

KLEMPNERN AM KLIMA

Ist Climate Engineering unsere letzte Rettung?



ERÖFFNET

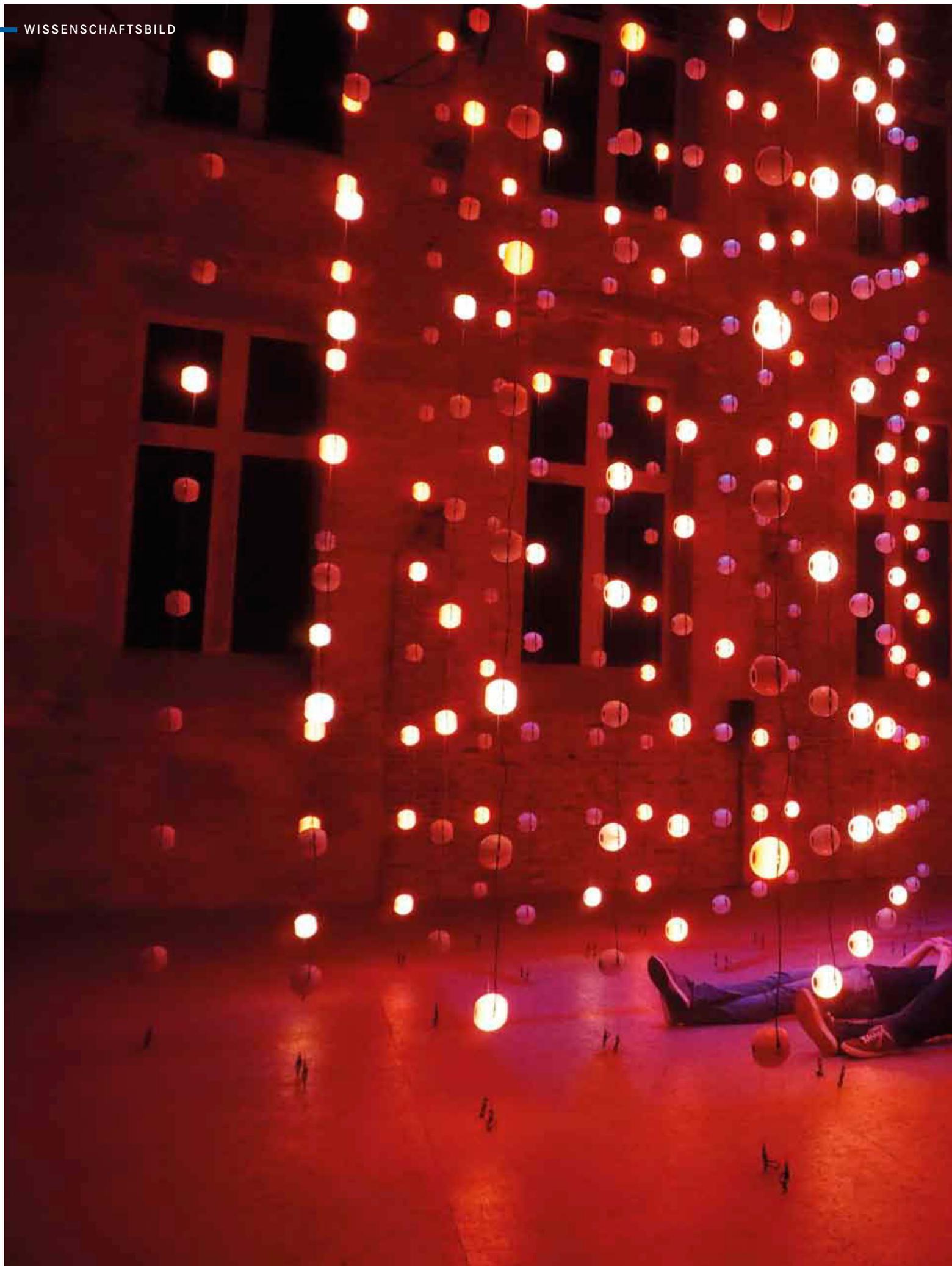
Helmholtz-Büro in der
Hightech-Nation Israel

GEERTET

Maniok-Anbau
in Thailand

AUFGESPÜRT

Kleine Jäger im Einsatz
gegen Krebszellen





Klingende Geisterteilchen

Besinnliche Andacht unter Weihnachtsbaumkugeln? Unser Wissenschaftsbild wurde zwar in einem Kirchenraum aufgenommen, zeigt jedoch die künstlerische Interpretation eines wissenschaftlichen Experiments. Auch wenn einem bei der Betrachtung der rot illuminierten Szene ganz warm ums Herz wird: Hier geht es um wahrhaft eiskalte Daten. In der Licht- und Klangausstellung AIS³ übersetzen 444 an dünnen Drahtseilen hängende Lautsprecher die Signale kosmischer Teilchen des am Südpol stationierten und weltweit größten Teilchendetektors IceCube in rhythmische Ton- und Farblichtbewegungen. IceCube registriert kosmische Neutrinos, deren seltene Interaktionen mit Materie sich durch schwache Lichtblitze bemerkbar machen. In der Ausstellung wird mal das niederenergetische Dektektorrauschen von IceCube in tieffrequente Sinustöne übersetzt, was einen beinahe psychedelischen Klangteppich webt. Dann wieder ist es, als rauschten die pulsierenden Lichtspuren förmlich durch einen hindurch. Die vom IceCube-Detektor gemessenen Teilchenbewegungen wurden so in der St. Elisabeth-Kirche in Berlin zu einem physischen Erlebnis. ◆

Franziska Roeder



ONLINE

Mehr eindrucksvolle Bilder aus der
Wissenschaft finden Sie hier:

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

TITELTHEMA

- 08 Klempnern am Klima**
Sollten wir die Erde mit Climate Engineering künstlich kühlen?
- 14 Interview mit Andreas Oschlies**
„Da dürften Jahrzehnte vergehen“

WISSENSCHAFTSBILD

- 02 Klingende Geisterteilchen**

INFOGRAFIK

- 06 Mikroplastik**
Was sind die Hauptquellen?

STANDPUNKTE

- 24 Blickwinkel**
Reinhard Hüttl und Josef König
- 30 EuGH-Urteil**
Ulrich Schurr findet den Rechtsspruch zu Genome Editing bedenklich

PORTRÄT

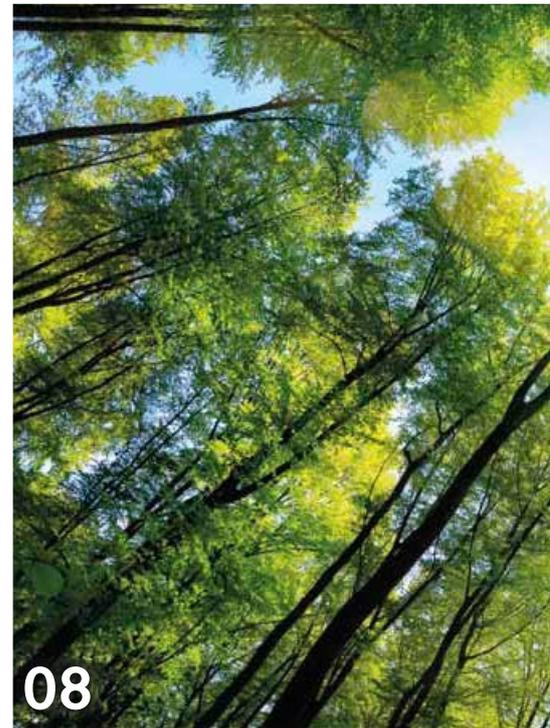
- 40 Christian Haass**
Erforscher des Vergessens

FORSCHUNG

- 07 Helmholtz extrem**
Der kleinste Transistor
- 16 Helmholtz kompakt**
Neues aus der Welt der Helmholtz-Gemeinschaft
- 19 Resonator-Podcast**
Nobelpreisträger Hartmut Michel
- 20 Fährte zum Tumor**
Kleine Jäger im Einsatz gegen Krebszellen
- 26 Flagge zeigen im Silicon Wadi**
Helmholtz eröffnet neue Dependence in der Hightech-Nation Israel
- 31 Nachgefragt**
Was ist die gefühlte Temperatur?
- 32 Klassenfahrt ins Weltall**
Eine Raumfahrt-Show für Schüler auf bundesweiter Tournee
- 36 JWD**
Ein Königreich für eine Wurzel

EXPERIMENT

- 43 Kleine Forscher**
Schokokuss im Vakuum



IMPRESSUM

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

Herausgeber
Helmholtz-Gemeinschaft
Deutscher Forschungszentren e. V.

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

Chefredaktion Annette Doerfel
Artidirektion Stephanie Lochmüller, Franziska Roeder
Schlussredaktion Andrea Mayer

Redaktion

Kristine August, Ralf Balke, Annette Doerfel,
Elena Hungerland, Sascha Karberg, Kilian Kirchgeßner,
Roland Koch, Volker Kratzenberg-Annies, Sina Löschke,
Franziska Roeder, Martin Trinkaus, Kerstin Viering

Bildnachweise

Titel/Umschlag: Franziska Roeder (Collage), Arsel
Ozgurdal/Shutterstock, 1xpert/Fotolia; S. 2-3:
imagination projects, Tim Otto Roth 2018; S. 4-5:
PantherMedia/picture alliance, Igor Farberov, DLR,
Frank Bierstedt/HZDR, LMU, Tobias Wojciechowski,
David Ausserhofer; S. 6: Franziska Roeder, Flaticon;
S. 8-9: PantherMedia/picture alliance; S. 10-13:
Franziska Roeder, Flaticon; S. 14: Sally Soria-Dengg/
GEOMAR; S. 18: tatoman/Fotolia; S. 19: Freepik;

S. 24-25, 30: Jindrich Novotny; S. 26-29: Stockninja/
Fotolia; S. 27: aviyabc/Freepik; S. 28-29: Igor Farberov;
S. 36: Ton Rulkens (CC BY-SA 2.0); S. 36-39: Tobias
Wojciechowski; S. 38-39: Forschungszentrum Jülich;
S. 40: LMU; S. 43: Tanja Hildebrandt

Druck/Vertrieb

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

Papier

Arctic Volume white

ISSN

2197-1579





Liebe Leserinnen, liebe Leser,

während manch einer den Klimawandel noch leugnet, ist für Wissenschaftler die Lage glasklar: Um die Erderwärmung wenigstens einigermaßen in den Griff zu bekommen, müssen wir handeln – und zwar jetzt! Doch werden die bisherigen Maßnahmen der Energiewende ausreichen oder sollten wir schnellstmöglich auch drastischere Methoden aus dem Climate Engineering einsetzen? Mehr zum „Klempnern am Klima“ und möglichen Risiken erfahren Sie in unserer Titelgeschichte.

Auch die Landwirtschaft wird sich umstellen müssen. Wie man trotz karger Böden gute Ernten erzielt, untersucht der Forscher Tobias Wojciechowski. Wir begleiten ihn beim Maniok-Anbau in Thailand.

In die Ferne geht es auch in zwei weiteren Artikeln: Zum einen in die Hightech-Nation Israel zur Eröffnung der neuen Helmholtz-Dependance. Zum anderen mit Alexander Gerst auf eine „Klassenfahrt ins Weltall“.

Übrigens: Folgen Sie einfach den Icons im Heft und tauchen Sie online noch tiefer ein in die bunte Welt der Forschung. Viel Spaß beim Lesen, Anschauen und Hören!

Annette Doerfel
Chefredakteurin

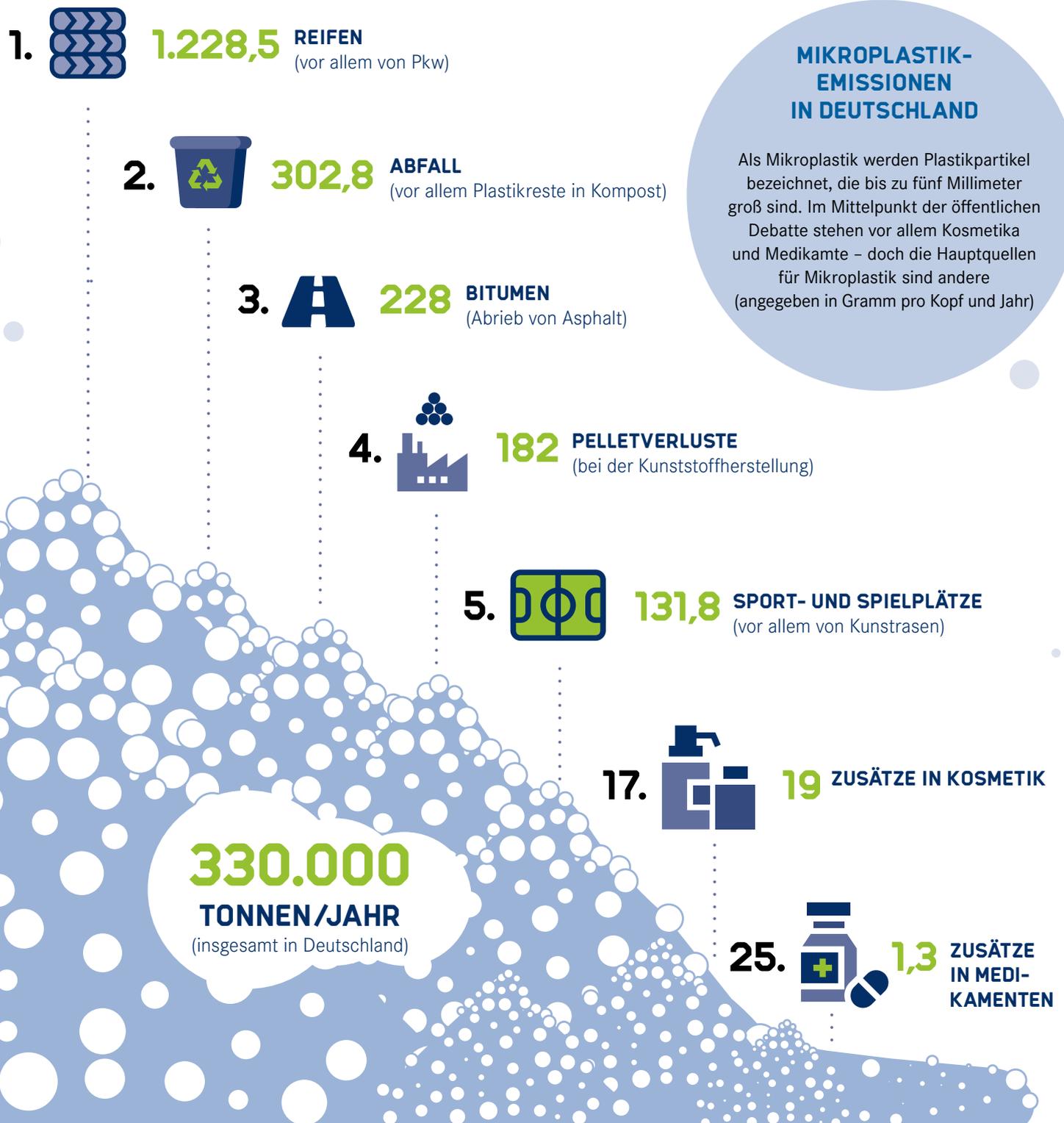
→ Abonnement

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



Woher kommt Mikroplastik?

Mikroplastik gelangt auf vielen Wegen in die Umwelt und ist in der gesamten Nahrungskette nachweisbar.



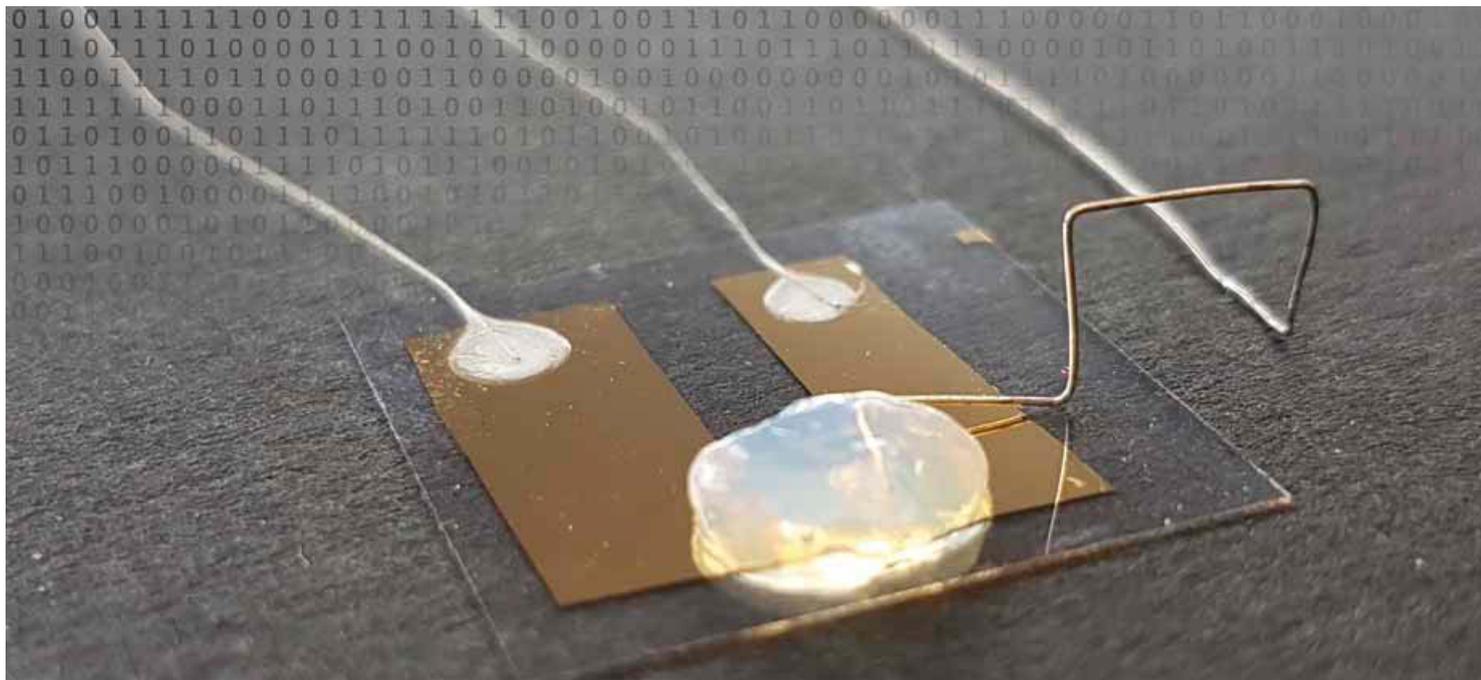
MIKROPLASTIK-EMISSIONEN IN DEUTSCHLAND

Als Mikroplastik werden Plastikpartikel bezeichnet, die bis zu fünf Millimeter groß sind. Im Mittelpunkt der öffentlichen Debatte stehen vor allem Kosmetika und Medikamente – doch die Hauptquellen für Mikroplastik sind andere (angegeben in Gramm pro Kopf und Jahr)

Quelle: Konsortialstudie „Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik“, Fraunhofer UMSICHT, 2018.

