

Warum?

Lange galten Plaques im Gehirn als Auslöser von Alzheimer – wohl zu Unrecht. Doch was ist dann die Ursache? Und wo steht die Forschung heute?

SCHMUCKSTÜCK

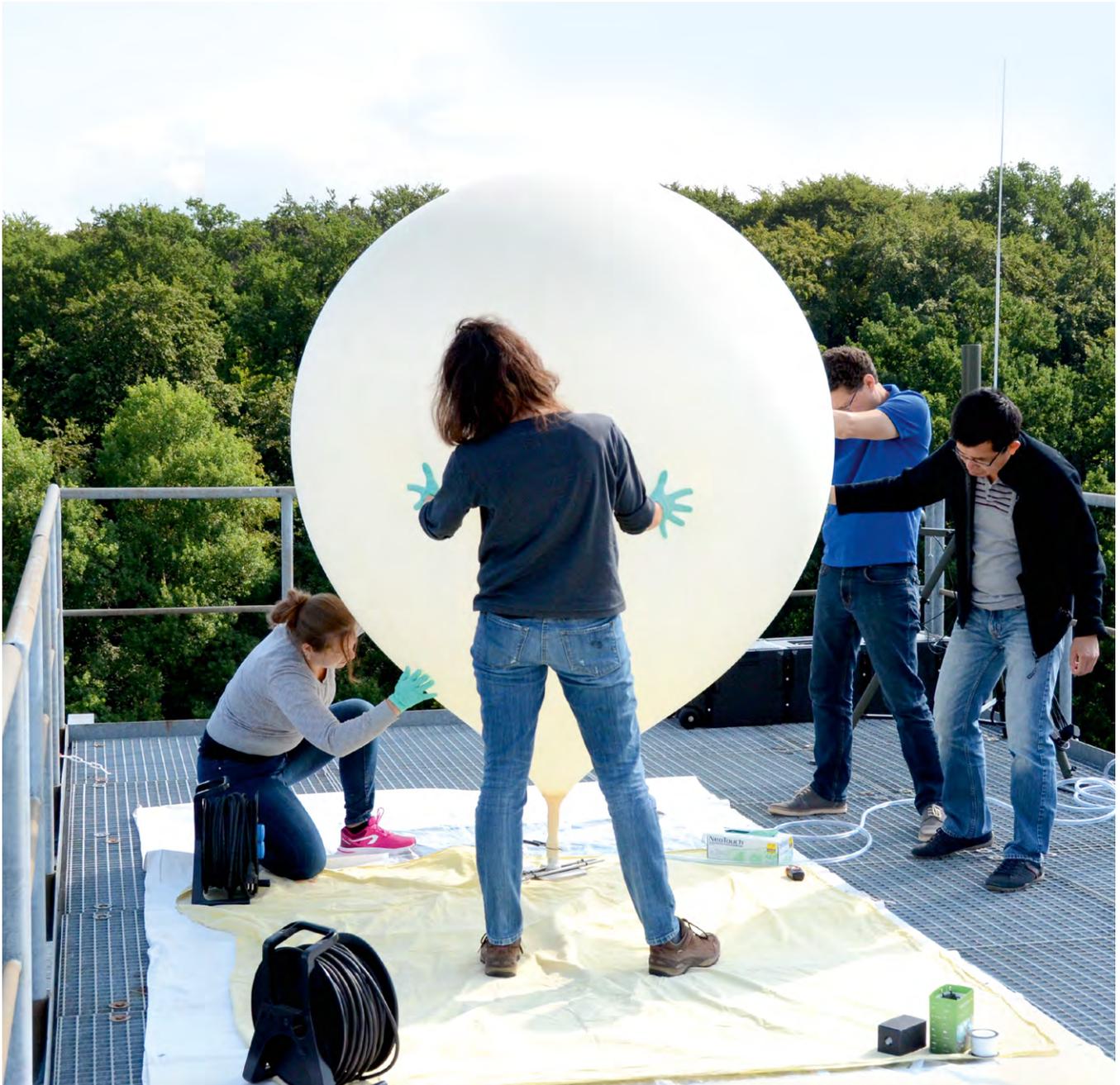
Mit JUWELS zum Supercomputer der Zukunft

BRUCHSTÜCK

Meteorit enthält uraltes Magnetfeld

DRECKSTÜCK

Der Monsun als Putzkraft und Dreckschleuder



Startklar

Gleich heißt es „Leinen los!“. Jülicher Klimaforscher prüfen ein letztes Mal die Außenhülle ihres Forschungsballons, bevor er zu seinem Jungferflug aufbricht. Bis in 35 Kilometer Höhe soll er steigen, mitten durch Gewitterwolken. Denn die Forscher wollen herausfinden, wie Gewitter das Klima beeinflussen. Dazu erfassen Geräte am Ballon Temperatur, Ozongehalt, Luftdruck und -feuchte sowie Aerosolpartikel. Die Daten schicken sie per Funk zur Erde.

Nach einigen Stunden platzt der Ballon und ein Fallschirm bringt die wertvolle Fracht sicher zur Erde zurück.

Die Flüge sind Teil von MOSES, einem mobilen Messsystem zur Erdbeobachtung.

Video zum Testflug unter: effzett.fz-juelich.de

NACHRICHTEN

5

TITELTHEMA**Alles auf Anfang?**

Kein Heilmittel, unbekannte Ursachen, falsche Annahmen – warum die Alzheimerforschung dennoch Anlass zur Hoffnung gibt.

8

FORSCHUNG**Naturgewalt mit zwei Gesichtern**

Wie das asiatische Wetterphänomen die Luft reinigt und gleichzeitig Schadstoffe über die Erde verteilt.

16

Im Urstaub lesen

Was ein Meteorit über das Magnetfeld im frühen Sonnensystem verrät.

18

Geheimes Leuchten der Pflanzen

Messgeräte des Start-ups JB Hyperspectral Devices fangen es ein.

20

Ein wahres Juwel

JUWELS:
Auftakt für eine neue Generation von Supercomputern

22

Im Bann der Kanäle

Christoph Fahlke erforscht Transportprozesse in Zellmembranen.

24

Baukasten für Atomkerne

Neues Computermodell berechnet exakt, wie stabil ein Kern ist.

26

Inklusion im Notfall

SiME sucht sichere Fluchtwege für Menschen mit Behinderung.

27

Die Kartierung des Gehirns

Fortschritte in der Medizin: von der Brodmann-Karte zum modernen Hirnatlas

28

RUBRIKEN

Aus der Redaktion
4

Impressum
4

Woran forschen Sie gerade?
21

2,2 plus
30

Gefällt uns
31

Forschung in einem Tweet
32

Alles klar?

Die Oma unserer Kollegin aus dem Nachbarzimmer war etwas Besonderes. Fast 100 Jahre wurde sie alt. Körperliche Gebrechen tat sie meist mit einem Schulterzucken ab: „Hauptsache, ich bin im Kopf noch klar!“ Das blieb sie – auch als sie mit weit über 90 Jahren im Rollstuhl saß. Nicht selbstverständlich, denn in diesem Alter leidet im Schnitt jeder Dritte an Alzheimer, der häufigsten Form der Demenz. Bisher gelingt es weder, die Krankheit aufzuhalten, noch, sie zu heilen. Auch Jülicher Wissenschaftler arbeiten seit Jahren daran, Alzheimer zu verstehen, frühzeitig zu diagnostizieren und gezielt Medikamente zu entwickeln. Unsere Titelgeschichte fasst den aktuellen Stand der Forschung zusammen, liefert eine Erklärung dafür, warum es bislang keine Medikamente gegen die Krankheit gibt, und erläutert, auf welchen Ansatz sich die Jülicher Wissenschaftler konzentrieren.

Schon heute auf Erfolgskurs ist JUWELS, der neue Jülicher Superrechner, den wir Ihnen hier vorstellen. Mit unseren Klimaforschern reisen wir in den südasiatischen Monsun und das Bruchstück eines uralten Meteoriten verrät uns etwas über die Anfänge des Sonnensystems.

