zweier Fachrichtungen mitgewirkt haben. Die diesjährigen Preisträger werden für ihre Arbeiten im Bereich der 3D-Technologie ausgezeichnet.

Doktoranden Preis 2016 verliehen

Im Rahmen der Jahrestagung der Helmholtz-Gemeinschaft am 22. September 2016 wurde neben dem Erwin-Schrödinger-Preis auch der Doktorandenpreis 2016 verliehen. Die Auszeichnung erhielten in diesem Jahr **Corinna Breusing** (GEOMAR), **Véronique Gebala** (MDC), **Wolfgang Gregor Hollik** (KIT), **Katharina Otto** (DLR), **Torsten Rieger** (FZJ), **Tobias Vogt** (HZDR). Für ihre besonderen wissenschaftlichen Leistungen bekommen sie ein Preisgeld von je 5.000 Euro. Mit dem Preis werden jährlich Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler aus den sechs Helmholtz-Forschungsbereichen geehrt.

Auszeichnung für HZDR-Film

Auf dem World Media Festival in Hamburg wurden am 11. Mai 2016 wichtige Filmpreise der PR-Branche verliehen. Mit dabei war das **Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf**, das einen „Intermedia-Globe“ in Gold in der Kategorie „Forschung und Wissenschaft“ für einen Film über Endlagerforschung erhielt. Der Film hat es sich zur Aufgabe gemacht, der breiten Öffentlichkeit die Forschung näherzubringen.



Ebbe und Flut

SO WIRD'S GEMACHT:

Male die große Pappkartonscheibe auf einer Seite schwarz an. Die kleine Scheibe kannst du mit einem Bild von der Erde bekleben oder blau anmalen. Klebe die kleine Scheibe so auf die große Scheibe, dass ihr Mittelpunkt 4–5 cm vom Mittelpunkt der großen Scheibe versetzt ist. An den gegenüberliegenden Rand der großen Scheibe malst/klebst du den Mond. Dann steckst du den Holzspieß in ein Stück Korken und klebst ihn auf der Rückseite der schwarzen Scheibe genau in die Mitte. Nun verknotest du das Gummiband mit der Kette und heftest es auf den Mond. Dann kürzt du den Trinkhalm auf die Breite deiner Hand und steckst ihn über den Spieß. Halte den Trinkhalm mit der einen Hand so, dass die Scheibe senkrecht steht, drehe den Spieß und beobachte, was passiert.



ERKLÄRUNG

Der Flutberg auf der dem Mond zugewandten Seite der Erde tritt auch auf der anderen Seite auf. Warum? Der Mond kreist nicht genau um den Erdmittelpunkt, sondern Erde und Mond drehen sich um den Schwerpunkt der Erde. Dieser liegt wegen der wesentlich größeren Masse zwar innerhalb der Erde, ist aber leicht in Richtung Mond verschoben. Dadurch „eiert“ die Erde. Wegen der größeren Zentrifugalkraft auf der dem Mond abgewandten Seite „schwappen“ die Wassermassen auch dort hoch. Allerdings vergehen nicht 12 Stunden zwischen den Fluten, sondern 25 Minuten mehr. Warum? Da der Mond sich auf seiner Bahn weiterbewegt, während sich die Erde um sich selbst dreht.

MITMACHHEFT

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

→ www.helmholtz.de/schuelerlabore

Das Experiment wurde vom DLR_School_Lab Berlin entwickelt! Dort erhalten jährlich über 4.000 Schülerinnen und Schüler spannende Einblicke in die Forschungsbereiche Luftfahrt, Raumfahrt, Energie und Verkehr des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). Die authentischen und aufwendigen Experimente für die Schulstufen 5 bis 13 vermitteln die Faszination der Forschung und fördern das Interesse an Naturwissenschaften und Technik.

→ www.dlr.de/schoollab/berlin

Druckvorlagen und weitere Informationen:

→ www.dlr.de/next/Portaldata/69/Resources/downloads/Erde_und_Mond.pdf

Das brauchst du:

- 2 stabile Pappkartonscheiben (ca. 40 und 13 cm)
- Holzspieß, Trinkhalm, Korken, Reißzwecke
- Gummiband (Umfang ca. 24 cm)
- flexible Kette (z.B. Modeschmuck, Länge ca. 50 cm)
- Flüssigkleber, Schere
- Farben oder Ausdrucke von Erde und Mond (s. Kontaktdaten)



Klebe die Erde und den Mond auf die große schwarze Pappscheibe.



Verknote das Gummiband mit der Kette und hefte es auf den Mond.



Die Kette soll dabei locker um die Erde geschlungen sein und Platz haben, sich zu bewegen.



HELMHOLTZ
| GEMEINSCHAFT