HELMHOLTZ extrem

Der kleinste Transistor



Energieeffizient Der kleinste Transistor der Welt schaltet Strom über die kontrollierte Bewegung eines einzigen Atoms innerhalb eines Gelelektrolyten. Bild: Arbeitsgruppe Professor Thomas Schimmel/KIT

Ob in Großrechnern oder Laptops, in Smartphones oder Flugzeugen: Zentrales Element der digitalen Datenverarbeitung ist der Transistor, der als Schalter, Regler oder Verstärker dient. Auf einem herkömmlichen USB-Speicherstick befinden sich beispielsweise mehrere Milliarden Transistoren.

Ein Forscherteam um den Nanotechnologie-Experten Thomas Schimmel, Professor am Institut für Angewandte Physik des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT), hat einen Einzelatomtransistor entwickelt, der künftig erheblich Energie einsparen könnte. „Mit diesem quantenelektronischen Element sind Schaltenergien möglich, die um einen Faktor 10.000 unter denen herkömmlicher Siliziumtechnologien liegen“, sagt der Physiker.

Für den Miniaturtransistor haben die Wissenschaftler zwei winzige Metallkontakte gefertigt, zwischen denen eine Lücke in der Breite eines einzigen Metallatoms besteht. „Über einen elektrischen Steuerimpuls schieben wir ein einziges Silberatom in diese Lücke – der Stromkreis ist geschlossen“, erklärt Thomas Schimmel. „Schieben wir das Silberatom wieder heraus, ist der Strom-

kreis unterbrochen.“ Der kleinste Transistor der Welt schaltet Strom somit über die kontrollierte Bewegung eines einzigen Atoms.

Dieser Ansatz der KIT-Forscher ist technologisch völlig neu: Der Transistor besteht ausschließlich aus Metall und kommt ohne Halbleiter aus. Die Folge sind extrem niedrige elektrische Spannungen und damit ein sehr geringer Energieverbrauch – ein großer Unterschied zu den bisherigen Transistoren. Der Einzelatomtransistor funktioniert erstmals in einem festen Elektrolyten: Der verwendete Gelelektrolyt verbindet die Vorteile eines Feststoffs mit den elektro-chemischen Eigenschaften einer Flüssigkeit und verbessert damit sowohl die Sicherheit als auch die Handhabung des Einzelatomtransistors.

Anders als konventionelle quantenelektronische Bauteile funktioniert er nicht erst bei extrem tiefen Temperaturen, sondern bereits bei Raumtemperatur – ein weiterer entscheidender Vorteil für künftige Anwendungen. ◆

Annette Doerfel



ONLINE

Alle Ausgaben von
HELMHOLTZ extrem
unter:

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



KLEMPNERN AM KLIMA

Trockenheit, Waldbrände, Megastürme: Angesichts der Wetterextreme des Jahres 2018 wächst weltweit die Sorge, dass der Klimawandel ohne drastische Schritte wie das sogenannte Climate Engineering kaum noch aufzuhalten ist. Aber: Lässt sich die Erde wirklich künstlich kühlen?



Ein heißes, verqualmtes Jahr geht zu Ende, wenn sich Anfang Dezember Regierungsvertreter aus 190 Ländern zur 24. UN-Klimakonferenz im polnischen Katowice treffen. Sie wollen konkrete Maßnahmen und einheitliche Regeln beschließen, mit denen das Ziel der Pariser Klimakonferenz von 2015 erreicht werden kann. Es sieht vor, die globale Erwärmung auf deutlich unter zwei Grad Celsius zu begrenzen. Das scheint angesichts der diesjährigen Wetterextreme dringender denn je. Hitze und Trockenheit wüteten fast überall – selbst in Japan starben Menschen infolge zu großer Wärme. Am arktischen Polarkreis, wo es bislang selten brannte, standen von Grönland bis Alaska Wälder in Flammen. Und in Deutschland und vielen anderen Ländern Nord- und Mitteleuropas führte die monatelange Trockenheit zu Ernteausfällen mit Schäden im dreistelligen Millionenbereich.

„Wir haben bereits eine globale Erderwärmung von einem Grad Celsius. Mit ungebremsten Emissionen werden wir bis zum Ende dieses Jahrhunderts einen Temperaturanstieg um vier Grad Celsius und mehr erleben“, sagt Hans-Otto Pörtner. Der Klimaforscher am Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI), ist Co-Vorsitzender der Arbeitsgruppe II des Weltklimarates IPCC und gilt als eines der prominentesten Mitglieder des Expertengremiums. Die bislang von den Unterzeich-

nern des Pariser Klimaabkommens versprochenen Emissionseinsparungen sind seiner Auffassung nach unzureichend: „Mit ihnen werden wir die Erwärmung nur auf drei Grad Celsius begrenzen können“, sagt Pörtner.

Klimaforscher untersuchen deshalb eine viel weitreichendere Idee: Lässt sich die Erde künstlich abkühlen? Selbst einen Fachbegriff gibt es für solche Gedankenspiele bereits: Großtechnische Eingriffe in das Klima werden als Climate Engineering (CE) bezeichnet. Die dabei angedachten Methoden lassen sich in zwei Ansätze gliedern: Entweder zielen sie darauf ab, dass ein Großteil des Sonnenlichts ins Weltall zurückgestrahlt wird, bevor er die Erdoberfläche erreicht – diese Methoden werden als Solar Radiation Management bezeichnet. Oder aber sie setzen darauf, das Treibhausgas Kohlendioxid (CO₂) dauerhaft aus der Atmosphäre zu entfernen. Diese Methoden werden unter dem Begriff „Carbon Dioxide Removal“ (CDR, Kohlendioxidentfernung) zusammengefasst. Der Weltklimarat bezeichnet sie auch als „Negative Emission Technologies“.

„Je genauer wir die Verfahren untersuchen, desto weiter schrumpft das Potenzial und desto mehr Risiken offenbaren sich.“

CLIMATE ENGINEERING: EINIGE METHODEN IM ÜBERBLICK

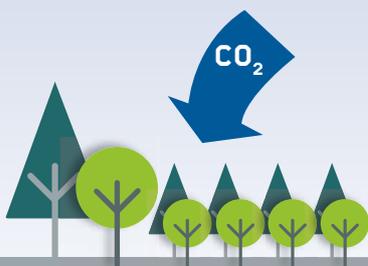
1

AUFFORSTEN VON WÄLDERN

IDEE Bäume betreiben Photosynthese, entziehen dabei der Atmosphäre CO₂ und lagern den Kohlenstoff beispielsweise als Bestandteil von Zellulose und Lignin ein – je nach Lebensalter des Baumes für Jahrhunderte. Holz, das als Baustoff verwendet wird, speichert den Kohlenstoff sogar noch länger.

POTENZIAL Neu gepflanzte Bäume könnten bis zum Jahr 2100 etwa ein Viertel des derzeit in der Atmosphäre enthaltenen CO₂ aufnehmen.

RISIKEN Hierfür würden mindestens acht Millionen Quadratkilometer Land benötigt – etwa die Größe Brasiliens. Die neuen Waldflächen würden für Ackerbau fehlen und somit die Nahrungsversorgung der Weltbevölkerung gefährden.



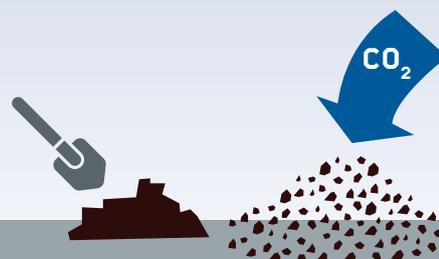
2

BESCHLEUNIGTE VERWITTERUNG VON GESTEIN

IDEE Verschiedene Gesteine enthalten Minerale, die mit CO₂ chemisch reagieren und es binden. Durch das Ausbringen solcher Gesteinspulver im Meer oder an Land ließe sich die CO₂-Aufnahme künstlich verstärken.

POTENZIAL Durch das Ausbringen von Mineralen im Meer könnten zwischen zehn Millionen und fünf Milliarden Tonnen CO₂ aus der Atmosphäre entfernt werden; an Land circa zwei bis vier Milliarden Tonnen.

RISIKEN Es müssten mit hohem Energieeinsatz jährlich bis zu zwölf Milliarden Tonnen Gesteine gewonnen, gemahlen und ausgebracht werden. Dafür wäre eine Art neue Bergbauindustrie notwendig. Giftige Schwermetalle könnten bei Verwendung ungeeigneter Gesteine freigesetzt werden.





Beide Ansätze unterscheidet ein wesentlicher Punkt: „Wenn wir Kohlendioxid aus der Atmosphäre entfernen, reduzieren wir die Konzentration dieses Treibhausgases, das die Ursache für die Erderwärmung ist“, sagt Wilfried Rickels vom Institut für Weltwirtschaft in Kiel: „Beim Radiation Management hingegen begrenzen wir primär das Ausmaß der Erwärmung und beeinflussen die CO₂-Konzentration nur indirekt.“ Rickels ist einer der führenden Forscher im DFG-Schwerpunktprogramm „Climate Engineering“, dem weltweit größten interdisziplinären Forschungsprojekt zu diesem Thema, welches vom GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel koordiniert wird. Seit dem Jahr 2003 untersuchen Natur-, Sozial-, Wirtschafts- und Rechtswissenschaftler darin, welche Chancen und Risiken verschiedene CE-Methoden mit sich bringen und wie sie sich auf die Gesellschaft auswirken. Eines ihrer Kernergebnisse lautet: „Je genauer wir die Verfahren untersuchen, desto weiter schrumpft das Potenzial und desto mehr Risiken offenbaren sich – und das auch bei vermeintlich grünen Methoden wie der Aufforstung oder dem Anbau von Bioenergiepflanzen“, so Wilfried Rickels.

Für beide Methoden wird nämlich vor allem eines gebraucht: Land. Um bis zum Jahr 2100 etwa ein Viertel des CO₂ zu binden, das in der Atmosphäre enthalten ist, müsste man eine Fläche von der Größe Brasiliens aufforsten. Auf diesem Land könnten dann kein Getreide mehr angebaut, keine Nutztiere mehr geweidet werden. Es gäbe weniger Lebensmittel – ein problematisches Szenario angesichts der wachsenden Weltbevölkerung.

Ließe sich das Kohlendioxid vielleicht im Meer speichern? Rund 20 bis 25 Prozent des vom Menschen freigesetzten Kohlendioxids wird von den Meeren aufgenommen. Im Wasser verändert sich das CO₂ chemisch. Es reagiert dann zum Beispiel mit Bestandteilen gelöster Minerale, die vom Land ins Meer geschwemmt wurden, und wird dauerhaft im Wasser gebunden. Denkbar wäre es deshalb, große Mengen Gesteinspulver im Meer zu verteilen, um diese Reaktion künstlich hervorzurufen. „Zahlreiche Untersuchungen zeigen das Potenzial dieser Methode. Die Details einer Anwendung aber müssen – wie bei den vielen anderen Methoden auch – erst noch in Feldstudien untersucht werden“, sagt Jens Hartmann, Geologe mit dem Schwerpunkt Hydrochemie an der Universität Hamburg. Der größtmögliche Effekt →



WAS WÄRE, WENN ... ?

Weltweiter Temperaturanstieg und die Folgen im Jahr 2100 verglichen mit heute

Wetterextreme wie Starkregen, Überflutungen, Hitzewellen, Dürren und die Intensität von Stürmen haben zugenommen. Der Meeresspiegel ist um bis zu 80 Zentimeter gestiegen.

+1,5 °C

Die Arktis ist im Sommer eisfrei und der Meeresspiegel bereits um bis zu 90 Zentimeter gestiegen. Forscher befürchten bei einer Erderwärmung von zwei Grad Celsius einen Kipppunkt. Dieser führt zum Abschmelzen der Eisschilde Grönlands und der Westantarktis mit der Folge eines Meeresspiegelanstiegs von mehreren Metern im Laufe der folgenden Jahrhunderte.

+2 °C

Die weltweite Wasserverteilung hat sich drastisch verschoben. Ohnehin wasserarme Regionen sind noch trockener geworden. Besonders dürrgefährdet sind das südliche Afrika, der Südwesten der USA und die Mittelmeerregion. Auf der Hälfte der Erdoberfläche hat die Häufigkeit von extremen Fluten zugenommen. Der Meeresspiegel ist um bis zu einen Meter angestiegen.

+4 °C

Der Meeresspiegel ist örtlich um bis zu zwei Meter gestiegen. Große Gebiete in Küstennähe sind überflutet und Millionenstädte wie Miami (USA) oder Guangzhou (China) teilevakuiert worden. Alle Eisschilde schmelzen im Laufe der folgenden Jahrhunderte, sodass der Meeresspiegel massiv ansteigen und die Erde unbewohnbar wird.

+5 °C

Hinweis:

Der Temperaturanstieg bezieht sich auf den Anstieg der Durchschnittstemperatur der erdnahen Atmosphäre und der Meere seit der Industrialisierung.

Quelle: www.helmholtz.de/erderwaermung





ONLINE

Mehr zum Thema
Klimawandel unter:

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



ließe sich vermutlich auch nur mit speziell gefertigten Gesteinsprodukten erzielen, etwa mit Substanzen aus Kalkstein oder Basalt. Um davon eine ausreichende Menge herzustellen, wäre Bergbau in der Dimension des heutigen Kohleabbaus notwendig.

Hauke Schmidt erforscht eine andere Methode, um die Erderwärmung aufzuhalten. Der Klimamodellierer vom Max-Planck-Institut für Meteorologie in Hamburg analysiert Vulkanausbrüche. Bei solchen Eruptionen werden Millionen Tonnen der Schwefelverbindung Sulfat bis in die Stratosphäre geschleudert. Die Ascheteilchen reflektieren dann das einfallende Sonnenlicht wie winzige Spiegel und verhindern, dass es die Erde erwärmt. „Auf Basis dieser natürlichen Experimente wissen wir, dass man durch das Ausbringen reflektierender Partikel die Erde abkühlen könnte“, sagt Schmidt. „Unklar ist allerdings, welche Menge man bräuchte, um einen bestimmten Effekt zu erzielen. Dazu enthalten unsere Modelle noch zu große Unsicherheiten, weil wir die Mikrophysik der Partikel und auch ihre Wechselwirkungen mit atmosphärischer Zirkulation noch nicht gut genug verstehen.“

Hans-Otto Pörtner sieht Potenzial im sogenannten Direct-Air-Capture-Verfahren. Bei dieser Methode wird Luft über spezielle Bindemittel geleitet, um das enthaltene Kohlendioxid herauszufiltern und anschließend einzulagern oder industriell weiterzuverarbeiten. Testanlagen gibt

es bereits und die Kosten für die Extraktion von einer Tonne CO_2 sind aufgrund technischer Fortschritte inzwischen von 600 US-Dollar auf 100 bis 230 US-Dollar gefallen. „Deutschland wäre mit seiner chemischen Industrie prädestiniert, die direkte Extraktion aus der Luft weiterzuentwickeln und das CO_2 in Verbindung mit der Nutzung von Wind- oder Sonnenenergie in Form von synthetischen Kraftstoffen zu recyceln. Das würde beispielsweise helfen, den Schiffs- und Luftverkehr unabhängiger von fossilen Kraftstoffen zu machen und auch diese beiden Problemkinder des Klimaschutzes einzubinden“, sagt Hans-Otto Pörtner.

„Die Verfügbarkeit von CDR-Methoden könnte Menschen dazu veranlassen, weniger für die Emissionsvermeidung zu tun.“

Doch die Option des Climate Engineerings könnte auch ein fatales Signal senden und die Bevölkerung davon abbringen, selbst etwas für den Klimaschutz zu tun. Kieler Forscher haben in einer Studie Menschen über das Ausmaß des Klimawandels informiert und sie anschließend befragt, wie viel Geld sie persönlich in den Emissionsschutz investieren würden. Einige Teilnehmer erhielten zudem Informationen über BECCS (Bioenergiegewinnung und Kohlendioxidspeicherung) als ergänzende

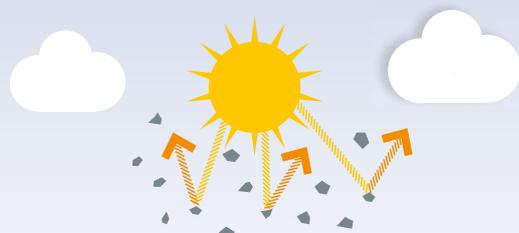


CLIMATE ENGINEERING: EINIGE METHODEN IM ÜBERBLICK

3

REFLEKTIERENDE AEROSOLE

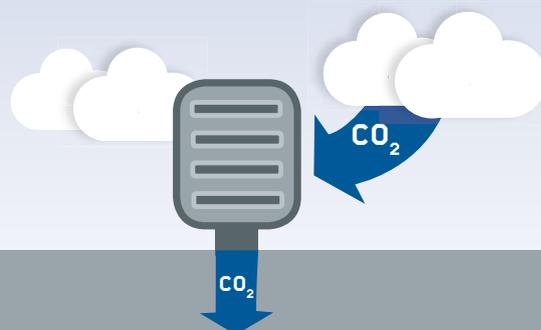
- IDEE** Feste Schwebstoffe wie beispielsweise Sulfatpartikel werden in der Stratosphäre ausgebracht und reflektieren einfallendes Sonnenlicht.
- POTENZIAL** Das Vorbild sind Vulkanausbrüche, bei denen Asche und Schwefeldioxid eine Abkühlung von bis zu einigen Zehntel Grad Celsius hervorrufen. Neuere Studien zeigen aber, dass dafür mehr Sulfat ausgebracht werden müsste als bislang angenommen.
- RISIKEN** Die Atmosphäre würde sich verdunkeln und die Methode wahrscheinlich dazu führen, dass sich Regengebiete verlagern. Das Sulfat könnte den Ozonabbau in der Stratosphäre verstärken. Pflanzen und Tiere könnten größere Anpassungsprobleme haben.