Wir wünschen Ihnen bei allen Themen interessante neue Erkenntnisse, behalten Sie einen klaren Kopf und bleiben Sie lange gesund!

Ihr effzett-Team

Noch mehr drin!

Jetzt das Online-Magazin lesen



↑ Die effzett können Sie auf allen Endgeräten lesen – vom Smartphone bis zum PC. Einfach online aufrufen: effzett.fz-juelich.de

Impressum

effzett Magazin des Forschungszentrums Jülich, ISSN 1433-7371

Herausgeber: Forschungszentrum Jülich GmbH, 52425 Jülich

Konzeption und Redaktion: Annette Stettien, Dr. Barbara Schunk, Christian Hohlfeld, Dr. Anne Rother (V.i.S.d.P.)

Autoren: Marcel Bülow, Dr. Frank Frick, Christian Hohlfeld, Dr. Jens Kube, Matthias Lauerer, Katja Lüers, Dr. Regine Panknin, Tobias Schliöber, Dr. Barbara Schunk, Brigitte Stahl-Busse, Dr. Janine van Ackeren, Angela Wenzik, Erhard Zeiss, Peter Zekert

Grafik und Layout: SeitenPlan GmbH, Corporate Publishing Dortmund

Bildnachweise: Forschungszentrum Jülich (17 u. re., 25, 29 u.); Forschungszentrum Jülich/T. Esat (7 o. (Simulation)); Forschungszentrum Jülich/HBP (5 u.); Forschungszentrum Jülich/Hochschule Düsseldorf (3 Mitte. o.); Forschungszentrum Jülich/Sascha Kreklau (3 Mitte u. und re., 7 o. (Foto), 20 (Foto), 21, 24-25, 27, 28 u., 32); Forschungszentrum Jülich/

Ralf-Uwe Limbach (19 o., 22 (Montage: SeitenPlan)); Forschungszentrum Jülich/Karlheinz Nogai (2); Forschungszentrum Jülich/Gabriele Wassenhoven (18 li. u.); Nouran Adly/TUM (6 u.); Brodmann, K. (1909). Vergleichende Lokalisationslehre der Großhirnrinde in ihren Prinzipien dargestellt auf Grund des Zellenbaues. Leipzig, Verlag von Johann Ambrosius Barth. (28 o.); Kirsten Krause, UiT The Arctic University of Norway, Tromsø (6 o.); Alex ten Napel (1, 3 li., 8-15); Luke de la Nougerede (18 li. o.); SeitenPlan (16, 17 o., 20 (Grafik), 26); Simon Stålenhag/Radical Ocean Futures (31); alle im Folgenden genannten Motive sind von Shutterstock.com: MaLija (22-23 (Hinterlegung)); NASA images (5 o.); ouh_desire/Montage SeitenPlan (4); Pan_Da (19-20 (Hinterlegung)); Sopotnicki (30)

Kontakt: Geschäftsbereich Unternehmenskommunikation, Tel.: 02461 61-4661, Fax: 02461 61-4666, E-Mail: info@fz-juelich.de

Druck: Schloemer Gruppe GmbH

Auflage: 5.000



ENERGIEFORSCHUNG

Frühwarnsystem für Blackouts

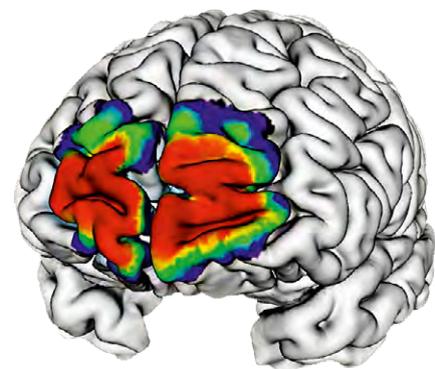
Schon Ausfälle einzelner Leitungen in großen Stromnetzen können in wenigen Sekunden zu fatalen Kettenreaktionen führen – wie 2006 in Europa, als die Abschaltung einer Leitung weite Teile der Stromversorgung ungewollt lahmlegte. Jülicher Forscher haben nun in einem internationalen Team ein Computermodell entwickelt, um solche kritischen Leitungen zu finden. Es kann Schwachpunkte sowohl bei der Planung der Stromversorgung als auch im laufenden Betrieb erkennen. Großflächige Blackouts können Millionen von Menschen betreffen – und würden in unserer hochtechnisierten und vernetzten Gesellschaft katastrophale Folgen haben.

- INSTITUT FÜR ENERGIE- UND KLIMAFORSCHUNG -

HIRNFORSCHUNG

Wo Gene im Gehirn wirken

Jülicher Forscher haben ein digitales Werkzeug entwickelt, mit dem sich der Einfluss von Genen auf die Funktionsweise des Gehirns besser verstehen lässt. JuGEx kombiniert genetische Informationen mit den anatomischen Daten vorausgewählter Gehirnregionen. Die Forscher konnten damit bereits zwei Gene charakterisieren, die in einem Gehirnbe-
reich besonders aktiv sind, der bei Patienten mit Depression verändert ist. JuGEx ist Teil des seit 2013 laufenden europäischen Human Brain Project, eines der größten neurowissenschaftlichen Projekte weltweit. Im Juni 2018 stellte die Europäische Kommission die Fördermittel für zwei weitere Jahre bereit.



- INSTITUT FÜR NEUROWISSENSCHAFTEN UND MEDIZIN -



PFLANZENFORSCHUNG

Teufelszwirn entschlüsselt

Wissenschaftler aus Norwegen und Jülich haben die Genomsequenz einer parasitären Pflanze entschlüsselt: *Cuscuta campestris* – oder Teufelszwirn – ist für teilweise verheerende Ernteverluste verantwortlich, etwa bei Kartoffeln oder Raps. Der Parasit wickelt sich um den Stängel seiner Wirtspflanze und entzieht ihr Wasser und Nährstoffe. Die Ergebnisse könnten helfen, Nutzpflanzen resistenter gegen *Cuscuta* zu machen.

- INSTITUT FÜR BIO- UND GEOWISSENSCHAFTEN -



BIOELEKTRONIK

Hightech-Gummibärchen

Jülicher und Münchner Forschern ist es gelungen, eine Anordnung von Mikroelektroden, ein sogenanntes Array, auf Gelatine zu drucken – in dem Fall auf ein Gummibärchen, das ähnliche mechanische Eigenschaften wie das Gehirn aufweist. Sie nutzten dazu eine Hightech-Variante eines Tintenstrahldruckers, gefüllt mit kohlenstoffhaltiger Flüssigkeit. Bisher war es nur mit großem Aufwand möglich, Elektroden auf weichen Oberflächen anzubringen. Derartige Mikrosensoren könnten in Zukunft etwa elektrische Signale direkt am Gehirn oder Herz messen.

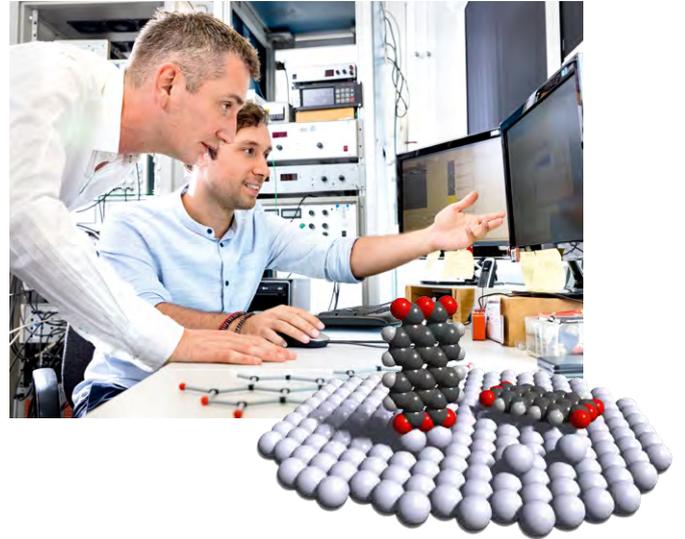
- INSTITUTE OF COMPLEX SYSTEMS -

100

Mal schneller ...

... werden Reaktionen im Mittel durch einen kleinen Baustein im körpereigenen Enzym DERA. Das Enzym wird eingesetzt, um begehrte Grundstoffe für Medikamente herzustellen, etwa für Cholesterinsenker. Jülicher und Düsseldorfer Forscher hatten den bislang unbekannt besonders einflussreichen Teil von DERA entdeckt. Er bewegt sich so schnell, dass ihn erst eine Kombination von Experimenten mit Kernspinresonanzspektroskopie und Moleküldynamik-Simulationen sichtbar machte. Die Erkenntnisse zeigen neue Wege auf, wie DERA als Biokatalysator noch effizienter genutzt werden könnte.

- INSTITUTE OF COMPLEX SYSTEMS/INSTITUT FÜR BIO- UND GEOWISSENSCHAFTEN/ZENTRALINSTITUT FÜR ENGINEERING, ELEKTRONIK UND ANALYTIK -



NANOTECHNOLOGIE

Kunststück mit Stehauf-Molekül

Normalerweise liegt es flach. Jülicher Forschern ist es nun gelungen, mithilfe eines Rastersondenmikroskops ein hauchdünnes PTCDA-Molekül zum Stehen zu bringen – auf Silberatomen als „Podest“. Solche Nanostrukturen aus komplexen Molekülen zu bauen, ist für Wissenschaftler immer noch eine Herausforderung, da Moleküle schwierig zu kontrollieren sind. Die Arbeit ist ein wichtiger Schritt hin zur Herstellung beliebiger molekularer Architekturen und könnte künftig eine Vielzahl neuer Anwendungen ermöglichen – bis hin zu Quantencomputern.

- PETER GRÜNBERG INSTITUT -

JUSPARC WIRD AUSGEBAUT

Das Forschungszentrum Jülich erhält 3,2 Millionen Euro aus dem ATHENA-Projekt für den Ausbau seines Kurzpuls-Photonenzentrums JuSPARC. Künftig sollen auch Experimente zur Beschleunigung kurzer Elektronenpulse durchgeführt werden, um damit noch höhere Photonenergien erzeugen zu können. Diese sind etwa für die Informationstechnologie interessant.

TIEF GEBLICHT

Gemeinsam mit einem internationalen Forscherteam haben Jülicher Wissenschaftler eine Methode entwickelt, die erstmals die magnetische Struktur einzelner atomarer Schichten im Innern eines Materials abbildet. Für ihre Messungen nutzten sie das ultrahochoflösende Elektronenmikroskop PICO, das selbst Lageverschiebungen einzelner Atome zeigt.

ENERGIEWENDE IM TEST

Der Jülicher Campus wird zum Reallabor für die Energiewende: In dem Projekt „Living Lab Energy Campus“ stehen intelligente Versorgungssysteme für Wärme und Strom im Fokus sowie chemische Energiespeicher und Mobilität. Wechselwirkungen zwischen Technik, IT-Systemen und Verbrauchern werden dabei im Echtbetrieb untersucht.



„Die Alzheimer-Krankheit führt uns die menschliche Existenz ungeschönt vor Augen – herzerreißend fröhlich, zerbrechlich und zart in jedem Detail“, schreibt der niederländische Fotograf Alex ten Napel. Von ihm stammen die Fotos der hier abgebildeten Alzheimer-Patienten. Die Aufnahmen sind Teil einer Serie, die in den Jahren 1996–2001 in einem Amsterdamer Pflegeheim entstand.

Mehr dazu unter:

[www.alextennapel.nl/
copy-of-about-hens-and-
roosters-1](http://www.alextennapel.nl/copy-of-about-hens-and-roosters-1)

Alles auf Anfang?

Seit über 100 Jahren ist die Krankheit bekannt. Dennoch gibt es bis heute keine wirksamen Medikamente gegen Alzheimer – trotz gewaltiger Anstrengungen in Forschung und Industrie. Ein Grund: Immer wieder erfordern neue Erkenntnisse andere Ansätze. So stellten sich vor Kurzem zwei wichtige Annahmen als falsch heraus. Also alles auf Anfang? Nicht ganz.

Unser Besuch war angekündigt. Wir klingeln. Meine Mutter öffnet die Tür. Sie strahlt uns an: „Besuch! Wie schön! Wen haben wir denn da?“ Sie hat absolut keine Ahnung, wer wir sind.

Gerade erst 51 Jahre alt ist Auguste Deter, als sie im Jahr 1901 in die Städtische Irrenanstalt Frankfurt eingeliefert wird. Sie ist verwirrt, vergesslich und nicht mehr in der Lage, ihren Alltag zu bewältigen – alles Symptome, die eher bei älteren Menschen bekannt sind. Der Nervenarzt Dr. Alois Alzheimer hält die Krankengeschichte von Auguste Deter fest. Nach ihrem Tod entdeckt er erstaunliche Veränderungen in ihrem Gehirn: Unter dem Mikroskop sieht er nicht nur zahlreiche abgestorbene Nervenzellen, sondern auch auffällige Eiweißablagerungen. Er unterscheidet zwei Typen: zum einen flächige Beläge zwischen den Nervenzellen, heute als Amyloid-beta-Plaques bekannt; zum anderen eine Struktur feiner Fasern in den Nervenzellen, die sogenannten Tau-Fibrillen.

Alois Alzheimer wird der Namensgeber für das Krankheitsbild. Die Eiweißablagerungen gelten spätestens seit den 1960er Jahren als Ursache für die zerstörten Zellen und das Vergessen. Üblicherweise erkranken die Menschen aber deutlich später als Auguste Deter, in der Altersgruppe der 65- bis 70-Jährigen sind es lediglich drei Prozent, ab 85 Jahren aber jeder Fünfte (siehe auch S. 11)

Die Alzheimer-Krankheit ist nicht die einzige Form von Demenz, aber die häufigste: In Deutschland sind zwei Drittel der 1,6 Millionen Demenz-Kranken davon betroffen. „Von der Alzheimer-Krankheit sprechen wir, wenn beide Ablagerungen, also Amyloid-beta-Plaques und Tau-Fibrillen, zusammen auftreten“, erläutert Prof. Dieter Willbold, Direktor am Jülicher Institut für Strukturbiochemie (ICS-6).

„Es gibt Suppe“, sagt meine Mutter freudestrahlend. Ich schaue in den Topf. In kaltem Wasser schwimmt ein Stück Fleisch.

Auf der Suche nach einem Gegenmittel gegen die heimtückische Krankheit konzentrierte sich die Forschung lange Zeit auf eine der beiden Ablagerungen: die Amyloid-beta-Plaques. Ein Grund waren genetische Befunde. Jeder Mensch produziert mithilfe von Enzymen Amyloid-beta-Proteine aus einem sogenannten Vorläuferprotein. Allerdings kann es zu Gen-Mutationen des Vorläuferproteins oder der Enzyme kommen. Das kann dazu führen, dass sich besonders viele Amyloid-beta-Proteine bilden. Die davon Betroffenen erkranken sehr früh in ihrem Leben an Alzheimer. Eine kleine isländische Bevölkerungsgruppe hat dagegen eine Mutation entwickelt, durch die der Körper kaum Amyloid-beta-Proteine produziert. Das macht diese Menschen offenbar nahezu resistent gegen Alzheimer.

Inzwischen hat sie uns an unseren Stimmen erkannt und ist glücklich, dass wir bei ihr sind.