4

DIRECT AIR CAPTURE

- IDEE** Künstliche Bäume filtern das CO_2 direkt aus der Umgebungsluft. Es wird anschließend unterirdisch gespeichert oder für die Herstellung von Kohlefaserprodukten verwendet.
- POTENZIAL** Mit Direct Air Capture könnte prinzipiell unbegrenzt CO_2 aus der Atmosphäre entfernt werden.
- RISIKEN** Wegen der geringen CO_2 -Konzentration in der Luft müssten enorme Mengen gefiltert werden. Der Energieaufwand, um mehrere Hundert Milliarden Tonnen CO_2 herauszufiltern, wäre enorm und nur mithilfe erneuerbarer Energien sinnvoll. Bei Einsatz fossiler Energieträger würde mehr CO_2 erzeugt als entfernt. Unklar ist auch, wo und wie das CO_2 für lange Zeit sicher gelagert werden könnte.



Technologie, um das Zwei-Grad-Ziel zu erreichen. Befragte aus dieser Gruppe waren im Anschluss weniger bereit, Geld für den Klimaschutz auszugeben, als Teilnehmer, die stattdessen mehr Material zum Klimawandel erhalten hatten. „Die Verfügbarkeit von CDR-Methoden könnte Menschen also dazu veranlassen, weniger für die Emissionsvermeidung zu tun“, sagt Christine Merk vom Institut für Weltwirtschaft in Kiel.

Eine solche Entwicklung wäre ein Schritt in die falsche Richtung, wie eine neue CE-Studie unter der Leitung von Mark Lawrence vom Potsdamer Institut für transformative Nachhaltigkeitsforschung (IASS) zeigt: „Selbst wenn wir uns heute für einen Einsatz von CE-Methoden entscheiden würden, würde es mehrere Jahrzehnte dauern, bis die unterschiedlichen Technologien in einem klimarelevanten Maßstab einsetzbar wären“, sagt der Forscher. Zuvor stehe die Menschheit vor der Aufgabe, weitere Forschung zu den einzelnen Methoden zu betreiben – und im Falle eines geplanten Einsatzes Anlagen von enormer Größe aufzubauen. Hinzu kommt ein politischer Aspekt, vor allem beim Solar Radiation Management: Es dürfte lange dauern, passende Regelwerke zu entwickeln und Einsatzpläne international abzustimmen, so Mark Lawrence. Bis dahin bliebe nur eine Option: eine drastische Reduktion aller CO₂-Emissionen. ◆

Sina Löschke



Vulkanausbruch als Vorbild In die Stratosphäre eingebrachte Sulfatpartikel reflektieren das Sonnenlicht und sollen so für Abkühlung sorgen – ein Effekt, der auch bei großen Vulkanausbrüchen beobachtet wurde. Bild: dpa

Mehr Climate Engineering-Methoden unter:

→ www.helmholtz.de/climate-engineering

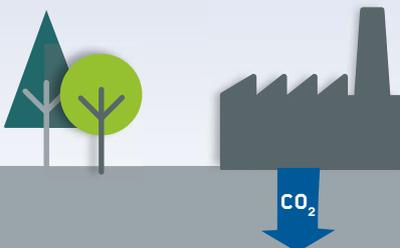
5

CO₂-ABSCHEIDUNG UND -SPEICHERUNG (CCS)

IDEE Bei der Verbrennung von Brennstoffen wie Kohle oder Erdgas entsteht CO₂. Dieses könnte aus dem Abgas einer Anlage (beispielsweise eines Kohlekraftwerks) abgenommen und gelagert werden. Eine andere Variante ist BECCS: Hier werden schnell wachsende Pflanzen, die der Atmosphäre CO₂ entziehen, zur Bioenergiegewinnung verbrannt. Das dabei freigesetzte CO₂ wird herausgefiltert und eingelagert.

POTENZIAL Bei sofortigem Start ließen sich ab dem Jahr 2050 jährlich zwischen 2,4 und 11 Milliarden Tonnen CO₂ aus der Atmosphäre entfernen.

RISIKEN CCS verbraucht viel Energie. Der Wirkungsgrad der Kraftwerke verschlechtert sich durch die energieintensive CO₂-Abscheidung erheblich. BECCS wiederum benötigt viel Düngemittel, Wasser und Land. Die Speicherung von CO₂ ist in Deutschland hoch umstritten.



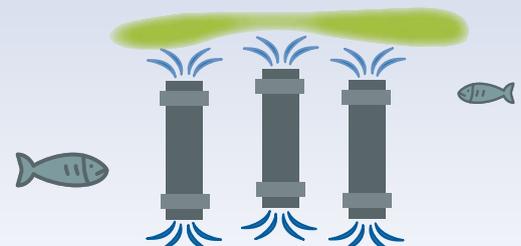
6

KÜNSTLICHER AUFTRIEB IM MEER

IDEE Kaltes, nährstoffreiches Wasser wird aus großer Tiefe an die Oberfläche gepumpt, sodass dort mehr Algen wachsen, die CO₂ binden.

POTENZIAL Der Nutzen dieser Methode ist gering. Zum einen bräuchte man Millionen Pumpen, zum anderen enthält nährstoffreiches Tiefenwasser viel CO₂ – zurück an der Meeresoberfläche würde es dem Düngeeffekt entgegenwirken.

RISIKEN Ein großflächiger Einsatz würde die Energiebilanz der Erde verändern, da sich die Atmosphäre über dem Meer abkühlt, wenn überall kaltes Wasser an die Oberfläche gelangt. Außerdem müssten die Pumpen dauerhaft laufen – werden sie abgeschaltet, würde sich die Erde wieder aufheizen.





„Da dürften Jahrzehnte vergehen“

Klimaforscher Andreas Oschlies über die Risiken von Climate Engineering, über jahrtausendlang funktionierende Schutzschilde – und darüber, warum Klimaschutz zur Lebenseinstellung werden muss.

Herr Oschlies, sehen Sie noch eine Möglichkeit, die globale Erwärmung allein durch die Vermeidung von Emissionen auf zwei Grad Celsius zu beschränken?

Nein, diese Chance sehe ich bei einer katastrophenfremen gesellschaftlichen Entwicklung nicht mehr. Wir errichten immer noch Kraftwerke, Häuser, Fabriken, die über Jahrzehnte ungebremst CO₂ emittieren werden, wir bauen weiterhin Straßen und Flughäfen aus. Und selbst wenn wir alle auf Elektroautos umsteigen würden, rettet uns das nicht: Bei ihnen entsteht ein Großteil der Emissionen schon beim Bau der Fahrzeuge.

Andere Klimawissenschaftler argumentieren allerdings, dass das Zwei-Grad-Ziel bei einem radikalen Umbau von Wirtschaft und Gesellschaft doch noch erreicht werden könne.

Ja, aber sie rechnen schon die Aufforstung von Wäldern, die Renaturierung von Feucht- und Küstengebieten sowie die Bioenergiegewinnung mit anschließender Kohlendioxidspeicherung, genannt BECCS, mit ein. Das sind Maßnahmen, die ich schon als Climate Engineering bezeichnen würde, weil sie in einem sehr großen Maß eingesetzt werden müssten, um wirkungsvoll zu sein. Wir sprechen über eine Industrie zur CO₂-Entnahme.

Heißt das, dass Climate Engineering tatsächlich helfen könnte, das Klimaziel zu erreichen?

Ich sehe keine Methode, die das allein kann. Eventuell könnte es jedoch gelingen, wenn wir uns jetzt auf viele unterschiedliche Verfahren stürzen, ihre Entwicklung vorantreiben und sie auf ihre Potenziale und Nebenwirkungen testen. Wenn wir das Kohlendioxid durch



Andreas Oschlies ist Leiter der Forschungseinheit Biogeochemische Modellierung am GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel

umfangreiche Aufforstungen, Bioenergie oder chemische Verwitterung im Ozean binden wollten, müssten wir allerdings sofort anfangen, um das Pariser Klimaziel noch zu erreichen. Es müsste viel geforscht und eine riesige Infrastruktur aufgebaut werden. Außerdem dürfen wir die nötigen Genehmigungsverfahren nicht vergessen: Die verschiedenen Methoden benötigen Flächen und Wasserressourcen in einer Dimension, bei der es überregionale Auswirkungen auf die Landwirtschaft, den Wasserkreislauf und damit auf das Klimasystem geben würde. Über sie könnte kein Staat mehr allein entscheiden, wir bräuchten internationale Regelungen. Deshalb dürften mehrere Jahrzehnte vergehen, bis ein erster spürbarer Effekt der CO₂-Entnahme einsetzen würde.

Eine schnellere Lösung wären Methoden zum Strahlungsmanagement.

Nein, hier sind die Unsicherheiten über den tatsächlichen Nutzen und die

Nebenwirkungen einfach zu groß. Es bestünde außerdem das Risiko, dass ein begonnener Einsatz nicht mehr gefahrlos gestoppt werden könnte, weil man durch das Strahlungsmanagement die Erwärmung zwar kurzfristig eindämmen könnte – ihre eigentliche Ursache, die hohe CO₂-Konzentration, aber bliebe. Sollte man unter diesen Umständen den Einsatz beenden, verschwände der kühlende Effekt innerhalb kurzer Zeit und die Temperatur würde in einem viel schnelleren Tempo steigen, als hätte man von vornherein auf die Klimamanipulation verzichtet. Es gäbe also kein sicheres Ausstiegsszenario und wir wären deshalb gezwungen, die Maßnahmen über Jahrtausende hinweg durchzuführen – so lange, bis der Ozean und Verwitterung an Land das anthropogene CO₂ auf natürliche Weise aus der Atmosphäre entfernt hätten. Es sei denn, wir würden parallel CO₂ in großen Mengen entnehmen, weitere Emissionen vermeiden und die Konzentration auf diese Weise senken. Ohne ein solches CO₂-Management aber wäre der Einsatz von Methoden des Strahlungsmanagements unverantwortbar.

Ist Climate Engineering nicht immer langfristig ausgelegt?

Man muss hier unterscheiden. Wenn wir Mineralien im Ozean verwittern lassen, können wir jederzeit aufhören. Sowie sich die Gesteine aufgelöst haben, ist das CO₂ chemisch dauerhaft neutralisiert und wir müssten nichts weiter tun. Bei anderen Methoden mit CO₂-Speicherung müssten wir hingegen sicherstellen, dass die Lagerung des CO₂ auch über Jahrhunderte hinweg funktioniert. Mit der CO₂-Entnahme allein wäre es also nicht getan. Wir stünden zusätzlich vor der neuen Aufgabe, die Speicherung ständig



zu überwachen – und all das über sehr lange Zeiträume, sprich über viele Generationen hinweg. Wir bräuchten außerdem einen Plan, wie wir mit Rückschlägen umgehen würden. Was zum Beispiel passiert, wenn ein Wald oder ein Moor abbrennt und das gespeicherte CO₂ wieder freigesetzt wird?

Nun braucht Climate Engineering ja eine längere Vorlaufzeit. Was würden Sie als Sofortmaßnahme zum Klimaschutz vorschlagen?

Das Pariser Klimaziel haben unsere Regierungen für uns alle unterschrieben. Jeder Bürger ist damit eine Verpflichtung eingegangen, an die er sich auch halten muss. Wir alle sind aufgefordert, mit zu überlegen, wie wir unseren CO₂-Ausstoß minimieren und das bereits ausgestoßene CO₂ wieder einfangen können. Das ist der Knackpunkt: Es muss wirklich eine Lebenseinstellung werden, das Abfallprodukt „Kohlendioxid“ zu vermeiden. So wie es selbstverständlich geworden ist, den Müll zu trennen und Plastikabfälle zu vermeiden, muss es selbstverständlich werden, Emissionen zu reduzieren und – wo das unmöglich ist – sie durch eine CO₂-Entnahme aus der Atmosphäre zu kompensieren.

Wie soll das gelingen?

Eine solche Einstellung kann man zum einen über einen CO₂-Preis forcieren, zum anderen aber auch gesellschaftlich unterstützen, indem Unternehmen, Städte, Regionen und Gemeinden regelmäßig berichten, welche Anstrengungen zur Emissionsvermeidung sie unternommen und welche Fortschritte sie erzielt haben. Dadurch entstünde ein Wettbewerb um gute Ideen, weil niemand mehr der Letzte auf der Liste sein möchte.

Und das soll funktionieren?

In Großbritannien zum Beispiel scheint das ganz gut zu klappen. Dort ist das Ziel der Emissionsvermeidung stärker im allgemeinen Bewusstsein verankert: Man schaut sich beispielsweise die gesamte Produktionskette in Hinblick auf die Emissionen an. In Deutschland dagegen



Nicht emissionsfrei Bei Elektroautos entsteht der Großteil der Emissionen schon beim Bau der Fahrzeuge. Bild: dpa

ist eine solche ganzheitliche Betrachtung noch keine Mode. Wir erhalten zwar Informationen über idealisierte Abgaswerte unserer Autos. Welche Emissionen jedoch bei der Herstellung der Fahrzeuge freigesetzt wurden oder wie sich Tempolimits auf den CO₂-Ausstoß auswirken, wird nicht berichtet. Unsere Nachbarn sind da viel weiter: Die britische Royal Society hat zusammen mit der Royal Academy of Engineering vor Kurzem einen Plan veröffentlicht, wie Großbritannien seine Emissionen bis zum Jahr 2050 auf null reduzieren könnte. Es ist meines Wissens nach das erste Mal, dass ein hoch industrialisiertes Land überhaupt ein konkretes Konzept dazu hat. Das Dokument enthält einige sehr optimistische Annahmen zur Emissionsvermeidung, zu den Entnahmetechnologien und zur CO₂-Speicherung. Es stellt aber ganz klar: Ohne die Entnahme und Speicherung von CO₂ können wir unsere Klimaziele vergessen.

In Deutschland ist die CO₂-Speicherung ein heikles Thema.

Ja, bislang ist insbesondere Carbon Capture and Storage – kurz CCS genannt – ein Tabuthema. Für eine glaubwürdige Klimapolitik ist das ein großer Schwachpunkt: Wir sind einerseits beeindruckt davon, wie sich Bioenergie nutzen und CO₂ maschinell aus der Luft entfernen lässt, haben als Nation aber keinen Plan, wie die Speicherung großer CO₂-Mengen künftig gelingen könnte. Und auch im Fall von CCS gilt: Wir müssten jetzt mit den Genehmigungsverfahren und dem Bau der Anlagen beginnen, falls wir diese Option überhaupt noch rechtzeitig zum Erreichen des Zwei-Grad-Ziels wahrnehmen wollen. ◆

Interview: Sina Löschke



→ HELMHOLTZ kompakt



Der Start zählt Ein gesundes Immunsystem hängt entscheidend davon ab, welche Mikroben als Erstes den Darm besiedeln. Bild: Filip Mroz/Unsplash

Die erste Mikrobenbesiedlung prägt das Immunsystem ein Leben lang

Forscher des **Helmholtz-Zentrums für Infektionsforschung (HZI)** und des **Helmholtz-Institutes für RNA-basierte Infektionsforschung (HIRI)** haben herausgefunden, dass sich die erste mikrobielle Besiedlung des Darms bei Neugeborenen lebenslang auf das Immunsystem auswirkt. Schon länger ist bekannt, dass der Darm und seine Mikroben eine wichtige Rolle im Immunsystem spielen. Die Lymphknoten im Darm sind besonders effektiv darin, eine bestimmte Form von Immunzellen auszubilden: Die sogenannten Tregs sind regulatorische T-Zellen; sie bringen anderen Immunzellen bei, welche Eindringlinge wirklich zu bekämpfen sind und von welchen keine Gefahr ausgeht. Ohne diese Zellen wäre das mensch-

liche Immunsystem ständig überaktiv. Nach der Geburt ist der Darm zunächst steril. Die ersten Mikroben, die ihn dann besiedeln, wirken sich auf die sogenannten Gerüstzellen in den Lymphknoten des Darms aus. Diese werden von der Mikrobengemeinschaft geprägt und geben die Information an andere Immunzellen wie die Tregs weiter. Die Wissenschaftler nutzen für ihre Forschung moderne molekularbiologische Techniken, die es ermöglichen, alle aktiven Gene in einer einzelnen Zelle zu einem bestimmten Zeitpunkt auf Basis der RNA-Moleküle zu untersuchen. Die Ergebnisse zeigen, wie wichtig eine normale mikrobielle Besiedlung in der frühkindlichen Phase für ein gesundes Immunsystem ist.



Fast allein Fatu ist eines von lediglich zwei noch existierenden Weibchen des Nördlichen Breitmaulnashorns. Bild: Jan Stejkal

Leihmüttern aus der häufigeren Art der Südlichen Breitmaulnashörner ausgetragen werden. Zum anderen sollen Methoden der Stammzellforschung helfen: Aus induzierten pluripotenten Stammzellen der Nashornart wollen die Forscher zunächst Keimzellen entwickeln und diese schließlich in Spermien und Eizellen umwandeln. Weil die Keimzellen von mehreren Nashörnern stammen, ermöglicht diese Methode eine genetisch vielfältige Population.

Originalpublikation: Nature Communications 9 (2018) 2589

Nachwuchs ohne Männchen?

Als der letzte Bulle des Nördlichen Breitmaulnashorns Anfang dieses Jahres starb, sah die Zukunft der Dickhäuter düster aus. Zwei Frauen und kein Mann – wie soll man da noch die Art retten? Ein internationales Forscherteam entwickelte unter Beteiligung von Wissenschaftlern des **Max-Delbrück-Centrums für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft (MDC)** gleich zwei Ansätze: Zum einen konnten sie erstmals mittels künstlicher Befruchtung erfolgreich Hybrid-Embryos aus Eizellen des Südlichen und konservierten Spermien des Nördlichen Breitmaulnashorns entwickeln. Diese Technik wird nun optimiert und letztlich mit den kostbaren Eizellen der letzten beiden Nördlichen Breitmaulnashorn-Weibchen wiederholt, um Embryonen zu erzeugen. Sie sollen in Zukunft von

Batterieforscher erhält Bundesverdienstkreuz

Ob Superkondensatoren, Lithium-Ionen- oder Lithium-Metall-Batterien – seit mehr als 25 Jahren entwickelt Martin Winter neue Materialien, Komponenten und Zelldesigns für Batterien. Für seine Erfolge wurde der Gründungsdirektor des **Helmholtz-Instituts Münster**, einer Außenstelle des Forschungszentrums Jülich, nun mit dem Bundesverdienstkreuz 1. Klasse ausgezeichnet. Der studierte Chemiker leiste mit seiner Forschung einen essenziellen Beitrag zum Gelingen der Energie- und Mobilitätswende in Deutschland, so die Begründung. „Professor Martin Winter hat die Batterieforschung in Deutschland in den letzten Jahren entscheidend geprägt. Es ist nicht zuletzt ihm zu verdanken, dass sie auch im internationalen Vergleich wieder ein so hohes Ansehen gewonnen hat“, sagte Bundesministerin Anja Karliczek in ihrer Laudatio während der Verleihung in Berlin.



Verleihung M. Schwarte (Kanzler WWU), Bundesministerin A. Karliczek, Preisträger M. Winter, V. Winter, W. Marquardt (Vorstandsvorsitzender FZ Jülich) und H. Bolt (Vorstandsmitglied FZ Jülich) Bild: Hammerschmidt/MEET

Helmholtz nimmt 19. Zentrum auf

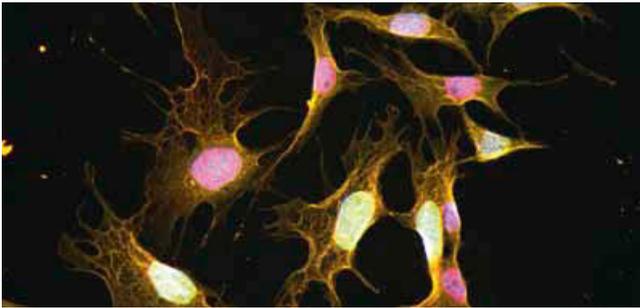


Nummer 19 Sitz des künftigen Helmholtz-Zentrums für Informationssicherheit – CISPA in Saarbrücken. Bild: CISPA

Das Thema Informationssicherheit wird künftig eine deutlich größere Bedeutung bei Helmholtz erhalten. In der Mitgliederversammlung der Forschungsorganisation wurde Mitte September beschlossen, das 2001 gegründete Saarbrücker Center for IT-Security, Privacy and Accountability (CISPA) in die Helmholtz-Gemeinschaft aufzunehmen. Es wird ab dem 1. Januar 2019 als **Helmholtz-Zentrum für Informationssicherheit – CISPA** firmieren. „Damit wird das neue Helmholtz-Zentrum in unserer Gemeinschaft eine wichtige Säule für die langfristige und ganzheitliche Erforschung digitaler Information sein. In Saarbrücken werden wir es als internationalen IT-Spitzenstandort entwickeln“, sagt Helmholtz-Präsident Otmar D. Wiestler. Derzeit arbeiten hier rund 200 Mitarbeiter an Themen der IT-Sicherheitsforschung. Diese Zahl soll deutlich ausgebaut werden. Weitere aktuelle und künftige Forschungsbereiche liegen in der Sicherheit und Verlässlichkeit autonomer Verkehrssysteme, in der Entwicklung robuster IT-Infrastrukturen und der Sicherheit personenbezogener Daten für die biomedizinische Forschung.

Mittel gegen den ständigen Hunger

Ob krankhaftes Übergewicht oder Diabetes: Gründe zum Abnehmen gibt es so viele wie Diät- und Lifestyle-Angebote. Ein Forscherteam um Paul Pfluger vom **Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (HMGU)** ist jetzt einem pflanzlichen Wirkstoff auf der Spur, der Patienten mit krankhaftem Übergewicht helfen könnte: Celastrol, ein Wirkstoff aus der chinesischen Medizin, konnte bei fettleibigen Mäusen die Leptin-Sensitivität im Gehirn und damit ein gesundes Sättigungsgefühl hervorrufen. Dies führte zu einer geringeren Nahrungsaufnahme. „Entsprechend konnten wir binnen einer Woche einen durchschnittlichen Verlust von rund zehn Prozent Körpergewicht feststellen“, berichtet Pfluger. Derzeit laufen erste klinische Studien am Menschen.



Gegen Übergewicht Der Wirkstoff Celastrol stellt die Leptin-Sensitivität im Gehirn wieder her und fördert ein gesundes Sättigungsgefühl. Abgebildet: Neuronen, die auf Leptin reagieren (rot), Zellkerne (blau), Membran (gelb). Bild: HMGU

Exzellenzcluster: Helmholtz stark vertreten



Ende September verkündete die Exzellenzkommission ihre Entscheidung, welche Anträge auf Exzellenzcluster sie für förderungswürdig hält. Im Rahmen der Exzellenzstrategie von Bund und Ländern werden ab 2019 insgesamt 57 deutsche Forschungsprojekte mit bis zu zehn Millionen Euro pro Jahr gefördert. Auch am **Karlsruher Institut für Technologie (KIT)** gab es Anlass zur Freude: Die Forschungsuniversität bekam zwei Cluster bewilligt und ist damit weiter im Rennen um den Status einer Exzellenzuniversität. Um den begehrten Titel, der im Sommer 2019 an elf Hochschulen vergeben wird, konkurrieren insgesamt 17 Universitäten und zwei Verbünde. An einer Reihe der jetzt geförderten Exzellenzcluster sind auch außeruniversitäre Forschungseinrichtungen beteiligt. Helmholtz hat mit insgesamt 14 Zentren einen Anteil an 25 der ausgewählten 57 Cluster. Das **Forschungszentrum Jülich** ist an vier und das **Deutsche Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE)** an drei der geförderten Verbünde beteiligt.

Martin Trinkaus, Elena Hungerland & Annette Doerfel

Anzeige

EXPERIMENTE FÜR ZUHAUSE

NEUE EXPERIMENTIERBROSCHÜRE FÜR KINDER, JUGENDLICHE UND LEHRKRÄFTE

- bietet viele einfache und spannende Versuche zum Experimentieren aus unterschiedlichen wissenschaftlichen Bereichen
- spielerische Erklärung von Fachbegriffen wie Dichte, Enzym oder Bionik
- ideales Unterrichtsmaterial für Lehrkräfte, um Schüler zu motivieren, selber zu experimentieren
- Beispiele: „Lochkamera zum Selberbauen“, „Blubber Spaß mit Lavalampen“ oder „Elektrisch leitfähige Knete“



Die Broschüre gibt es **ZUM DOWNLOAD** unter: www.helmholtz.de/experimente



NETZWERK SCHÜLERLABORE IN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT



Erst lesen, dann hören



Wie fühlt es sich an, bereits in jungen Jahren einen Nobelpreis zu erhalten?
Und was treibt Wissenschaftler nach der größten Auszeichnung der Karriere noch an?
Über seinen frühen Erfolg und die Photosynthese spricht
der Nobelpreisträger Hartmut Michel in **Folge 139 des Resonator-Podcasts**.

Unter den Nobelpreisträgern hatte Hartmut Michel lange einen besonderen Status. „Ich war 17 Jahre lang der jüngste lebende Nobelpreisträger in Chemie“, schmunzelt er. Michel erhielt die begehrte Auszeichnung gemeinsam mit Johann Deisenhofer und Robert Huber im Jahr 1988 – im zarten Alter von 40 Jahren.

Die Forscher untersuchten einen der wohl wichtigsten Prozesse von Pflanzen, Algen und manchen Bakterien: die Photosynthese, bei der Kohlendioxid in Sauerstoff und Glucose umgewandelt wird. Ihnen gelang es, exakt herauszufinden, wo und wie die Photosynthese im Detail abläuft: Zum einen konnten sie die Struktur und Funktion des Reaktionszentrums der Photosynthese aufklären.

Zum anderen gelang es den Wissenschaftlern als Ersten, die daran beteiligten Membranproteine zu kristallisieren, um ihren Aufbau bestimmen zu können.

Doch zunächst erhielt ihre Forschung kaum Beachtung und nachdem die Fachzeitschrift Nature eine Veröffentlichung sogar abgelehnt hatte, kam die Auszeichnung aus Stockholm für die Forscher völlig unerwartet. „Ich war damals auf einer Konferenz an der Yale University und gerade in der Kaffeepause, als die Nobelpreise verkündet wurden“, erinnert sich Michel. „Der Erfolg kam sehr überraschend und die sich anschließende Aufmerksamkeit war enorm.“

Als frisch gekürter Nobelpreisträger erhielt Michel unzählige lukrative Ange-

bote aus den USA. Warum der Biochemiker diese Stellen ablehnte und mittlerweile seit mehr als 30 Jahren Direktor am Max-Planck-Institut für Biophysik ist, verrät er im Podcast. „Ich bin der Meinung, man sollte alles wissen wollen“ – wer jetzt auch neugierig geworden ist, sollte in Folge 139 des Resonator-Podcasts Reinhören. ◆

Elena Hungerland



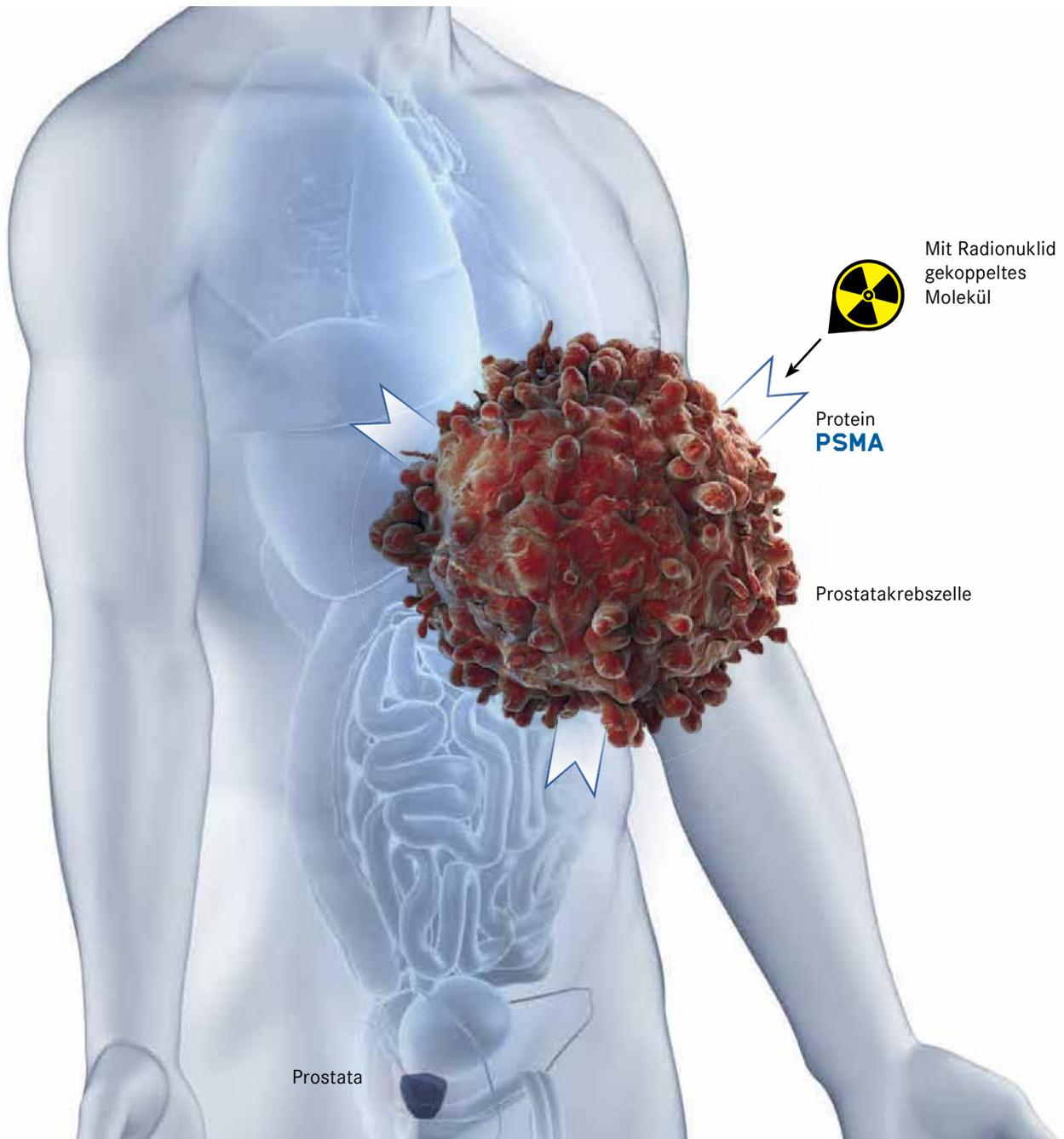
AUDIO

Mehr Wissenschaft auf die Ohren gibt es hier:

→ www.helmholtz.de/resonator-139

Fährte zum Tumor

Die Nuklearmedizin erlebt dank spektakulärer Forschungserfolge eine Renaissance. Die größten Hoffnungen richten sich auf Methoden, mit denen Mediziner versteckte Krebsgeschwüre aufspüren und zielgenau bekämpfen können.



Kleine Jäger Das Prostata-spezifische Membran-Antigen (PSMA) ist auf der Oberfläche von Prostatakrebszellen zu finden und kommt im übrigen Körper kaum vor. Forscher entwickelten ein kleines Molekül, das spezifisch an PSMA bindet und mit schwach radioaktiven Substanzen – sogenannten Radionukliden – markiert ist. Es kann so selbst kleinste Krebszellherde aufspüren und sie mithilfe der sogenannten Positronen-Emissions-Tomographie (PET) sichtbar machen.

Bildcollage: CLIPAREA/Custom media, Kateryna Kon, Helmholtz

Sie überwuchern gesundes Gewebe, verdrängen und zerstören es. Sie sind unkontrollierbar und noch immer viel zu oft tödlich. Doch eines sind Krebsgeschwüre nicht – Fremdkörper im Patienten. Schließlich stammen die wuchernden Tumorzellen eines Krebskranken von seinen eigenen, einst gesunden Zellen ab. Ebendiese Ähnlichkeit macht es so schwer für die Medizin, eigenes von „enteignetem“ Gewebe zu unterscheiden. Der erste und oft entscheidende Schritt zur Behandlung einer Krebserkrankung ist daher, sich ein möglichst präzises Bild vom Tumor zu machen: Wo sitzt er, wo verläuft die Grenze zum gesunden Gewebe, wo im Körper haben sich womöglich Tochtergeschwülste (Metastasen) gebildet? Mit kaum einer Technik funktioniert das besser als mit dem Einsatz von sogenannten Tracern, den Spurensuchern der Nuklearmedizin. Diese kleinen, strahlenden Moleküle werden in den Körper des Patienten gespritzt und machen selbst versprengte Krebszellansammlungen sichtbar. Immer häufiger werden die Spurensucher auch in Jäger der Tumorzellen verwandelt, die den Krebs direkt vor Ort bestrahlen und abtöten. Damit haben sich der Nuklearmedizin völlig neue Möglichkeiten eröffnet: Sie kann den Krebs von innen heraus bekämpfen.

Wenn von Strahlenbehandlung von Krebs die Rede ist, meinen Mediziner meistens die Bestrahlung eines Tumors von außen. Aber so erfolgreich der Ansatz auch ist: Die Strahlung kann dabei auch gesundes Gewebe schädigen, weil sie oft weite Strecken durch den Körper zurücklegen muss, bevor sie zum Krebs gelangt. Und vor allem können nur lokal begrenzte Geschwülste beschossen werden. „Wenn sich überall im Körper bereits kleine Metastasen gebildet haben, ist eine Bestrahlung von außen zwecklos und unter Umständen sogar zu gefährlich“, sagt Jörg Steinbach vom Institut für Radiopharmazeutische Krebsforschung am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR). Tracer hingegen bringen die Strahlung direkt zu den Krebszellen und bestrahlen den Tumor von innen.

Neu ist diese Idee einer Endoradiotherapie, der „therapeutischen Tracer“, indes nicht. Schon Ende der 1930er-Jahre wurden die ersten Schilddrüsenkrebspatienten mit radioaktivem Iod-131 behandelt. Da Iod in der Schilddrüse anreichert, aus dem übrigen Körper jedoch rasch ausgeschieden wird, bleibt die Strahlung auf exakt den Ort beschränkt, wo sie wirken soll. „Das war im Grunde der Beginn der radiopharmazeutischen Diagnostik“, sagt Klaus Kopka, Leiter der Abteilung

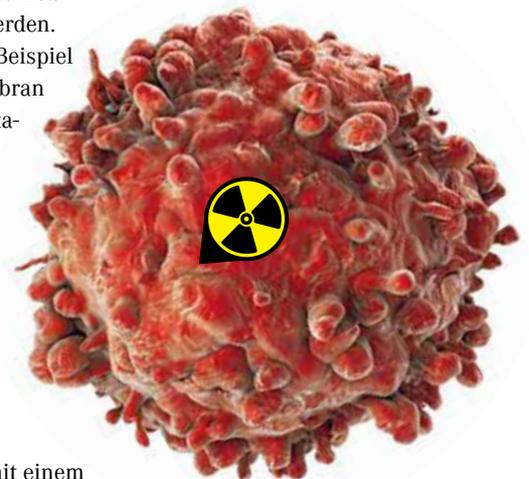


Gut abgeschirmt Der Umgang mit radioaktiven Stoffen erfolgt wie hier am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf in sogenannten Heißen Zellen, die mit Bleiwänden ausgestattet sind. Bild: Frank Bierstedt/HZDR

Radiopharmazeutische Chemie am Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) in Heidelberg. Denn die Strahlung verschiedener Radio-Iod-Isotope konnte sowohl für die Diagnose – die Abbildung der Erkrankung in der Schilddrüse – genutzt werden als auch als Therapeutikum zur Zerstörung der Krebszellen dienen – bis heute.

Auf andere Tumorerkrankungen ließ sich dieses Prinzip allerdings lange Zeit kaum übertragen. Erst seit Biologen und Chemiker immer mehr Moleküle identifizieren, die ausschließlich oder zumindest überwiegend von Krebszellen gebildet werden, können die Spürhunde der Nuklearmedizin auf deren Fahrten gesetzt werden.