Aufgrund dieser Erkenntnisse galt lange ein Zuviel von Amyloid-beta-Proteinen als Hauptursache für die Plaques und damit für die Krankheit. Zwei Ideen standen folglich im Mittelpunkt: Wenn man die Plaques mit bildgebenden Verfahren früh sichtbar machen kann, kann man die Krankheit sicher diagnostizieren. Lässt sich ein Wirkstoff finden, der die für die Plaques verantwortlichen Amyloid-beta-Proteine entweder zerstört oder sie gar nicht erst entstehen lässt, ist die Krankheit besiegt. Leider stellt sich beides als falsch heraus. Einige Wirkstoffe, die derzeit entwickelt und getestet werden, verringern zwar die Ablagerungen im Gehirn der Betroffenen, aber es gelang bisher mit keinem, den geistigen Verfall zu stoppen.

„Wie war eure Fahrt von Aachen?“, fragt sie. Wir wohnen seit über sechs Jahren nicht mehr dort.

Einen weiteren Hinweis, der gegen die Plaques als Ursache spricht, lieferte die vielbeachtete „Nonnenstudie“. Der amerikanische Epidemiologe David Snowdon und sein Forschungsteam dokumentieren seit 1986 fortlaufend die geistige und körperliche Verfassung von knapp 700 Nonnen im Alter zwischen 75 und 107 Jahren. Nach deren Tod, so haben es die Nonnen verfügt, werden die Gehirne der Verstorbenen der Wissenschaft gespendet. Es stellte sich heraus, dass zahlreiche Teilnehmerinnen der Studie die typischen Ablagerungen im Gehirn aufwiesen und trotzdem bis ins hohe Alter geistig topfit gewesen waren.

Mehrere große Konzerne haben nach diesen Rückschlägen das Handtuch geworfen und sich entweder aus der Alzheimerforschung komplett zurückgezogen oder Studien abgebrochen: so wie der Konzern Eli Lilly 2016 – nach über 27 Jahren Forschungs- und Entwicklungszeit und der Investition von rund drei Milliarden US-Dollar – sowie Anfang 2018 die Unternehmen Pfizer und Merck. Dennoch muss die Forschung nicht von vorne anfangen. Die bisherigen Erkenntnisse sind weiterhin die Basis. Es könnte jedoch sein, dass potenzielle Wirkstoffe einen Schritt früher ansetzen müssen.

„Sie fragt mich Dutzende Mal am Tag, welcher Wochentag ist.“ Mein Vater ringt sichtlich um Fassung.

Inzwischen gehen Mediziner und Wissenschaftler nämlich davon aus, dass eine Vorstufe der Amyloid-beta-Plaques der wahre Schuldige ist. „Offensichtlich sind es sogenannte Amyloid-beta-Oligomere, die die Hirnfunktion beeinträchtigen, indem sie die Prozesse an den Synapsen, den Kontaktstellen zwischen den Nervenzellen, stören“, erläutert Dieter Willbold. Die Oligomere entstehen, wenn sich die Moleküle des Amyloid-beta-Proteins zufällig zu kleinen Molekülverbänden zusammenschließen. Erst wenn sich diese Molekülverbände weitergruppieren, entstehen die flächigen Plaques, die Alois Alzheimer entdeckte. Diese sind unlöslich und lagern sich zwischen den Nervenzellen ab. Anders die Oligomere: Sie sind kleiner als die Plaques, löslich und können sich daher in der Flüssigkeit des Gehirns frei bewegen. „Erst moderne Technik hat es allerdings ermöglicht, die Oligomere vor rund 15 Jahren zu entdecken. Sie gelten mittlerweile als wichtiger Treiber im Krankheitsgeschehen bei Alzheimer“, so der Jülicher Experte.



Medikamente gegen das Vergessen

Von allen Medikamenten, die gegen das Fortschreiten der Alzheimer-Demenz getestet wurden, schaffte es bisher kein einziges in den klinischen Alltag. Derzeit befinden sich über 100 Medikamente gegen die Alzheimer-Demenz in klinischen Studien, werden also an Menschen getestet. Rund 30 davon haben sogar schon die Phase III dieser Studien erreicht. In dieser Phase müssen sie ihre Wirksamkeit gegen die tückische Krankheit unter Beweis stellen. Bei Erfolg können die Wirkstoffe als Medikament zugelassen werden. Bis zu diesem Punkt stecken bereits viele

Jahre, sogar Jahrzehnte Forschung und Entwicklung in den Wirkstoffen. „Die Alzheimerforschung ist aber leider wie ein Supertanker, der sich nur sehr langsam bewegt“, bestätigt Prof. Willbold und fügt an: „Das Prinzip, dass es nicht um die Bildung von Amyloid-beta selbst geht, sondern um dessen Aggregation zu Oligomeren, ist schon einige Jahre bekannt, aber die Übersetzung dieser Ergebnisse in die Klinik wird sich noch Jahre hinziehen.“

Daher richtet sich der größte Teil der Wirkstoffe oder Antikörper, die sich in

Phase III befinden, und teilweise schon vor Jahrzehnten entwickelt wurden, nur gegen Amyloid-beta-Plaques. Einige davon erkennen immerhin auch Amyloid-beta-Oligomere. Andere Medikamente zielen darauf ab, den Stoffwechsel des Gehirns in Schwung zu bringen, indem sie die Ausschüttung von Botenstoffen oder das Wachstum von Nervenzellen beeinflussen. Nur ein kleiner Bruchteil der zurzeit getesteten Medikamente richtet sich gegen Aggregate des modifizierten Tau-Proteins, das in Nervenzellen zu finden ist.

46.800.000

Menschen leiden weltweit an Demenz*

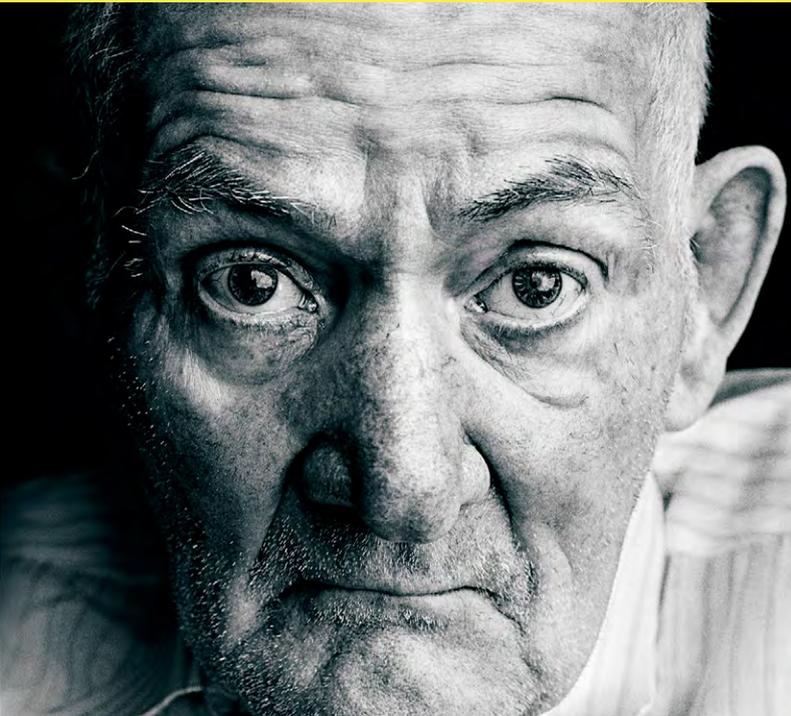
60-65%

aller Demenzfälle sind Alzheimer-Erkrankungen**

818.000.000.000\$

kostet die Pflege von Demenz-Patienten weltweit pro Jahr*

Quellen: * World Alzheimer Report 2016, ** Bundesministerium für Gesundheit



Anteil der Alzheimer-Erkrankten im Alter von ...



Quelle: Bundesministerium für Gesundheit

Was sind eigentlich ...

... Plaques?

Unlösliche Amyloid-beta-Ablagerungen zwischen Nervenzellen

... Fibrillen?