Ein besonders eindrucksvolles Beispiel dafür ist ein Protein auf der Zellmembran von Prostatakrebszellen, das „Prostata-spezifische Membranantigen“ PSMA. „Es ist in allen Stadien des Prostatakarzinoms hochreguliert, das heißt, es ist auf Krebszellen viel häufiger zu finden als auf gesunden Zellen“, sagt Kopka. Sein Vorgänger Michael Eisenhut entwickelte einen „Bindungsvektor“, also ein Molekül, das an PSMA – und nur an PSMA – bindet. Zusätzlich koppelte Eisenhut diesen PSMA-11 genannten Vektor mit einem Radionuklid, wie etwa dem radioaktiv strahlenden Atom Gallium-68. Es strahlt Positronen ab, deren Strahlung in einem Positronen-Emissions-Tomographen (PET) gemessen werden kann; einem Gerät, das in großen Kliniken vorhanden ist. Weil PSMA-11 fast nur an den Tumorzellen haften →



Eingeschleust Das Molekül wird in die Tumorzelle aufgenommen und ermöglicht somit ein präzises Abbilden der Krebszellen. Bild: Kateryna Kon

bleibt, aus dem übrigen Körper aber sehr schnell entfernt wird, leuchtet nur das Prostatageschwulst im PET-Scanner auf. Und zwar so klar und deutlich, dass Ärzte den PSMA-11-Tracer seit 2011 weltweit einsetzen.

Doch das sind noch nicht alle Vorteile dieses Tracers. „Das Besondere ist, dass PSMA-11 nach der Injektion in die Blutbahn nicht nur selektiv an die Krebszellen bindet, sondern sogar in die Tumorzellen transportiert wird“, sagt Kopka. Dort bleiben die Tracer gerade so lange, um besonders scharfe Bilder vom Krebs zu liefern, bevor auch sie wieder ausgeschieden werden. „Damit werden selbst Mikrometastasen überall im Körper des Patienten sichtbar gemacht“, sagt Kopka. Eine Leistung, an der selbst beste Computer- oder Magnetresonanztomographen mitunter scheitern.

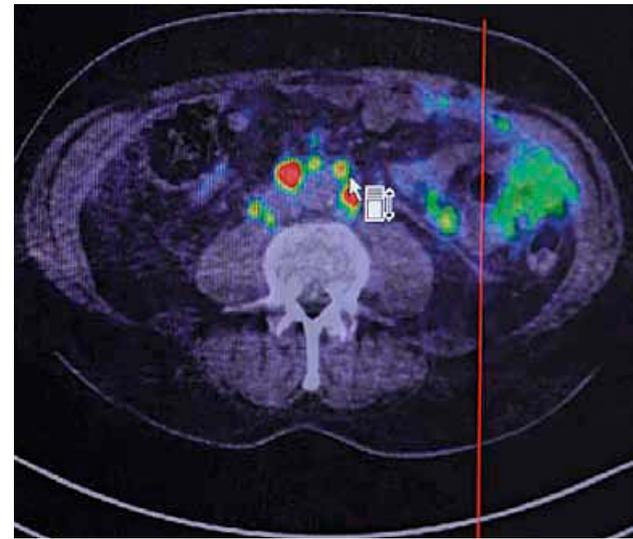
Der Gedanke, den Positronenstrahler Gallium-68 gegen ein Radionuklid auszutauschen, das Krebszellen nicht nur sichtbar macht, sondern auch zerstört, lag damit also auf der Hand. Gemeinsam entwickelten Michael Eisenhut, der Biotechnologe Matthias Eder, der Mediziner Uwe Haberkorn vom Uniklinikum Heidelberg und Klaus Kopka ein Molekül, das statt mit Gallium mit Lutetium-177 gekoppelt werden kann. Es sendet harte, zerstörerische Betastrahlung aus. Weit reicht die Strahlung dieses therapeutischen



VIDEO

Ein Video und ein Porträt zu den Erwin-Schrödinger-Preisträgern gibt es unter:

→ www.helmholtz.de/schroedinger2018



Deutlich erkennbar Kombiniertes PET/CT-Scan zeigt in Gelb und Rot eindeutig die Anreicherungen von PSMA-Liganden und somit Krebsmetastasen. Quelle: Film zum Erwin-Schrödinger-Preis 2018/fact+film

Tracers, PSMA-617 genannt, nicht – nur wenige Millimeter. So wird das umliegende gesunde Gewebe geschont, nicht aber die Tumorzellen. „Patienten, bei denen mit PSMA-11 diverse Metastasen überall im Körper entdeckt worden waren und die bestenfalls eine Lebenserwartung von wenigen Monaten hatten, konnten mit PSMA-617 in Einzelfällen bis zu zwei Jahre überleben“, sagt Kopka. „Das ist sensationell.“

So sah das auch die Jury des Erwin-Schrödinger-Preises, der Mitte September an Eisenhut, Eder, Haberkorn und Kopka verliehen wurde. Der Wissenschaftspreis würdigt jedes Jahr innovative interdisziplinäre Leistungen in den Grenzgebieten der Medizin, Natur- und Ingenieurwissenschaften.

„Wenn man bedenkt, dass wir erst 2012/13 mit der Entwicklung von PSMA-617 begonnen haben, dann ist das eine ungewöhnlich schnelle Entwicklungszeit für ein Krebsmedikament.“

Ob sich die Erfolge an vielen Patienten wiederholen und bestätigen lassen, wird derzeit von einer US-amerikanischen Firma in einer Studie an 750 Patienten mit metastasierendem Prostatakrebs überprüft. 80 Kliniken in neun Ländern sind an der Studie beteiligt, die bereits im August 2020 abgeschlossen werden soll. Dann könnte PSMA-617 für die Therapie zugelassen werden.



Ausgezeichnet Matthias Eder (Universitätsklinikum Freiburg, DKTK und DKFZ), Michael Eisenhut (DKFZ, emeritiert), Uwe Haberkorn (Universitätsklinikum Heidelberg und DKFZ) und Klaus Kopka (DKFZ, v.l.n.r.) erhielten auf der Helmholtz-Jahrestagung den Erwin-Schrödinger-Preis 2018. Bild: Boris Kramarić/Helmholtz

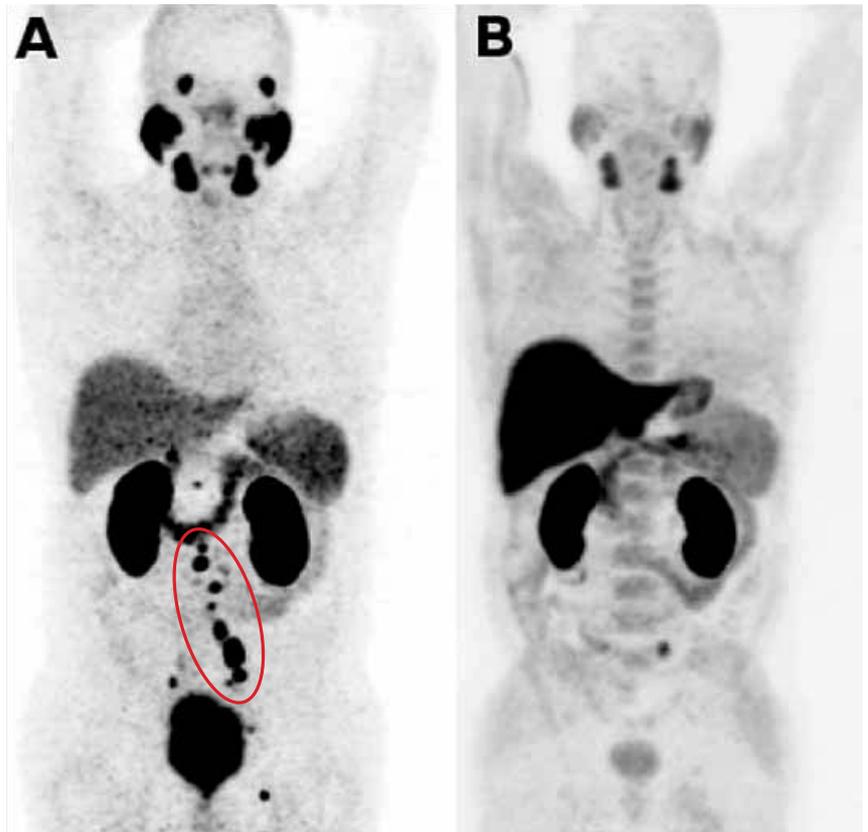
„Wenn man bedenkt, dass wir erst 2012/13 mit der Entwicklung von PSMA-617 begonnen haben, dann ist das eine ungewöhnlich schnelle Entwicklungszeit für ein Krebsmedikament“, sagt Kopka. Für Uwe Haberkorn ist PSMA-617 indes längst ein „alter Hut“. Der Mediziner arbeitet mit seinem Team bereits an einem neuen therapeutischen Tracer, der nicht nur einen bestimmten, sondern verschiedene Arten von Tumoren im Körper aufspüren und zerstören kann. Das Ziel sind bestimmte Bindegewebszellen, wie sie etwa in Bauchspeicheldrüsen-, Darm-, Lungen- und Brustkrebs vorkommen. Auf ihrer Zelloberfläche sitzt das Protein FAP, das in großen Mengen immer dann auftaucht, wenn die Krebserkrankung der Patienten weit fortgeschritten ist. Erste Versuche mit einem Tracer, der dieses Protein im Körper aufspürt, sind vielversprechend.

„Wenn das gelingt, bin ich mir sicher, dass radiopharmazeutische Behandlungen wie die PSMA-617-Therapie das Potenzial haben, Zigtausenden von Patienten zu helfen.“

Systematisch suchen Radiopharmazeuten mittlerweile nach solchen krebsspezifischen Molekülen, an die sie für Diagnose und Therapie Radionuklide hängen können. Das Feld stehe erst am Anfang, meint Jörg Steinbach, der am Dresdner HZDR für ebensolche Therapieentwicklungen das Zentrum für Radiopharmazeutische Tumorforschung gegründet hat.

Bislang beschränkt sich der Einsatz der Endoradiotherapie allerdings auf Patienten, bei denen andere Therapien nicht mehr anschlagen. „Das macht die Sache kompliziert“, sagt Steinbach. „Wenn es bei einem Patienten den Verdacht auf Krebs gibt, kommen nuklearmedizinische Methoden häufig erst ganz am Schluss an die Reihe, wenn alle anderen Untersuchungen und Therapien schon durchgeführt wurden.“ Um sie früher einsetzen zu können, müssten die erstbehandelnden Ärzte die Methoden besser kennen. Auch die Leitlinien, in denen den Medizinern Behandlungsschritte empfohlen werden, müssten angepasst werden. „Wenn das gelingt, bin ich mir sicher, dass radiopharmazeutische Behandlungen wie die PSMA-617-Therapie das Potenzial haben, Zigtausenden von Patienten zu helfen“, sagt Jörg Steinbach. ◆

Sascha Karberg



Aufspürer Mit PSMA-11 (hier mit Gallium-68-Radionuklid gekoppelt) können Metastasen des Prostatakarzinoms mittels PET sichtbar gemacht werden (A), die mit dem bis dahin verwendeten Prostatakrebs-Tracer Fluorocholin nicht entdeckt werden konnten (B). Bild: DKFZ



Ganzkörperscan Krebszellherde können durch eine Positronen-Emissions-Tomographie (PET) dargestellt werden. Hier zu sehen: Eine Kombination eines PET- und Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT)-Scanners am Dresdner Uniklinikum. Bild: Frank Bierstedt/HZDR

Sollte die Wissenschaft den Wissenschaftsjournalismus fördern?

Der Wissenschaftsjournalismus steckt in der Krise: Redaktionen und Ressorts werden verkleinert, Budgets gekürzt. Doch sollte die Wissenschaft deshalb die Berichterstattung über sich selbst finanzieren? Zwei Blickwinkel.



Josef König

Freier Wissenschaftskommunikator, bis September 2018 Geschäftsführer Informationsdienst Wissenschaft

„Zu groß wäre die Gefahr von Vermischung und Korruption bis hin zum Verlust der Glaubwürdigkeit.“

Unbestritten: Freie Presse und kritischer Journalismus sind essenziell für die Demokratie. Dazu gehört auch der Wissenschaftsjournalismus. Dieser begleitet Forschung und Wissenschaft, deckt Missliebige auf, ordnet insbesondere umstrittene Ergebnisse für die Öffentlichkeit ein. Die Funktion als „Übersetzer“ von Forschung hat er zwar zum Teil an die Wissenschaftskommunikation verloren; er übt sie dennoch häufig aus, wenn er das Faszinosum von Forschung den Lesern und Zuschauern nahebringt. Heißt das aber, dass er auch von der Wissenschaft oder der Wissenschaftspolitik selbst finanziert werden sollte?

Das forderten kürzlich Volker Stollorz und Reinhard Hüttl unter der Überschrift „Wie man Wissenschaft zugänglich macht“ (ZEIT, Nr. 42/2018). Schon das zweite Gutachten der Akademien „Zur Gestaltung der Kommunikation zwischen Wissenschaft, Öffentlichkeit und den Medien“ (WÖM II) hatte 2017 öffentliches Geld für Wissenschaftsjournalismus reklamiert, damals noch aus Rundfunkbeiträgen. Stollorz und Hüttl gehen einen deutlichen Schritt weiter: Sie möchten das Geld für eine „Stiftung für Wissenschaftsjournalismus“ aus der Forschungsförderung selbst.

Das wäre aus meiner Sicht aber alles andere als systemkonform. Wissenschaftsjournalismus ist in erster Linie Journalismus. Genauso wie Sportjournalismus nicht Teil des Sportsystems ist oder das Feuilleton Teil des Kulturbetriebs, so ist Wissenschaftsjournalismus nicht Teil des Wissenschaftssystems und darf es auch nicht werden. Zu groß wäre die Gefahr von Vermischung und Korruption bis hin zum Verlust der Glaubwürdigkeit.

Außerdem könnte eine solche nicht systemkonforme Finanzierung sehr rasch einen Aufschrei vieler Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler provozieren. Sie könnten zu Recht etwaige Ablehnungen ihrer Projektanträge mit der ungerechtfertigten Abzweigung von Mitteln für den Wissenschaftsjournalismus in Verbindung bringen. Das würde auf das Wissenschaftssystem selbst zurückfallen und es womöglich diskreditieren. Wissenschaftsjournalismus ist Teil der Medienwelt – und diese ist noch weitestgehend Teil des Wirtschaftssystems, auch wenn insbesondere die Printmedien durch den Verlust des Anzeigengeschäfts arge Probleme haben. Wenn man beide Systeme aber ohne Not vermischte, könnten dann Journalistinnen und Journalisten noch mit gutem Grund die allzu große Nähe der Wirtschaft zur Wissenschaft beklagen? ♦



„Qualitätsjournalismus ist ein Grundpfeiler unserer Demokratie. Hier setzt unsere Idee einer Stiftung an.“



Reinhard Hüttli
Wissenschaftlicher Vorstand
und Sprecher des Vorstands am
Helmholtz-Zentrum Potsdam –
Deutsches GeoForschungs-
Zentrum GFZ

Wie kann man Wissen zugänglich machen? Diese Frage habe ich jüngst in einem Beitrag in der ZEIT mit Volker Stollorz erörtert. Auf der Plattform wissenschaftskommunikation.de gab es einige Erwidernungen dazu – auch von Josef König. Einige seiner Thesen sind bedenkenswert, andere bedenklich.

Josef König hat recht, wenn er von den fetten Jahren des (Wissenschafts-)Journalismus spricht. Diese begannen allerdings bereits mit der Einführung des Privatfernsehens (1984) und dem Zusammenbruch der DDR (1989). Westdeutsche Verlage, manche ohne Erfahrung im Tageszeitungsgeschäft, kauften sich im Osten ein. Redaktionen wurden um- und ausgebaut. Opulente Beilagen wie Auto, Reise, Wohnen oder Karriere – und somit Beilagenredaktionen – entstanden. Der Katzenjammer folgte mit dem Zerplatzen der Dotcom-Blase und den drastischen Erlöseinbrüchen bei Rubrik- und Werbeanzeigen. Verlage fingen an, Papier zu sparen. Redaktionen wurden fusioniert, verkleinert oder geschlossen. Kleine Titel wurden von großen Häusern gekauft und von Mantelredaktionen beliefert. Die Vielfalt am Kiosk täuscht über zunehmend einheitliche Inhalte hinweg. Das ist – sehr verkürzt – die ökonomische

Kulisse, vor der sich das Drama „Journalismus in der Krise“ abspielt. Es wäre mehr als fahrlässig zu warten, bis die Kräfte des Marktes das irgendwie regeln, wenn dies unter den jetzigen ökonomischen Rahmenbedingungen je möglich sein sollte.

Unabhängiger Qualitätsjournalismus ist ein Grundpfeiler unserer Demokratie – ohne ihn ist eine Demokratie auf Dauer nicht möglich. Hier setzt unsere Idee einer Stiftung für Wissenschaftsjournalismus an. Viele öffentlich geförderte Institutionen, auch das GFZ, sind als Stiftung organisiert. Es muss also kein Kapitalstock da sein, von dessen Zinsen man zehrte. Und was die Unabhängigkeit betrifft: Sowohl Wissenschaft als auch Medien haben sehr gut etablierte Mechanismen, Zugriffe von Geldgebern auf Inhalte, auf ihre grundgesetzlich geschützte Freiheit zu verhindern. Wie sonst könnten Medien Annoncen verkaufen, ohne in den Ruch von Abhängigkeit zu geraten? Und wie sollte Forschung mit Drittmitteln umgehen? Richtig ist, dass es zur Etablierung einer solchen Stiftung eines Konzepts – welche Aktivitäten sollten wie, wann und für wen gefördert werden – und eines Kodexbedarf, der insbesondere die Unabhängigkeit sichert. Das ist der nächste Schritt, den wir nun organisieren. ◆



ONLINE

Diskutieren Sie mit
uns unter dem
folgenden Link:

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



Flagge zeigen im Silicon Wadi

Vom Agrarland zur Hightech-Nation: Israel entwickelt sich in rasantem Tempo, getrieben von Forschern und Start-up-Unternehmern. Als Pionier der wissenschaftlichen Zusammenarbeit baut Helmholtz seine Kooperationen nun noch weiter aus – und hat mit einer neuen Dependence in Tel Aviv zahlreiche neue Partner im Blick.

Vom Kibbuz zum Start-up – auf diese Formel ließe sich der Aufstieg des israelischen Staates in die Spitzenliga der Hightech-Nationen bringen. Die Liste von Innovationen „made in Israel“ scheint schier endlos: Der USB-Stick wurde hier erfunden oder die Internettelefonie, das Navigationssystem Waze oder die Minikamera in Pillenform zum Schlucken.

Heute ist Israel das Gelobte Land für Softwareentwickler und Unternehmensgründer. Pro Jahr entstehen viele Hunderte neue Firmen und

wenn es um die Zahl der Patentanmeldungen geht, liegt das kleine Land am östlichen Mittelmeer mit seinen 8,8 Millionen Einwohnern im Verhältnis zur Bevölkerung auf dem fünften Platz weltweit. An der US-Technologiebörse Nasdaq tummeln sich derzeit 98 israelische Unternehmen; aus Deutschland stammen gerade einmal zehn. All das trug mit dazu bei, dass die israelische Hightech-Landschaft in Anlehnung an das große Vorbild in Kalifornien den Namen „Silicon Wadi“ erhielt. Das dortige Ökosystem aus Forschern und Gründern



„Bei den großen Zukunftsthemen wie Umwelt- und Energieforschung, Cybersecurity, künstliche Intelligenz oder personalisierte Medizin zählt Israel heute einfach zur Weltspitze.“

Otmar D. Wiestler (Helmholtz-Präsident)



gilt als besonders kreativ – und ist der Grund dafür, dass Helmholtz jetzt seine jahrzehntelangen Kooperationen mit der Eröffnung eines neuen internationalen Büros in Tel Aviv noch weiter ausbaut.

„Wir haben uns mit der Eröffnung unseres insgesamt vierten Auslandsbüros für den Standort Israel entschieden, weil wir einerseits eine lange Tradition der intensiven Zusammenarbeit mit israelischen Institutionen haben und dabei hervorragende Erfahrungen gesammelt haben“, bringt es Präsident Otmar D. Wiestler auf den Punkt. Den Grundstein für zahlreiche Kooperationsprojekte legte schon 1976 das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ) aus Heidelberg. Seither hat sich eine Tradition von engen Wissenschaftsbeziehungen zwischen zahlreichen Partnern etabliert, die viele Früchte trägt – jüngstes Beispiel: das Weizmann-Helmholtz Laboratory for Laser Matter Interaction (WHELMI) in Rehovot. „Zum anderen ist es für uns von strategischer Bedeutung, genau

dort Flagge zu zeigen und Partner zu suchen, wo die Besten zu finden sind“, sagt Wiestler weiter: „Und bei den großen

Zukunftsthemen wie Umwelt- und Energieforschung, Cybersecurity, künstliche Intelligenz oder personalisierte Medizin zählt Israel heute einfach zur Weltspitze.“ Das neue Auslandsbüro soll aber mehr sein als nur eine bloße Repräsentanz. „Wir wollen den direkten Draht zu der weltweit wohl einmaligen Start-up-Szene des Landes“, betont Wiestler. Man möchte eine Schnittstelle aufbauen, an der die Fäden aus Israel und Deutschland zusammenlaufen. „Ich bin überzeugt, dass wir von der Kreativität und dem Unternehmergeist hier eine Menge lernen können.“

Wie so etwas ganz konkret funktionieren kann, ließ sich bei der Eröffnung der Helmholtz-Dependance in Tel Aviv exemplarisch erfahren. Auf einem hochkarätig besetzten wissenschaftlichen Symposium und einer Innovationskonferenz präsentierten israelische und deutsche →





BILDERGALERIE

Mehr zur Eröffnung des Helmholtz-Büros und eine Bildergalerie gibt es unter:

→ www.helmholtz.de/telaviv



Wissenschaftler ihre Forschungsprojekte und Start-up-Ideen. Prominente Akteure der Hightech-Szene Israels vermittelten Einblicke aus erster Hand über die besondere Gründermentalität der Landesbewohner. Die habe viel mit der Armee zu tun, sagt Yoram Tietz von der Unternehmensberatung Ernst & Young: „Es gibt zahlreiche Ehemaligen-Netzwerke aus der Zeit beim Militär, die so manches erfolgreiche Unternehmen an den Start brachten.“ So wie etwa Check Point Software Technologies, heute ein Platzhirsch unter den Anbietern von Sicherheitssoftware. „Die Tatsache, dass jeder Israeli Wehrdienst leisten muss, führt dazu, dass selbst 20-Jährige bereits sehr viel Verantwortung übernehmen müssen“, sagt Tietz. „Genau das ist prägend. Damit ist die Armee quasi unsere Business School.“ Das Prinzip von Befehl und Gehorsam alleine funktioniert in Israel nicht. Um im Nahen Osten überleben zu können, benötigt man Kreativität und unkonventionelles Denken.

„Es gibt eine flächendeckende Can-do-Mentalität“, glaubt Maxine Fassberg, die früher den israelischen Ableger des Chipherstellers Intel leitete. Diese Mentalität sei auch einer der Gründe dafür, dass das Bruttoinlandsprodukt Israels so rasant von 60 Milliarden Dollar zu Beginn der 1990er-Jahre auf aktuell über 373 Milliarden Dollar anwachsen konnte. Heute kümmert sich Maxine Fassberg darum, dass die Integration von Mobileye – einem Pionier auf dem Gebiet des autonomen Fahrens, den Intel 2017 für 15,3 Milliarden Dollar kaufte – in den Konzern reibungslos über die Bühne geht. „Die Israelis sind absolute Meister darin, über den eigenen Tellerrand hinauszublicken und aus einer Idee ein Produkt zu entwickeln.“ Außerdem gebe es eine völlig andere Fehlerkultur, die Scheitern nicht einfach abstrafe,



sondern stets dazu ermutige, erneut Risiken einzugehen. „Immer wieder stellen wir uns die Frage, wie man etwas anders oder besser machen kann.“

Mut zum Risiko hat auch Ada Yonath schon immer gezeigt, eine Pionierin in Sachen deutsch-israelische Wissenschaftsbeziehungen: Die Biologin und Strukturchemikerin ging Ende der 1970er-Jahre nach Berlin und erwarb erste Meriten in der Erforschung der Ribosomen – der Proteinfabriken von Zellen. Als erste Frau aus dem Nahen Osten überhaupt bekam Yonath den Nobelpreis für Chemie – einen von insgesamt sechs, die seit 2004 an Israelis gingen. Die 1939 Geborene arbeitet auch heute noch daran, die Schlagkraft von Antibiotika gegen neue multiresistente Bakterienstämme zu erhalten. „Ich wollte einfach allen zeigen, was eine Frau zu leisten vermag“, sagte sie im Rahmen des Symposiums.

Billy Shapira (Leiterin des Helmholtz-Büros in Tel Aviv)



„Ich bin überzeugt, dass wir von der Kreativität und dem Unternehmergeist hier eine Menge lernen können.“

Otmar D. Wiestler (Helmholtz-Präsident)





Feierlich Zur Eröffnung der neuen Helmholtz-Dependance in Tel Aviv reisten mehrere Hundert Gäste aus Israel und Deutschland an. Zum Programm gehörten auch ein wissenschaftliches Symposium und eine Innovationskonferenz.
Bild: Igor Farberov

Israels hohe Investitionen in die Forschung und Entwicklung zahlen sich offensichtlich aus: 4,25 Prozent des Bruttoinlandsprodukts gibt Israel dafür aus – das ist weltweit der Spitzenwert. Der EU-Durchschnitt liegt bei knapp zwei Prozent, Deutschland schneidet mit 2,9 Prozent etwas besser ab. Auch im Bereich Venture Capital (VC) – also Wagniskapital für junge Unternehmen – ist der Unterschied zwischen Deutschland und Israel offenkundig: Laut eines VC-Reports der Datenplattform dealroom.co aus dem Jahr 2016 entfallen auf jeden Israeli statistisch 313 Euro Risikokapital. In den USA liegt dieser Pro-Kopf-Wert bei 231 Euro, in Deutschland bei lediglich 24 Euro. „Ein Viertel des Wagniskapitals fließt aktuell in den Bereich Cybersecurity“, sagt Unternehmensberater Yoram Tietz. Denn wenn es um den Schutz vor Angriffen aus dem Netz geht, fänden sich die besten

Experten nun mal in Israel. Einer von ihnen ist Tamir Pardo – von 2011 bis 2016 Direktor des legendären Geheimdiensts Mossad. Beim Helmholtz Innovationsforum erzählte er, wie er Unternehmen zum Thema Cyberattacken berät und über Gefahrenpotenziale aufklärt. „Auch Forschung und Wissenschaft können betroffen sein, wenn Datenbanken vernichtet werden. Selbst ganze Staaten lassen sich durch Cyberattacken außer Gefecht setzen.“ Pardos Einschätzung: „Wir haben es mit einer Art stillen Atombombe zu tun.“

In Israel lässt sich also viel geballte Expertise finden. Und weil das Land so klein ist, sind israelische Unternehmen gezwungen, sich schnellstmöglich zu internationalisieren. Auch in der Forschungslandschaft legte Israel immer schon viel Wert auf Kooperationen mit ausländischen Partnern. An dieser Stelle kommt nun Helmholtz ins Spiel. „Schließlich ergänzen sich Deutschland und Israel in vielerlei Hinsicht“, skizziert Präsident Wiestler die Situation. Vor allem die Fähigkeit der Israelis, Forschungsergebnisse rascher als anderswo in konkrete Anwendungen umzuwandeln, fasziniert ihn. Im Hinblick auf die deutschen Kompetenzen, beispielsweise in der klassischen Ingenieurskunst, könne sich daraus eine wunderbare Symbiose ergeben: „Wenn wir die besten Köpfe aus beiden Ländern zusammenbringen, ist das eine klare Win-win-Situation.“ ◆

Ralf Balke



„Die Tatsache, dass jeder Israeli Wehrdienst leisten muss ... ist prägend. Damit ist die Armee quasi unsere Business School.“

Yoram Tietz (Ernst & Young)



„Ich wollte einfach allen zeigen, was eine Frau zu leisten vermag.“

Ada Yonath (Nobelpreisträgerin)

Urteil zu Genome Editing ist bedenklich

Mit der Genomschere CRISPR/Cas9 und anderen Werkzeugen des sogenannten Genome Editing kann das Erbgut von Organismen so einfach und gezielt wie nie zuvor verändert werden. Doch seit dem Urteil des Europäischen Gerichtshofs (EuGH) Ende Juli sollen Nutzpflanzen, die durch solche Methoden erzeugt werden, wie klassische gentechnisch veränderte Pflanzen reguliert werden.

Ein Kommentar von Ulrich Schurr

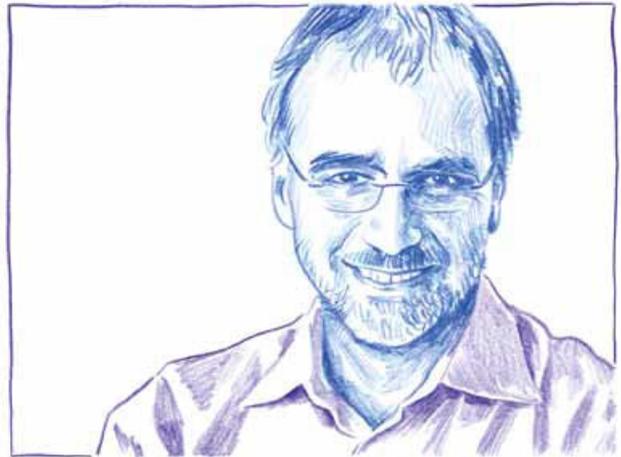
Die wachsende Weltbevölkerung und der Klimawandel werden die Anforderungen an eine nachhaltige Landwirtschaft und damit auch an die Züchtung von Pflanzen mit hohem Ertrag, besserer Qualität und Toleranz gegen Krankheiten, Trockenheit und Hitze weiter erhöhen. Trotzdem schränken wir gerade jetzt in Europa die Nutzung neuer Technologien ein, welche die Züchtung solcher Nutzpflanzen beschleunigen könnte.

Die Züchtung(-sforschung) hat in erster Linie die Aufgabe, Pflanzen mit neuen Eigenschaften auszustatten, um so verbesserte Sorten zu erhalten. Hierzu gehören beispielsweise Resistenzen, die Qualität oder verbesserte Aussaat- oder Ertragseigenschaften. Gerade hier liegt ein eklatanter Vorteil von Methoden wie dem Genome Editing: Traditionelle Mutagenesemethoden oder auch Einkreuzungen erzeugen ungerichtete und viele Änderungen im Erbgut. Die ungewünschten Eigenschaften muss der Züchter erst wieder aufwendig aus dem Genom eliminieren. Warum soll eine ungerichtete Methode mit vielen Mutationen per se sicherer sein als ein Verfahren, das gezielt wenige Veränderungen erzeugt?

Das EuGH-Urteil hat nun einer gezielteren Technologie ein höheres Risiko als traditionellen Verfahren zugewiesen, mit dem Argument, dass diese „seit Langem angewandt werden“. Auf diese Weise verlagert Europa die Aufgabe, eine neue Methode in der Praxis zu erproben, in andere Länder – mit allen möglichen wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Konsequenzen. Auch ethisch ist dieses Vorgehen zumindest fragwürdig. In anderen Ländern wie beispielsweise Kanada wird die Regulierung neuer Technologien übrigens völlig anders gehandhabt: Hier muss nachgewiesen werden, dass von neuen Produkten – in diesem Fall also Pflanzen auf dem Feld – keine Gefahr ausgeht. Letzteres erscheint ein viel logischerer Ansatz.

Sehr bedenklich ist zudem, dass wissenschaftliche Erkenntnisse nicht berücksichtigt werden, die zeigen, dass bei richtiger Anwendung kein erhöhtes Risiko vorhanden ist. Die Nichtberücksichtigung wissenschaftlicher Evidenzen entwickelt sich zu einem verbreiteteren Phänomen. Zur Klarstellung: Diese Kritik richtet sich nicht primär an den EuGH, sondern vielmehr an den gesellschaftlichen und politischen Dialog.

Klar ist: Es ist dem Genom einer Pflanze nicht unbedingt anzusehen, ob und wie es verändert wurde. Produkte aus Pflanzen, die unter Zuhilfenahme von Genome Editing hergestellt



Ulrich Schurr ist Direktor am Institut für Pflanzenwissenschaften des FZ Jülich und Mitglied im Executive Board der European Plant Science Organisation und in der Europäischen Technologieplattform Plants for the Future.

wurden, werden auch zukünftig außerhalb Europas entwickelt und nach Europa eingeführt. Wie aber kann man die Regulierung für genetisch identisches Material praktisch durchführen? Das kann nur über hohe Auflagen bei der Deregulierung und komplexe Nachweispflichten bei Züchtern und Agrarindustrie funktionieren. Dieser Aufwand wird so hoch sein, dass sich nur große Konzerne die Deregulierung leisten können.

Was ist nun aber die Konsequenz? Die Politik hat in den vergangenen Jahren die Verantwortung an Gerichte abgegeben. Es wird Zeit, dass in einem breiten gesellschaftlichen Diskurs Risiken und Chancen auf Basis von wissenschaftlichen Erkenntnissen und gesellschaftlichen Herausforderungen bewertet werden. Die Wissenschaft muss – nicht nur hier – bereit sein, sich intensiver in den Dialog einzubringen, kritisch zu fragen und sich kritischen Fragen zu stellen. Die neuen Techniken bieten neue Potenziale – nicht mehr, aber auch nicht weniger. Wenn Gesellschaft und Politik zu Recht verlangen, dass Wissenschaft Beiträge für große gesellschaftliche Herausforderungen bereitstellt, müssen wir als Gesellschaft auch bereit sein, uns ernsthaft mit diesen Technologien zu beschäftigen. ◆

Längere Version: → www.helmholtz.de/eugh

NACHGEFRAGT:

„WAS IST
DIE GEFÜHLTE
TEMPERATUR?“



Eine Frage des Gefühls Selbst wenn das Thermometer Plusgrade anzeigt, können wir es als eiskalt empfinden. Bild: Freepik

Der Wetterbericht sagt nicht nur vorher, wie viel Grad Celsius das Thermometer anzeigen wird, sondern nennt auch die „gefühlte“ Temperatur. Doch woher weiß man, wie ein Mensch die Temperatur wahrnehmen wird? Diese Frage klärt Peter Hoffmann vom Climate Service Center Germany (GERICS) des Helmholtz-Zentrum Geesthacht.

„Trotz Schnee und Eis verbringen viele Skifahrer ihre Pause im T-Shirt, ohne zu frieren. Für unser sogenanntes thermisches Wohlbefinden ist also nicht nur die Temperatur entscheidend, sondern viele weitere Faktoren wie die Windgeschwindigkeit, die Sonnenstrahlung, die Kleidung oder die Bewegung. Und auch die Luftfeuchtigkeit – denn je feuchter die Umgebungsluft ist, desto schwerer fällt es dem Körper, zu schwitzen und damit Wärme abzubauen. Deswegen empfinden wir Schwüle als so belastend.

Der Deutsche Wetterdienst nutzt für seine Vorhersagen einen Referenzmenschen – den ‚Klima-Michel‘. Er 35 Jahre alt, 175 cm groß, wiegt 75 Kilogramm und bewegt sich mit vier Stundenkilometern durch einen schattigen Wald. In ein

Computermodell des menschlichen Wärmehaushalts fließen all die genannten Faktoren ein. So ermittelt sich ein Wert für die voraussichtliche Temperatur, die der Klima-Michel empfinden würde. Die Angabe zur gefühlten Temperatur ist sowohl ein Service für jeden Einzelnen als auch eine wichtige Information für Menschen, bei denen beispielsweise extreme Wärmebelastungen zu akuten Herz-Kreislauf-Problemen führen könnten.

Am GERICS befassen wir uns mit den Folgen des Klimawandels und wie wir uns daran anpassen können. Auch hier spielt die gefühlte Temperatur eine Rolle. Ein Beispiel: Weiße Hauswände reflektieren das Sonnenlicht und wirken kühlend auf die Fassade. Doch die von den Wänden reflektierte Sonnenstrahlung kann die gefühlte Temperatur zwischen den Häusern erhöhen. Insofern könnte es sinnvoller sein, nur die Hausdächer weiß zu halten. Modelle der gefühlten Temperatur können schon bei der Planung von Anpassungsmaßnahmen zum Klimawandel helfen.

Nachgefragt hat **Kristine August**



ONLINE

Alle Ausgaben von
Nachgefragt:

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





Klassenfahrt ins Weltall

Passend zur ISS-Mission des deutschen ESA-Astronauten Alexander Gerst ging das DLR mit einer Raumfahrt-Show auf bundesweite Tournee. Das Ziel: Schülerinnen und Schüler neugierig machen auf die Naturwissenschaften.