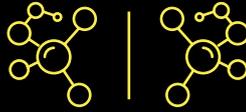
Verknäuelungen aus Tau-Proteinen in Nervenzellen

... Oligomere?

Kleine lösliche Aggregate aus wenigen Amyloid-beta-Molekülen







Spiegelbild bringt Vorteile

Peptide als Medikamente sind schon lange im Einsatz. Insulin ist ein bekanntes Beispiel. Der Nachteil: Peptide werden von körpereigenen Enzymen schnell erkannt und abgebaut. Daher müssen solche Therapeutika üblicherweise in regelmäßigen Abständen gespritzt werden. Zu einer völlig neuen Klasse von Peptid-Wirkstoffen gehört

dagegen PRI-002. Das Molekül ist komplett aus den Spiegelbildern der normalen Aminosäurebausteinen aufgebaut. Daher können körpereigene Enzyme es nicht erkennen und abbauen. So kann PRI-002 in Form einer Kapsel eingenommen werden und bleibt im Körper lange stabil und damit länger wirksam. „Unser Konzept Spiegelbild-

Peptide als mögliche Wirkstoffe zu entwickeln und einzusetzen, werden wir auch auf andere schädliche Aggregate anwenden, wie die aus modifiziertem Tau-Protein bei Alzheimer oder Moleküle, die bei der Parkinson-Krankheit eine entscheidende Rolle spielen“, berichtet der Jülicher Forscher Dieter Willbold.

Denn offenbar haben sie auch Einfluss auf die anderen Ablagerungen, die Alzheimer entdeckt hatte, die Tau-Fibrillen. Deren Bildung kann unter anderem durch die Amyloid-beta-Oligomere angestoßen werden. Die Oligomere docken auf der Oberfläche von Nervenzellen an und lösen dort ein folgenreiches Signal im Inneren der Zelle aus. Es aktiviert ein zellinterne Enzym, das ein anderes Eiweiß verändert: Tau-Proteine. Normalerweise helfen diese, die Struktur von Nervenzellen und deren Transportwege zu stabilisieren. Durch die Veränderungen werden diese Proteine jedoch „klebrig“. Sie lagern sich zusammen und bilden unlösliche Fasern, die Fibrillen. Die Folge: Die betroffene Zelle stirbt ab.

Und es kommt noch schlimmer. Fatalerweise tauschen Nervenzellen Tau-Proteine untereinander aus. Sie machen dabei keinen Unterschied zwischen normal strukturiertem Tau und der veränderten, klebrigen Variante. Es entsteht ein Schneeballeffekt, bei dem immer mehr veränderte Tau-Proteine weitergegeben werden und sich immer mehr von ihnen verknäulen. Das irreversible Massensterben von Nervenzellen beginnt. In diesem Stadium zeigen sich bei den Betroffenen erste geistige Einschränkungen.

„Gestern hat sie alle Medikamente für zwei Tage auf einmal genommen“, sagt mein Vater.

Daher gelten Wirkstoffkombinationen als vielversprechend, die sowohl auf Amyloid-beta-Oligomere als auch auf die veränderten Tau-Proteine abzielen. Dieter Willbold und sein Team haben zunächst eines der beiden möglichen Ziele in Angriff genommen. Sie entwickelten ein Eiweißmolekül – ein Peptid mit der Bezeichnung PRI-002 –, das die Amyloid-beta-Oligomere zerstört.

Der Wirkstoff führte bei Mäusen mit alzheimerähnlichen Symptomen dazu, dass sie sich wieder besser im Raum orientieren konnten. So waren sie in der Lage, sich an die Position einer Rettungsplattform in einem Schwimmbassin zu erinnern. Ohne Wirkstoff schwammen sie bei jedem Versuch ziellos umher, ohne die unter der Wasseroberfläche verborgene Plattform zu entdecken – im Gegensatz zu gesunden Mäusen, die nach dem ersten Versuch immer zielstrebig die Plattform ansteuerten.

Im September 2017 gründete sich die Priavoid GmbH aus dem Forschungszentrum Jülich aus, um aus dem Wirkstoff ein marktreifes Medikament zu entwickeln. Nach erfolgreichen vorklinischen Sicherheits- und Verträglichkeitstests ist im April 2018 die klinische Phase-I-Studie gestartet. Hierbei nehmen rund 40 gesunde Testpersonen den Wirkstoff ein, um herauszufinden, wie gut sie ihn vertragen. „Die Tests mit den ersten Probanden sind bislang ohne Nebenwirkungen verlaufen“, berichtet Willbold.

Bis zu einer möglichen Zulassung des Medikaments ist jedoch Geduld gefragt: Durchschnittlich vergehen sieben Jahre vom Start einer Phase I bis zur Marktzulassung, wobei es nur ein Fünftel aller getesteten Wirkstoffe von der Phase I bis zum Markteintritt schafft. Und es braucht Geld, viel Geld: Die Entwicklungskosten können in die Milliarden gehen.

Benötigt werden aber nicht nur passende Wirkstoffe, sondern auch bessere Studien, um deren Wirksamkeit zu testen. Denn ein wichtiger Grund für das Scheitern zahlreicher bisheriger Studien, so sind sich die Forscher einig, ist die Auswahl der Probanden. Bisher wurden für solche Studien Patienten mit leichten bis schweren Anzeichen von Demenz rekrutiert. „Da sich die Krankheit aber schon Jahrzehnte vor den ersten mentalen Einschränkungen im Gehirn ausbreitet, ist es entscheidend, auch Betroffene in die Studien aufzunehmen, bei denen sich noch keine Symptome zeigen“, sagt Dieter Willbold.

Basis dafür ist eine verlässliche und vor allem frühzeitige Diagnose von Alzheimer. Daran arbeiten Forscher weltweit mit Hochdruck. Erst seit wenigen Jahren lassen sich Amyloid-beta-Plaques und Tau-Fibrillen mit bildgebenden Verfahren bei Patienten darstellen. Und dank fortgeschrittener Technik lassen sich inzwischen auch ganz bestimmte Biomarker in der Rückenmarksflüssigkeit aufspüren, die schon bis zu 15 Jahre vor den ersten Anzeichen einer Demenz verraten, ob jemand mit hoher Wahrscheinlichkeit erkranken wird.

Meine Mutter schiebt mir das dritte Stück Kuchen zu: „Kind, du hattest noch gar keinen Kuchen, den hier musst du unbedingt probieren!“

„Ideal wäre ein günstiger Bluttest, der schon geringste Veränderungen des Gehirnstoffwechsels anzeigt, bevor ein Großteil der Nervenzellen unwiederbringlich verloren ist“, sagt der Biophysiker Dr. Oliver Bannach, Mitarbeiter im Team von Dieter Willbold. Die Jülicher Wissenschaftler haben für ein solches Diagnoseverfahren ebenfalls die Amyloid-beta-Oligomere ins Visier genommen. Oliver Bannach schildert den Stand des Verfahrens: „Mit fluoreszierenden Sonden spüren wir selbst kleinste Mengen der Oligomere in der Rückenmarksflüssigkeit von Alzheimer-Patienten auf.“ Die Forscher konnten hierbei einen klaren Zusammenhang zwischen der zunehmenden Menge von Amyloid-Oligomeren und dem Fortschreiten der Krankheit feststellen.

„Unser Ziel ist aber ein Bluttest“, sagt Bannach, der im Februar 2018 gemeinsam mit Kollegen vom Forschungszentrum und von der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf die Firma amyloid GmbH gegründet hat, um den Test zu kommerzialisieren. „Flüssigkeit aus dem Rückenmark sollten nur Spezialisten entnehmen, Blut abnehmen kann auch der Hausarzt. So könnten Patienten viel schneller eine Diagnose erhalten“, betont er.

„Nein, in der Klinik waren wir nicht mit ihr. Was soll das bringen?“, fragt mein Vater.