Die 1.000 Kinder im Audimax der TU Berlin waren auf einmal völlig still. Gebannt blickten sie auf die Leinwand vorne im Saal, auf der sich jeden Moment das Bild aus dem Weltall aufbauen sollte: eine Liveübertragung von der Internationalen Raumstation ISS. „Hallo Berlin“, tönte es dann auf einmal aus den Lautsprechern, „I hear you loud and clear!“ Die Schüler jubeln: Astronaut Alexander Gerst winkt, schwerelos schwebend, in den Saal.

Die besondere Verbindung von Berlin ins Weltall war Teil eines Programms, mit dem das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) auf Tournee durch ganz Deutschland unterwegs war: „Raumfahrt-Show“ hieß es und nahm die Teilnehmer eineinhalb Stunden lang mit Bühnenerperimenten und Videos mit auf eine Gedankenreise ins All. Darin tauchen sie ins Astronautenleben ein – vom Raketenstart über das Leben und Forschen in der Schwerelosigkeit bis zur Rückkehr auf die Erde. Zielgruppe waren Schüler von der dritten bis zur sechsten Klasse. „Unseren Nachwuchs für Naturwissenschaften und Technik zu begeistern, ist eine Aufgabe, der sich das DLR verpflichtet sieht und für deren Umsetzung sich die Mission horizons von Alexander Gerst besonders eignet“, sagt Pascale Ehrenfreund, die Vorstandsvorsitzende des DLR.

Insgesamt kamen 22.000 Schüler zu den Veranstaltungen, die den ganzen Herbst stattfanden.

Wie attraktiv das Thema Raumfahrt wirkt, merken die Veranstalter vom DLR schon innerhalb der ersten Tage: Als sie das Programm konzipierten, dachten sie an zehn Veranstaltungsorte überall in Deutschland – aber schon wenige Tage nach der Veröffentlichung ihrer Idee stapelten sich auf ihren Tischen die Bewerbungen von 500 Schulen. Kurzentschlossen verdoppelte das DLR die Zahl der Aufführungen und ging in die größten Hörsäle und Stadthallen. Insgesamt kamen 22.000 Schüler

zu den Veranstaltungen, die den ganzen Herbst über stattfanden.

Im Berliner Audimax dauerte das Bühnenprogramm 90 Minuten, bis sich Alexander Gerst per Videokonferenz live dazuschaltete – genauso lang, wie die ISS für eine Umkreisung der Erde benötigt. Ein kleiner Roboter eröffnete die Veranstaltung und bat die eigentlichen Moderatoren auf die Bühne: Cem Avsar von der TU Berlin sowie Tobias Bohnhardt und Saskia Felgenhauer aus dem DLR_School_Lab Berlin – einem von 13 Schülerlaboren des DLR. Wie sich die Faszination der Forschung an Kinder vermitteln lässt, wissen sie aus langjähriger Erfahrung: An den insgesamt 30 Helmholtz-Schülerlaboren in ganz Deutschland experimentieren jedes Jahr mehr als 90.000 Schüler aller Altersklassen – von Grundschulern bis zu Abiturienten. Die Betreuer helfen den Jugendlichen, naturwissenschaftliche Theorien aus unterschiedlichsten wissenschaftlichen Bereichen besser zu verstehen, selbst Fragen zu stellen und Versuche wie ein echter Forscher durchzuführen.

Das stand auch im Audimax in Berlin auf dem Programm: Zwischen Filmen und Fotos aus dem All führten die Moderatoren immer wieder aufwendige Experimente vor, die im Stil einer Science-Show auch komplizierte physikalische Effekte verständlich machten. Mal schwebten Schokolinsen im Inneren einer Fallkapsel schwerelos umher, was auf der Großbildleinwand in Zeitlupe zu sehen war, mal flog eine leuchtende Luftrakete mit lautem Knall über die Bühne – und auch die Schüler im Saal durften an vielen Stellen mitmachen. Etwa beim Ausflug quer durchs Sonnensystem: Große Leuchtkugeln symbolisierten die acht Planeten und wurden von den Kindern durch die Stuhlreihen gereicht. Eher rasant verlief dagegen die Lektion zum Thema Rückstoßprinzip, als 1.000 Luftballons gleichzeitig durch den Raum zischten. →



Eingängig Cem Avsar erklärt anhand eines Fußballs, wie nah die ISS der Erde ist. Bilder: DLR FOTOMEDIEN





Versiegelt Alexander Gerst zeigt die Zeitkapsel, die erst im Jahre 2068 wieder geöffnet wird und Wünsche von 8.000 Kindern für die Welt von morgen enthält. Bilder: DLR FOTOMEDIEN

Dann leitete ESA-Astronaut Matthias Maurer von der Bühne zum Livecall mit seinem Kollegen Alexander Gerst auf der ISS über. Der grüßte bestens gelaunt aus dem All zurück. In seinen Händen hielt er dabei ein ganz außergewöhnliches Objekt: die Zeitkapsel des DLR, die ihn auf seiner langen Reise durchs Weltall begleitet. Die Aluminiumkugel stammt von DLR-Auszubildenden, die sie eigens angefertigt haben. Sie beinhaltet unter anderem einen besonders haltbaren Datenträger, auf dem die Wünsche der jungen Generation für die Zukunft gespeichert sind. 8.000 Schüler waren dem Aufruf des DLR gefolgt und hatten ihre Beiträge eingesandt: technologische Visionen etwa von fliegenden Autos oder Mondkolonien, aber auch gesellschaftspolitische Forderungen für eine Welt mit mehr Respekt und Toleranz sowie ohne Kriege und Gewalt. „Mehr Fröhlichkeit in der Welt“, verlangt da ein Kind, und ein Schülerteam fordert: „Keine Diskriminierung wegen Hautfarbe, sexueller Orientierung oder aus anderen Gründen.“ Diese Botschaften sind gewissermaßen ein Gruß der jungen Generation von heute an die Welt von morgen. Denn erst in 50 Jahren darf die Kapsel, die nach der Rückkehr im Haus der Geschichte in Bonn aufbewahrt wird, wieder geöffnet werden. Gerst versiegelte die Zeitkapsel feierlich und plauderte dann mit den Kindern und Jugendlichen im Berliner Audimax. „Ich finde es toll, dass ihr euch Gedanken über die Zukunft macht“, sagte er: „Wenn die Kapsel in 50 Jahren wieder geöffnet



DOWNLOAD

Hier finden Sie die Experimentierbroschüre vom DLR zum Download:

→ www.helmholtz.de/mitastronauteninsweltall



Anschaulich Wie die Sojus-Kapsel segelt auf der Bühne ein rohes Ei in einem Pappbecher an einem Fallschirm zu Boden.

wird – das wird der Moment sein, in dem sich jeder fragen muss: Haben wir in unserem Leben an diesen Wünschen gearbeitet? Diese Kugel hier macht einem immer wieder klar, dass es gut ist, seinen Träumen eine Chance zu geben.“

Ergänzt wurde das Programm durch Musik-Acts mit Raumfahrtbezug. Peter Schilling präsentierte seinen Welthit „Major Tom (Völlig losgelöst)“, der auch als Soundtrack im DLR-Trailer zur Gerst-Mission zu hören ist. Und auch die Mitglieder der Berliner Newcomer-Band Yuri & Neil sind bekennende Raumfahrtfans, wobei der Name ihrer Gruppe Programm ist: Mit der Anspielung auf Juri Gagarin und Neil Armstrong wollen sie den völkerverbindenden, internationalen Aspekt der Raumfahrt betonen.

Das DLR begleitete die Gerst-Mission mit vielen weiteren Maßnahmen zur Nachwuchsförderung. Bei einem Schulwettbewerb engagierten sich Jugendliche als Beschützer der Erde, indem sie Projekte zum Umweltschutz entwickelten. „Flying Classroom“ heißt eine Serie von einfachen Demoexperimenten, mit denen Gerst physikalische Phänomene in Schwerelosigkeit altersgerecht illustriert. Zahlreiche Schulen konnten sogar per Amateurfunk mit Gerst Kontakt aufnehmen. Hinzu kamen Unterrichtsmaterialien wie die Experimentierbroschüre „Mit Astronauten ins Weltall“ zur aktuellen ISS-Mission, wobei die hohe Startauflage von 5.000 Exemplaren schon



Einleuchtend Im Audimax der TU Berlin gingen die Planeten unseres Sonnensystems durch die Gänge.



nach wenigen Wochen vergriffen war, sodass die Hefte schleunigst nachgedruckt wurden. Und die Lehrer-Workshops, die in manchen DLR-Schülerlaboren angeboten wurden, mussten wegen der großen Anmeldezahlen gleich mehrfach abgehalten werden.

Die Live-Schaltung zur ISS war die Besonderheit der Berliner Veranstaltung – aber auch jede einzelne der Raumfahrt-Shows überall in Deutsch-

land hatte ihre speziellen Momente. Beispielsweise in Erfurt, wo es zu einem außergewöhnlichen Finale der Tournee kam: In einem Stadion stellten sich 1.400 Schüler in Buchstabenform auf dem Rasen auf. So bildeten sie den Schriftzug „HALLO ALEX“ als Gruß, der nur aus der Vogelperspektive zu sehen war. Gerst bedankte sich am Tag darauf via Twitter mit Grüßen von der Raumstation. ◆

Volker Kratzenberg-Annies



ONLINE

Nähere Infos sowie Impressionen der Raumfahrt-Show finden Sie unter:

→ www.helmholtz.de/raumfahrt-show



Bild: Bereitschaftspolizei Thüringen



Quelle: @Astro_Alex/Twitter

Ein Königreich für eine Wurzel

Tobias Wojciechowski vom Forschungszentrum Jülich will in einem deutsch-thailändischen Projekt den Anbau von Maniok verbessern. Vor Ort trifft er auf zielstrebige Wissenschaftler, giftige Schlangen – und höllisch scharfe Chilischoten.



Wenn man vor einer Schlange steht, so heißt es in Thailand, dann sollte man die Hand auf seine Geldbörse legen und sich etwas wünschen. Vielleicht steckt in dem Reptil ja ein mythisches Wesen, das einem Wohlstand und beruflichen Erfolg beschert. Tobias Wojciechowski vom Forschungszentrum Jülich ist bei solchen Begegnungen allerdings ein bisschen skeptisch. Denn unter den 200 Schlangenarten, die in dem südostasiatischen Land leben, sind immerhin etwa 60 giftige. „Wenn man dort arbeitet, muss man also schon ein bisschen aufpassen“, sagt der Agrarwissenschaftler. Hohes Gras meiden, heißt da die Devise. Und auch in den eigenen vier Wänden kann es nicht schaden, die Augen offenzuhalten. Tobias Wojciechowski

hat jedenfalls schon in einer Unterkunft gewohnt, in der kurz vor seinem Aufenthalt eine Königskobra aufgetaucht war. Aber vielleicht ist an der Legende von den schlängelnden Glücksbringern ja doch etwas dran. Über mangelnden Erfolg bei der Arbeit kann sich der Pflanzenforscher jedenfalls nicht beklagen.

Als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Jülicher Institut für Pflanzenwissenschaften untersucht er unter anderem die Wurzelsysteme verschiedener Ackerfrüchte wie Mais und Gerste. Doch das Projekt, das ihn immer wieder nach Thailand führt, beschäftigt sich mit dem Anbau von Maniok. Diese auch als Cassava bekannte Nutzpflanze, die ursprünglich aus Süd- oder Mittelamerika stammt, wird inzwischen auch



in vielen Ländern Afrikas und Asiens angebaut. „Das Tolle daran ist, dass man sie restlos verwerten kann“, sagt der Wissenschaftler.

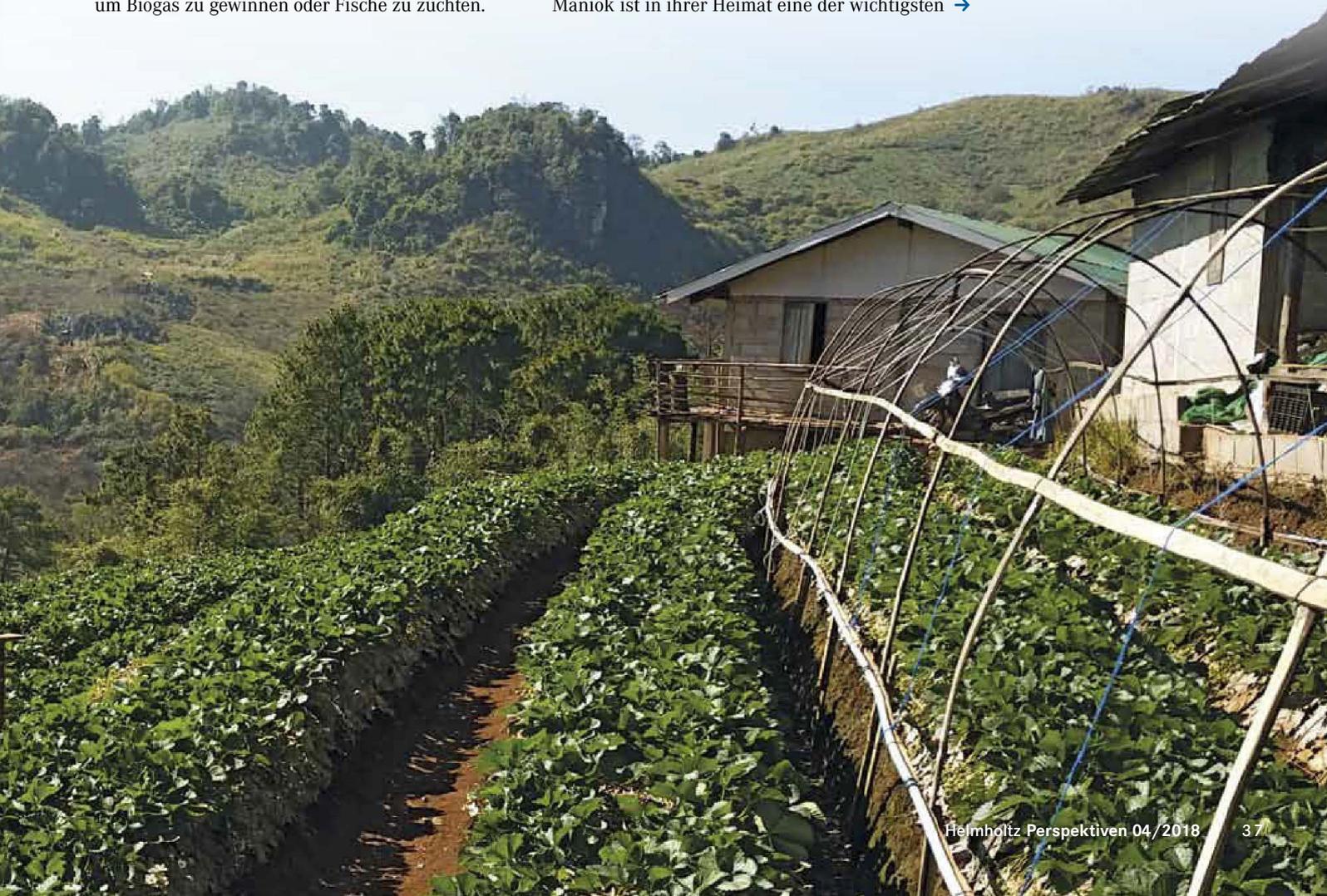
Maniok ist in Thailand eine der wichtigsten Nutzpflanzen überhaupt, etwa 25 Millionen Tonnen werden dort jedes Jahr produziert.

So lassen sich die Blätter der bis zu fünf Meter hohen Sträucher als Gemüse verzehren oder als Viehfutter nutzen, aus den Stämmen zieht man über Stecklinge neue Pflanzen heran. Die stärkehaltigen Wurzeln einiger Sorten sind essbar. Sie schmecken leicht süßlich und können ähnlich eingesetzt werden wie Kartoffeln. Bei anderen werden die Wurzeln industriell genutzt, um zum Beispiel Süßstoffe und modifizierte Stärke für die Lebensmittelindustrie oder Bioethanol für Kraftstoffe zu produzieren. Was dabei als Abfall übrig bleibt, lässt sich an Vieh verfüttern oder zur Verbesserung des Bodens einsetzen. Und selbst das beim Waschen der Wurzeln und bei der Produktion der Stärke anfallende Abwasser kann man noch verwenden, um Biogas zu gewinnen oder Fische zu züchten.



Ernteerfolg Tobias Wojciechowski besuchte mit seiner Jülicher Kollegin Marie Bolger eine thailändische Bäuerin, die dank ihrer Experimente mit selbst gemachtem Dünger und einem Bewässerungssystem große Maniok-Ernten einfährt. Bild: Tobias Wojciechowski/FZ Jülich

Wie aber lässt sich der Anbau dieser pflanzlichen Alleskönnerin weiter vorantreiben und effektiver gestalten? „Um solche Fragen zu untersuchen, wollten wir eigentlich ein Projekt in Afrika starten“, erinnert sich Tobias Wojciechowski. 2013 aber fand in Jülich ein Workshop für Fachleute statt, die sich mit dem Einfluss von Genen und Umwelt auf das Erscheinungsbild von Pflanzen beschäftigen. Als Tobias Wojciechowski bei diesen „Phenodays“ seine Ideen vorstellte, saß eine Kollegin aus Thailand im Publikum – und war sofort interessiert. Denn Maniok ist in ihrer Heimat eine der wichtigsten →





Handarbeit Zusammen mit der Jülicher Kollegin Vera Boeckem auf dem Feld des Rayong Field Crop Research Centers
Bilder: Tobias Wojciechowski / FZ Jülich



Wurzelwerk Tobias Wojciechowski studiert auch die Wurzelsysteme anderer Nutzpflanzen wie hier vom Mais.



Allrounder Maniokblätter lassen sich als Gemüse oder Viehfutter verwenden.
Bild: gamelover/Fotolia

Nutzpflanzen überhaupt, etwa 25 Millionen Tonnen werden dort jedes Jahr produziert. Auf den Teller kommt zwar nur ein geringer Teil davon, dafür ist das Land aber Exportweltmeister in Sachen Cassava-Stärke. Und auch die Nutzung von Bioethanol als Treibstoff ist dort ein großes Thema.