Gemeinsam mit seinen Mitarbeitern erweitert er daher gerade das Portfolio. Die Firma arbeitet daran, verschiedene Tau-Aggregate und weitere Moleküle in Blutproben nachzuweisen, um früher und vor allem besser zwischen unterschiedlichen neurodegenerativen Erkrankungen unterscheiden zu können.

Trotz aller Fortschritte bleibt aber die Frage offen, wieso manche Menschen trotz erdrückender biologischer Beweise, die für eine Alzheimer-Demenz sprechen, geistig dennoch hellwach sind. Einen Hinweis zur Lösung des Rätsels liefert die bereits erwähnte Nonnenstudie – genauer gesagt die persönlichen Biografien der Teilnehmerinnen. Nonnen, die in ihrer Jugend über einen reichen Wortschatz verfügten, erkrankten in fortgeschrittenem Alter, trotz zahlreicher Amyloid-Plaques

und Tau-Fibrillen im Gehirn, gar nicht oder sehr viel später an Alzheimer als Frauen, die nur über eine einfache Ausdrucksweise verfügten.

„In unseren Studien konnten wir diesen Effekt bestätigen“, sagt Dr. Gérard Nisal Bischof vom Jülicher Institut für Neurowissenschaften und Medizin (INM-3). Die Forscher fanden im gleichen Krankheitsstadium bei Patienten mit einem höheren Bildungsgrad eine deutlich höhere Zahl von Amyloid-Plaques und Tau-Fibrillen im Gehirn als bei Patienten mit einem geringeren Bildungsniveau.

Meine Mutter hat ihr Zuhause seit mehreren Jahren nicht mehr verlassen. „Sie hat Angst, sich zu verlaufen“, sagt die Dame vom Pflegedienst.

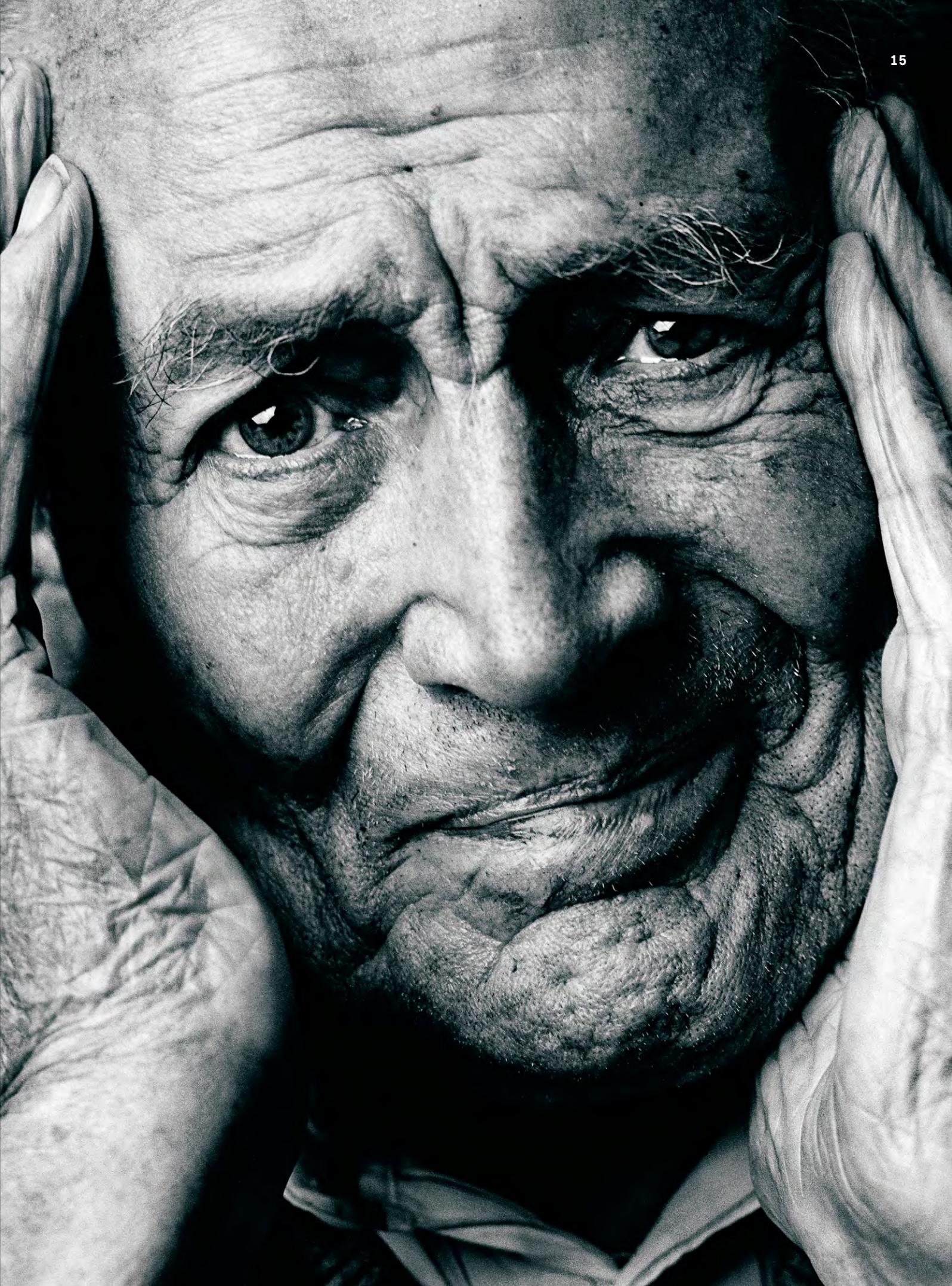
Der Bildungsgrad, aber auch die meist damit einhergehende gesündere Lebensweise scheinen in direktem Zusammenhang damit zu stehen, inwieweit das Gehirn Defizite durch das fortschreitende Zellsterben kompensieren kann. Offenbar versucht das Gehirn, Aufgaben aus bereits abgestorbenen Bereichen in andere zu verlagern.

Bischof betont zudem die Verknüpfung zwischen körperlicher und geistiger Fitness. Menschen mit einem unkontrollierten hohen Blutdruck, so fanden Forscher heraus, haben mehr Amyloid-beta-Ablagerungen im Gehirn als solche mit niedrigem Blutdruck. Sogar für die vererbte Form von Alzheimer konnte dieser Befund nachgewiesen werden. „Sport ist also enorm wichtig, und sei es nur ein Spaziergang. Denn was dem Herz gut tut, ist auch für den Kopf gut“, hebt er hervor.

Wir wollen losfahren. Ich kann den Autoschlüssel nicht finden. Ist das der Anfang?

BRIGITTE STAHL-BUSSE

„Sich als Journalistin mit wissenschaftlichen Fakten auseinanderzusetzen ist einfach. Den geistigen Verfall der eigenen Mutter zu erleben und zu dokumentieren ist Schwerstarbeit“, sagt unsere Autorin Brigitte Stahl-Busse. Ihre 84-jährige Mutter leidet seit sieben Jahren an einer inzwischen rasch fortschreitenden Demenz.



Naturgewalt mit zwei Gesichtern

Sogar aus dem All ist sie zu sehen: die gigantische „Asian brown cloud“. Im Winter verhüllt die Smogwolke in der unteren Atmosphäre über Monate den südasiatischen Raum. Mit dem Einsetzen des Sommermonsuns hat der wabernde Spuk ein Ende. Der Monsun reinigt die Luft, transportiert aber auch Schadstoffe in große Höhen, wo sie sich weltweit verteilen, wie Forscher herausfanden.

„Es fühlt sich an, wie Schmirgelpapier im Hals“, sagt Dr. Fred Strohm vom Jülicher Institut für Energie- und Klimaforschung (IEK-7). Strohm hat schon an mehreren Messkampagnen im südasiatischen Raum teilgenommen und die dicke Luft eingeatmet – eine Zusammensetzung aus Staub, Rußpartikeln, Schwefeldioxid und Stickoxiden aus Fabrikschlotten, Auspuffen und brennenden Stoppelfeldern. Die Sonne verschwindet am helllichten Tag hinter einem grau-braunen Schleier, der Smog nagt an historischen Gebäuden, Flugzeuge können wegen schlechter Sicht nicht landen. Im November 2017 wurden in der Megacity Neu-Delhi mehrfach Feinstaubkonzentrationen von

über 1.000 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft gemessen. Die Weltgesundheitsorganisation WHO hält 25 Mikrogramm pro Kubikmeter über einen Zeitraum von 24 Stunden für gerade noch akzeptabel. Die Schadstoffe stehen im Verdacht, Krebs und Herzinfarkte auszulösen – wer kann, zieht weg.

Erleichterung für die dort lebenden Menschen bringt jedes Jahr der Sommermonsun: Mit seinen gigantischen Regenfällen und Gewittern reinigt er die Luft vor Ort und wäscht die Schadstoffe aus – der Smog verschwindet. Zugleich verstärkt der Monsun die Selbstreinigung der Atmosphäre – und zwar indem er die Bildung des atmosphärischen „Waschmittels“ erhöht, der OH-Radikale. Diese verwandeln die Schadstoffe durch chemische Reaktionen in wasserlösliche Verbindungen, die mit dem Regen ausgewaschen werden können. „Wir konnten bei unseren Messflügen in bis zu 15 Kilometer Höhe nachweisen, dass die durch Schadstoffe verbrauchten OH-Radikale durch die Blitzaktivität, die es ja während der Monsungewitter reichlich gibt, effektiv zurückgebildet werden“, sagt Dr. Andreas Hofzumahaus vom Jülicher Institut für Energie- und Klimaforschung (IEK-8). Grund sind die Stickoxide in den Gewitterwolken. „Stickoxide entstehen nicht nur bei Verbrennungsprozessen, sondern auch durch Blitze in der Atmosphäre, in den Monsun-Gewitterwolken also besonders häufig.“ Sie recyceln das OH-Radikal und es kann somit wiederholt reinigen.

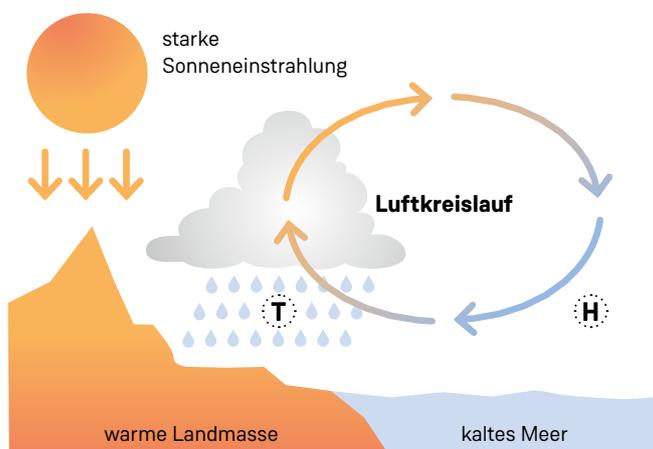
Aber der Monsun hat noch ein zweites Gesicht, wie die Forscher erstmals belegen konnten: Schnell aufsteigende Luft transportiert einen Teil nicht ausgewaschener Schadstoffe, darunter schwefelhaltige Verbindungen, bis in große Höhen von über 15 Kilometern. Dort werden sie von mächtigen Luftwirbeln – den Antizyklonen – erfasst. Sie können teilweise in die Stratosphäre in bis zu 50 Kilometer Höhe gelangen und dabei global verteilt werden.

Dadurch beeinflussen die Schadstoffe nach Einschätzung der Forscher das weltweite Klima. So haben etwa Sulfat-Aerosole, die in die

Wie ein Sommermonsun entsteht

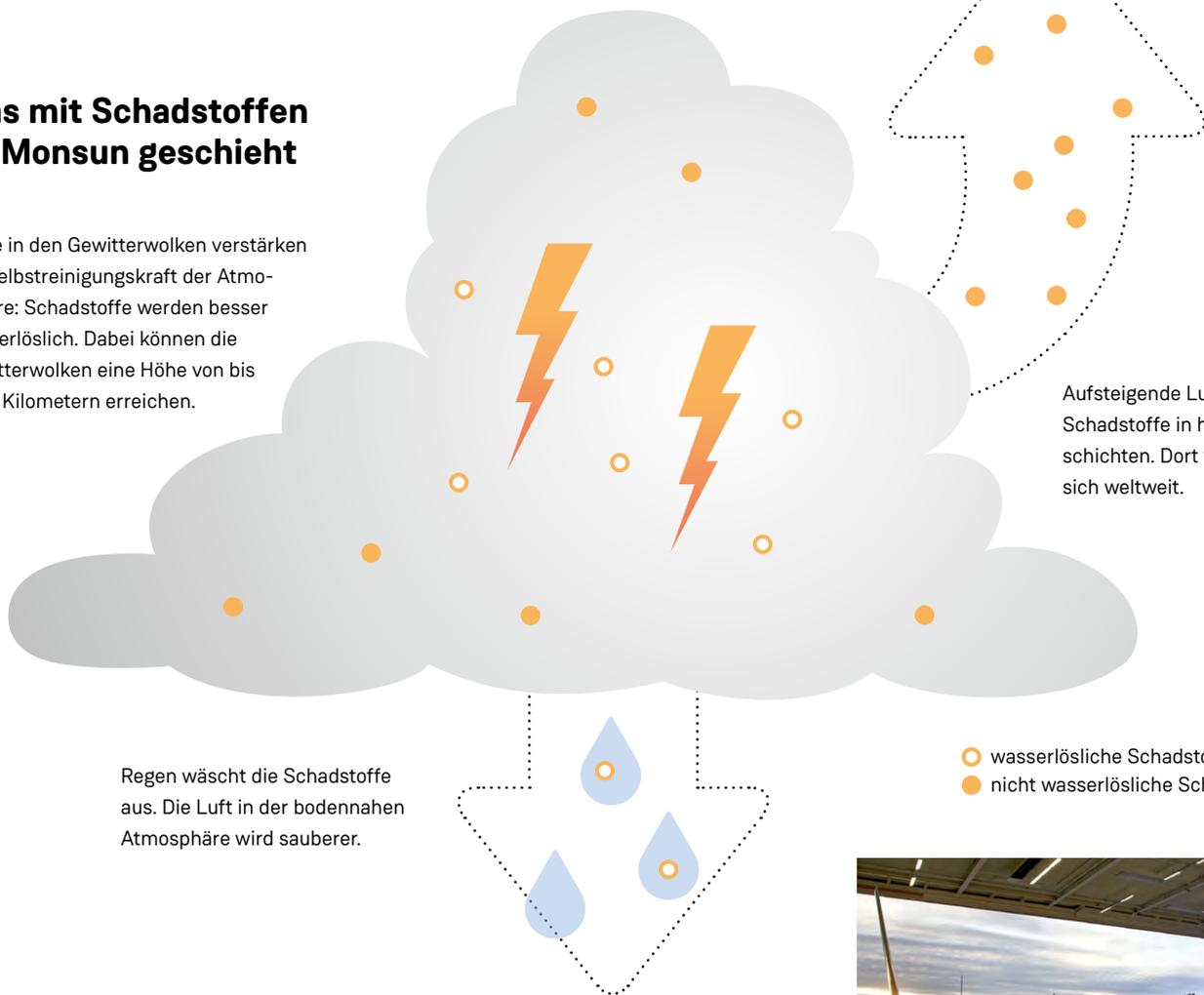
Die Luft über großen Landmassen wie Indien heizt sich im Sommer sehr stark auf und steigt rasch in die Höhe. Dadurch wird feuchte Ozeanluft angesaugt. Über Land bilden sich dann riesige Wolken, aus denen es über Monate hinweg regnen kann.