Aus diesem ersten Kontakt ist im Februar 2017 ein thailändisch-deutsches Forschungsprojekt entstanden, an dem neben dem Forschungszentrum Jülich die Forschungsbehörde National Science and Technology Development Agency (NSTDA), die King Mongkut's University of Tech-

nology Thonburi sowie das thailändische Landwirtschaftsministerium beteiligt sind. Das Bundesforschungsministerium unterstützt das dreijährige Vorhaben mit 805.000 Euro. „Die thailändischen Partner steuern mit 810.000 Euro sogar eine noch größere Summe bei“, sagt Projektkoordinator Tobias Wojciechowski. „Das ist bei Kooperationen mit Schwellenländern sehr ungewöhnlich.“

In diesem Projekt haben sich nun sieben Wissenschaftler, eine Anwendungsprogrammiererin, ein Ingenieur und zwei landwirtschaftlich-technische Assistenten aus Jülich mit insgesamt 14 Molekularbiologen, Bioinformatikern, Pflanzenzüchtern und Ingenieuren aus Thailand zusammengeschlossen. Gemeinsam wollen die Projektmitarbeiter herausfinden, wie man die Maniokproduktion steigern kann, ohne dazu mehr Fläche zu brauchen. Neben einer verbesserten Pflege und Bewässerung der Kulturen setzen die Forscher dabei vor allem auf neue Sorten, die in kürzerer Zeit einen höheren Ertrag liefern. Um diese züchten zu können, untersucht das Team zunächst, welche Gene das Dickenwachstum der Wurzeln beeinflussen.

Ein guter Teil der Laborarbeiten und der Datenauswertung findet zwar in Jülich statt. Doch Tobias Wojciechowski ist inzwischen auch schon 13 Mal für ein paar Tage oder Wochen in Thailand gewesen. Er überlegt sogar, künftig zusammen mit seiner Verlobten für ein ganzes Jahr dorthin zu ziehen. Was ihn in Thailand beeindruckt, ist die landschaftliche Vielfalt. „Im Norden gibt es hohe Berge, in anderen Regionen dominieren dagegen weiße Strände mit Palmen wie aus dem Reisekatalog“, sagt der Forscher.



MANIOK / „CASSAVA“

- Nutzpflanze, die auch auf kargen Böden gedeiht
- Kommt ursprünglich aus Südamerika und wird in weiten Teilen der Tropen und Subtropen angebaut
- Stärkehaltige Wurzeln einiger Sorten sind essbar. Andere werden industriell genutzt, um Süßstoffe oder modifizierte Stärke für die Lebensmittelindustrie oder Bioethanol herzustellen
- Blätter lassen sich als Gemüse verzehren oder als Viehfutter nutzen





Austausch Treffen mit thailändischen Wissenschaftlern anlässlich eines Workshops am Thailand Science Park



Augenmaß Test des Stärkegehalts und Reifezustands von Maniokwurzeln



Im Aufbau Projektpartner installieren Wetter- und Sensorstationen in einem Versuchsfeld in Rayong.

Beruflich bekommt er von den typischen Tropenparadiesen allerdings wenig zu sehen. Seine Arbeit führt ihn entweder in eine Forschungsstation nach Rayong, eine Großstadt mit viel Chemieindustrie. Oder er besucht die Labore der NSTDA außerhalb von Bangkok, die sich kaum von ihren Pendanten in Jülich unterscheiden. Das Gästehaus der Einrichtung, in dem er häufig untergebracht ist, verbreitet allerdings reichlich tropisches Flair – blühende Orchideen, quakende Frösche und zwei Meter lange Warane inklusive.

„Wenn wir beim Anbau und den Erträgen etwas verbessern, wird das vor allem den ärmsten Bauern zugutekommen.“

Doch es ist nicht allein die Umgebung, die seine Thailand-Aufenthalte zu etwas Besonderem macht. „Die Menschen dort sind sehr hilfsbereit und gastfreundlich“, schwärmt Tobias Wojciechowski. Da lässt man ihn schon mal sieben verschiedene Mangosorten probieren. Oder macht ihn mit den Köstlichkeiten der thailändischen Küche bekannt, auf die man im Land sehr stolz ist. „Die Leute amüsieren sich dann immer, weil ich so wenig Schärfe vertragen“, erzählt der Wissenschaftler. Drei bis fünf Chilis im Essen kann er inzwischen einigermaßen verkraften. Fünf sind allerdings schon grenzwertig. Dabei kann ein Gericht für Einheimische durchaus schon mal die vierfache Menge enthalten.

Doch nicht nur beim Essen stößt Tobias Wojciechowski immer wieder auf kulturelle Unterschiede. Man hat in Thailand zum Beispiel viel

Respekt vor dem Alter, die Monarchie spielt eine extrem wichtige Rolle und die Gesellschaft ist strikt hierarchisch organisiert. Das alles muss man wissen, um nicht in Fettnäpfchen zu treten. Doch Probleme sind daraus bisher nicht entstanden. Denn im Projekt arbeitet auch ein thailändischer Wissenschaftler mit, der einen Teil seiner Schulzeit und sein Studium in Großbritannien verbracht hat. Der vermittelt zwischen den Kulturen – und erinnert den deutschen Kollegen manchmal auch daran, dass man Kritik nicht zu direkt vortragen sollte. So klappt die Zusammenarbeit sehr gut. „Das Tolle an thailändischen Wissenschaftlern ist, dass sie sehr zielstrebig und anwendungsbezogen forschen“, findet Tobias Wojciechowski.

Er arbeitet deshalb ausgesprochen gerne dort. Es gibt allerdings auch ein paar Dinge, die er kritisch sieht. So hofft er, dass in dem derzeit vom Militär beherrschten Land im nächsten Jahr freie Wahlen stattfinden werden. Und er hat sich bis heute nicht an die massiven sozialen Unterschiede gewöhnt. Auch das ist einer der Gründe dafür, dass er sich ausgerechnet für Maniok interessiert. Denn die Pflanze gedeiht auch auf kargen Böden. „Wenn wir da beim Anbau und den Erträgen etwas verbessern, wird das vor allem den ärmsten Bauern zugutekommen“, betont Tobias Wojciechowski. Vielleicht werden diese dank des Projekts ja künftig auch mehr beruflichen Erfolg haben. Ohne unbedingt einer Schlange begegnen zu müssen. ◆

Kerstin Viering



ONLINE

Alle Ausgaben von JWD unter:
→ www.helmholtz.de/jwd



A portrait of Christian Haass, a middle-aged man with dark, wavy hair, smiling warmly. He is wearing a white button-down shirt over a teal polo shirt. The background is a bright, slightly out-of-focus indoor setting with vertical lines, possibly a window or door frame.

CHRISTIAN HAASS

Sprecher des Münchner Standorts des DZNE

Erforscher des Vergessens

Christian Haass ist ein Pionier der Demenzforschung. Gerade gewann der Molekularbiologe den renommierten Brain Prize – und will jetzt am Münchner Standort des DZNE einen therapeutischen Ansatz entwickeln.

Die Idee, die am Anfang seiner Durchbrüche in der Hirnforschung stand, überfiel Christian Haass in einem Kanu. Es war Wochenende, mit seiner Frau paddelte er über einen See im US-Bundesstaat Maine und war eigentlich auf der Suche nach einem Eistaucher, einem seltenen Vogel mit prächtigem Gefieder. „Im Labor trieb mich die Frage nach den Auslösern von Alzheimer um“, erinnert sich Christian Haass, „und dort auf dem Wasser hatte ich die Idee, mich intensiv mit dem Eiweiß Amyloid zu beschäftigen.“

Mehr als zwei Jahrzehnte liegt diese glückliche Eingabe inzwischen zurück, Haass war damals als Postdoc in Harvard. Heute ist er Sprecher des Münchner Standorts des Deutschen Zentrums für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE) und zählt weltweit zur Speerspitze der Alzheimerforscher. Gerade erst wurde der 57-Jährige mit dem Brain Prize ausgezeichnet, dem Nobelpreis für Hirnforscher. Seinen zwei großen Themen ist Christian Haass in der Zeit seit dem Paddelausflug in den USA treu geblieben: Dem Amyloid ist er noch immer auf der Spur – und seine besten Ideen bekommt er auch heute noch, wenn er unterwegs ist zur Vogelbeobachtung.

Wenn er morgens in sein Labor direkt neben dem Münchner Klinikum Großhadern kommt, eisern um 20 Minuten nach sechs, ist Christian Haass vorher oft schon draußen an einem der Seen im Voralpenland bei den Vögeln gewesen. Das braucht er, um den Kopf frei zu bekommen – so wie damals im Kanu auf dem amerikanischen See. Hier am Schreibtisch aber schaltet er um, hier ist er nicht mehr Vogelkundler, sondern Hirnforscher. Eine riesige Glasscheibe trennt seinen Schreibtisch vom Labor, in dem seine Kollegen stehen. „Am liebsten wäre es mir, wenn ich mein Büro direkt im Labor hätte ohne diese Glasscheibe“, sagt er. „Aber das ließ sich aus bautechnischen Gründen nicht machen.“ Immerhin kann er jetzt mit ein paar Schritten hinübergehen und mit seinen Kollegen diskutieren, wenn

er wieder einmal über einer Publikation grübelt und zwischendurch einen neuen Gedanken besprechen will.

Meistens dreht es sich dabei um das Protein Amyloid, mit dem sich Haass fast seine ganze Forscherkarriere über beschäftigt. „Es gibt eine auffällige Pathologie im Gehirn aller Alzheimerpatienten“, erläutert Haass. „Sie alle haben Eiweißklumpen im Gehirn, sogenannte Plaques. Der wichtigste Bestandteil dieser Klumpen ist ein kleines Eiweiß mit dem Namen Amyloid, das umliegende Nervenzellen tötet.“ Als Haass noch in Harvard forschte, stellte er eine Überlegung an, die – sollte sie sich bewahrheiten – die Alzheimerforschung revolutionieren würde: Dieses Amyloid könnte bei allen Menschen vorhanden sein und nur im Alter stärker konzentriert auftauchen. Um diesen ungeheuren Verdacht zu erhärten, griff Haass zum Selbstversuch: Er untersuchte sein eigenes Blut auf Amyloide – und konnte sie prompt nachweisen. „Danach nahm ich das Blut von sämtlichen Harvard-Professoren auf meinem Flur“, erinnert er sich, „und fand dort höhere Konzentrationen von Amyloid als bei mir.“ Sie waren auch älter als er. Nach und nach arbeitete Haass den Beweis dafür heraus, dass das Eiweiß tatsächlich in jedem Menschen vorhanden ist und es der Körper von jungen Leuten lediglich besser verarbeiten kann. Je älter ein Mensch wird, desto größer wird die Amyloidkonzentration. Haass’ provokante Schlussfolgerung: „Überspitzt ausgedrückt, jeder von uns kann an Alzheimer erkranken – man muss nur alt genug werden!“

Dass er sein Leben der Demenzforschung widmen würde, war lange nicht klar. Seine Eltern wären in der Kindheit hohe Wetten eingegangen, dass der Junge einmal Ornithologe werden würde. Haass lacht: „Mein Vater sagte einmal: ‚Der Junge hat nur Laufen gelernt, um zu den Vögeln gehen zu können. Und er hat nur Lesen gelernt, um mit den Bestimmungsbüchern arbeiten zu können!‘“ Aber weil die Berufsaussichten für Ornithologen unsicher gewesen seien, habe er sich schließlich →



Vogelbeobachtung Seine Freizeit verbringt der Alzheimerforscher Christian Haass am liebsten mit dem Beobachten der Vogelwelt – hier auf Ekkerøy im äußersten Nordosten von Norwegen. Bild: Christian Haass

für die Molekularbiologie entschieden. In Heidelberg war er noch nicht einmal beim Diplom angekommen, als ihn „der Blitz traf“, wie er sagte: Groß wurde an der Universität die Antrittsvorlesung von Professor Konrad Beyreuther angekündigt, einem Pionier der Alzheimerforschung. „Ich habe mir seinen Vortrag angehört und war hin und weg“, erinnert sich Haass, „die Entscheidung über meinen weiteren Weg fiel in dieser Vorlesung!“ Mit Beyreuther, der Haass’ großer Mentor wurde, ist er bis heute eng befreundet.

Was ihn faszinierte, waren die weiten, unberührten Ebenen, die vor den Forschern lagen: „Damals konnte man alles, was zum Thema Alzheimer geschrieben worden war, an einem einzigen Wochenende durchlesen“, sagt er. Mitte der 1980er-Jahre war das, als sich zugleich abzeichnete, dass wegen der Alterung der Gesellschaft eine gewaltige Sprengkraft in diesem Thema steckte. Als Haass bald darauf in Harvard anfang, veröffentlichte er in den ersten drei Jahren drei Papers in Nature, einem der renommiertesten naturwissenschaftlichen Magazine, das Texte nur bei bemerkenswerten Durchbrüchen abdruckt. „Diese Goldgräberstimung war unvorstellbar. Egal, was man damals angefasst hatte, die Ergebnisse waren super.“

Als er sich 1999 für eine Professur an der Ludwig-Maximilians-Universität in München interessierte, bewarb er sich mit der Idee, einen Sonderforschungsbereich für Neurodegenerationen aufzubauen. Er bekam den Ruf – und schon ein Jahr später nahm der Sonderforschungsbereich seinen Betrieb auf. Jetzt, vor wenigen Monaten, bekam Haass’ Arbeit nochmals neuen Schwung: Der gesamte Münchner Standort des DZNE ist in

einen Neubau gezogen, der für die Forschung maßgeschneidert wurde und in dem die Wissenschaftler zusammen mit ihren Kollegen vom Institut für Schlaganfall- und Demenzforschung sitzen. Auch der SyNergy-Cluster, der im Rahmen der Exzellenzinitiative entstand und dessen Sprecher Haass ist, hat hier seinen Sitz. Haass’ Büro mit der gläsernen Wand zum Labor liegt im dritten Stock, eine Etage darunter werden Patienten behandelt. „Dieser unmittelbare Kontakt zwischen uns im Labor und den Kollegen im klinischen Bereich ist unbezahlbar, der bringt uns gewaltig voran“, schwärmt Haass. Für sein eigenes Team stellt er mittlerweile immer öfter Mediziner ein, die zusätzlich als Bindeglied fungieren. „Ich selbst als Nicht-Mediziner darf mich ja nicht ans Bett der Patienten stellen.“ Wieder einmal kommt Haass zur genau richtigen Zeit: Um die Forschung voranzutreiben, muss er dringend Biomarker finden – Hinweise im Körper, die schon frühzeitig auf den späteren Ausbruch einer Alzheimererkrankung hinweisen. „Um diese Indikatoren zu finden, braucht man natürlich die Molekularwissenschaft, aber eben auch möglichst viele gut charakterisierte Patienten. Diese beiden Seiten können wir hier zusammenbringen.“

Von den medizinischen Möglichkeiten, die er durch seine Forschung erschließen kann, ist Christian Haass so elektrisiert, dass er fast nichts anderes an sich heranlässt. „Das geht nur, weil meine Frau mir den Rücken freihält“, räumt er ein: „Ich gehe nie einkaufen, ich kenne mich überhaupt nicht mit Finanzen aus, ich weiß nicht einmal, wie viel ich hier eigentlich verdiene.“ Nur für eins nimmt er sich neben der Wissenschaft noch Zeit – für die Vögel. „Da war ich schon immer kompromisslos: Zweimal pro Woche gehe ich Vögel beobachten, Punkt. Samstags und sonntags bin ich prinzipiell immer draußen, ganz unabhängig vom Wetter, und dann manchmal noch morgens vor der Arbeit.“

Kann er eigentlich jetzt, wo er den Brain Prize gewonnen hat, im Leben noch etwas erreichen? Haass antwortet wie aus der Pistole geschossen: Er will einen therapeutischen Ansatz so weit entwickeln, dass er an Patienten eingesetzt werden kann. Und noch ein Ziel gebe es da, sagt er und schmunzelt: eine Expedition in die Antarktis. „Die Hochseevögel, die Albatrosse, die dort brüten – das ist absolut irre. Das will ich einmal erleben!“ Im nächsten Sommer geht es aber erst mal nach Spitzbergen, um die hocharktische Vogelwelt zu studieren. ◆

Kilian Kirchgeßner



ONLINE

Mehr Porträts finden Sie hier:

→ www.helmholtz.de/portraits



SCHOKOKUSS IM VAKUUM

Wir leben ständig mit der Kraft, die der Luftdruck auf uns ausübt, ohne dass wir etwas davon merken. Seine Wirkung sieht man erst, wenn man aus einem Behälter die Luft abpumpt und die Gegenstände darin sich verändern. Schön lässt sich das mit Schokoküssen ausprobieren.

DAS BRAUCHST DU:



SO WIRD'S GEMACHT:

1. Bohre ein kleines Loch in den Schraubdeckel. Der Durchmesser sollte gerade groß genug sein, dass ein Strohhalm hindurchpasst.
2. Wenn der Schokokuss im Glas ist, wird der Deckel aufgeschraubt und der Strohhalm durch das Loch gesteckt.
3. Dann dichte die Bohrung um den Strohhalm mit etwas Knetmasse so ab, dass hier keine Luft durchströmen kann.
4. Wenn du jetzt die Luft kräftig aus dem Strohhalm heraussaugst und dabei verhinderst, dass wieder Luft zurückströmt, dann platzt der Schokokuss auf. Das klappt sicher, wenn du dabei die Knetmasse mit Daumen und Zeigefinger fest in die Fuge drückst.

ERKLÄRUNG:

Durch das Saugen am Strohhalm wird Luft aus dem Glas entfernt. Du erzeugst ein Vakuum (einen luftleeren Raum) im Glas. Im Schokokuss selbst sind viele kleine Luftbläschen im Schaum eingeschlossen. Wenn du etwas Luft aus dem Glas entfernt hast, hat die Luft in den Bläschen einen höheren Druck als die Restluft außen herum und kann sich deshalb ausdehnen. Der Schaum wird größer und sprengt die Schokolade. Lässt du die Luft wieder in das Glas hineinströmen, drückt sie von außen auf den Schokokuss und er wird wieder kleiner.



Mehr über die Schülerlabore unter:
→ www.helmholtz.de/schuelerlabore

Den Versuch gibt es auch als Video unter:
→ www.helmholtz.de/experiment

Dieses Experiment stammt von:

Schülerlabor physik.begreifen

Das Schülerlabor physik.begreifen in Hamburg ist eine Kooperation von DESY und der Hamburger Schulbehörde und bietet Praktikumstage für Schulklassen zu fünf verschiedenen Themen an. Zusätzlich gibt es spannende Sonderveranstaltungen wie z. B. Masterclasses (in Kooperation mit Netzwerk Teilchenwelt) oder Ferienseminare. www.desy.de/schule/schuelerlabore

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY
Notkestr. 85, 22607 Hamburg
Tel.: +49 40-89983314
E-Mail: physik.begreifen@desy.de
physik-begreifen-hamburg.desy.de