T Tiefdruckgebiet H Hochdruckgebiet



Was mit Schadstoffen im Monsun geschieht

Blitze in den Gewitterwolken verstärken die Selbstreinigungskraft der Atmosphäre: Schadstoffe werden besser wasserlöslich. Dabei können die Gewitterwolken eine Höhe von bis zu 14 Kilometern erreichen.



Regen wäscht die Schadstoffe aus. Die Luft in der bodennahen Atmosphäre wird sauberer.

- wasserlösliche Schadstoffe
- nicht wasserlösliche Schadstoffe

Stratosphäre gelangen oder dort aus schwefelhaltigen Schadstoffen entstehen, einen kühlenden Effekt, weil sie das Sonnenlicht reflektieren und in tieferen Schichten der Atmosphäre als Wolkenkeime dienen können. „Aerosole stehen außerdem im Verdacht, Reaktionen von Chlorverbindungen in der Atmosphäre zu verstärken, welche wiederum die schützende Ozonschicht zerstören“, berichtet Hofzumahaus. „Deshalb gelten Effekte von Aerosolen als einer der größten Unsicherheiten bei der Vorhersage des Klimageschehens.“

Alle diese Daten und Erkenntnisse gilt es nun in bestehende Modelle einzufügen. Eine zentrale Frage ist, ob bei steigender Luftverschmutzung die Reinigungs- und Transportmechanismen bestehen bleiben. Oder wird vielleicht einer der Prozesse dominieren?

Um die klimatischen Auswirkungen der Luftverschmutzung in höheren Atmosphärenschichten zu untersuchen, flogen die Forscher in einer weiteren großen Messkampagne namens StratoClim im Sommer 2017 noch höher. Fred Strohm berichtet: „Mithilfe des russischen Höhenflugzeugs M55-Geophysika konnten wir zum allerersten Mal die Luftzusammensetzung in 20 Kilometer Höhe über Nepal, Indien und Bangladesch detailliert untersuchen.“ Die Auswertung dieser Daten dauert noch an, aber die Wissenschaftler sind optimistisch, mit dem Material noch mehr über die zwei Gesichter des Monsuns zu erfahren.



Um die halbe Welt

Wie genau der Monsun die Luft reinigt, erkundeten Wissenschaftler in der umfangreichen Messkampagne „Oxidation Mechanism Observations“ (OMO). Bestückt mit modernster Messtechnik, legte das deutsche Forschungsflugzeug HALO (Bild) von Juli bis August 2015 in mehr als 120 Flugstunden über 100.000 Flugkilometer in Höhen bis zu 15 Kilometern zurück. Die Route führte von Oberpfaffenhofen nach Zypern bis zu den Malediven und zurück. Drei Jahre werteten die Wissenschaftler die umfangreiche Datensammlung aus. Rund 60 Forscher des Max-Planck-Instituts für Chemie, des Forschungszentrums Jülich, des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt, des Karlsruher Instituts für Technologie und der Universitäten Bremen, Heidelberg, Leipzig und Wuppertal waren beteiligt.

Mit StratoClim in den Monsun – ein Blog der Jülicher Klimaforscherin Corinna Kloss:

blogs.fz-juelich.de/climateresearch/category/stratoclim

Im Urstaub lesen

Der Meteorit Bishunpur reiste gut 4,6 Milliarden Jahre durch den Weltraum, bevor er vor über 120 Jahren in Nordindien auf die Erde stürzte. Nun stellt sich heraus: Er enthält die älteste magnetische Aufzeichnung unseres Sonnensystems.



↑ Der Geophysiker Jay Shah hat die Gesteinsproben des Meteoriten untersucht.

Ein TITAN wohnt im Jülicher Ernst Ruska-Centrum, genauer gesagt, in Raum 2010. Immer wenn sich dort die Maschine ans Werk macht, erfüllt ein klagendes Klackern das Labor. Es kommt von einer Vakuumpumpe, die die Nanoproben vor Ungemach wie feinsten Stäuben schützt. Denn der TITAN 60-300, ein spezielles Elektronenmikroskop, benötigt perfekte Bedingungen, um Materialien bis auf einzelne Atome genau zu untersuchen. Jede noch so kleine Verunreinigung würde das gesamte Ergebnis verfälschen.

Was den TITAN besonders macht: Er arbeitet mit einer ungewöhnlichen Abbildungsmethode, der sogenannten Elektronenholografie, die nur wenige Forschergruppen weltweit einsetzen. Damit kann er nicht nur die Atome, sondern auch ihre Magnetisierung genau unter die Lupe nehmen.

ARCHIV AUS DER URZEIT

Hier beginnt unsere Geschichte. Wir werden von einem Meteoriten erfahren, der vor Dekaden auf die Erde stürzte, geschmolzene Gesteinsproben des Meteoriten genauer betrachten – und etwas über Geduld lernen. Worum es gehen soll? Um Magnetismus, konkreter um den Beleg dafür, wie es vor 4,6 Milliarden Jahren wohl um dessen Kräfte bestellt war. Im Mittelpunkt stehen ein paar Krümel Gestein, Teile des Meteoriten Bishunpur, der vor 123 Jahren in Indien auf die Erde fiel. Bruchstücke von ihm sind heute im Besitz des Natural History Museum in London.

Einer der Wissenschaftler, der monatelang die Relikte studierte, ist Geophysiker Jay Shah. Er tat dies während seiner Promotion am Imperial College und am Natural History Museum in Lon-

don. „Die Gesteinsproben unterscheiden sich sehr von dem, was wir auf der Erde finden. Winzige Eisenkörnchen in dem Gestein haben eine Magnetisierung, die komplexe, ungleichmäßige Wirbelstrukturen ausbildet.“ Das eigentlich Spannende: Diese Eisenpartikel aus Kamacit, einer Legierung aus Eisen und Nickel, entstanden vor 4,6 Milliarden Jahren vermutlich unter dem Einfluss eines magnetischen Feldes. Es könnte also sein, dass der Urstaub aus Eisenkörnchen Informationen über das Magnetfeld im frühen Sonnensystem gespeichert hat. Für Forscher weltweit wären das interessante Informationen, denn das damalige Magnetfeld könnte die Entwicklung des frühen Sonnensystems beeinflusst haben.

IM HITZETEST

Hier kam der TITAN mit seiner Elektronenholografie zum Einsatz. Mit ihm wollten Shah und seine Kollegen aus Großbritannien, Norwegen und Jülich nachweisen, dass sich die magnetischen Strukturen der Proben im Laufe der Jahrtausende – etwa durch Temperaturschwankungen – kaum veränderten. Dazu erhitzen die Forscher die Kleinstpartikel langsam auf bis zu 600 Grad – und setzten sie Bedingungen aus, wie sie vermutlich früher im Weltall herrschten. Die Wissenschaftler wollten sehen, was diese extreme Behandlung mit der Probe anstellt. Dabei zeigte sich Erstaunliches: Die magnetischen Wirbel blieben stabil.

Für Shah ein außergewöhnliches Experiment: „Für mich war die Untersuchung eine Geduldprobe: Die reine Messung dauerte 13 Stunden und ich hatte nur einen Versuch frei, denn ich hatte nur eine einzige Probe vom Meteoriten bekommen. Beim kleinsten Fehler wäre die Arbeit verloren gewesen.“



↑ Trevor P. Almeida hofft auf weiteren Nutzen der Forschungsergebnisse, etwa für die Medizin.



← TITAN ist eines von mehreren Hochleistungs-Elektronenmikroskopen im Jülicher Ernst Ruska-Centrum. Die Geräte stehen auch externen Nutzern aus Universitäten, Industrie und anderen Forschungseinrichtungen zur Verfügung.

„Für mich war die Untersuchung eine Geduldsprobe: Die reine Messung dauerte 13 Stunden und ich hatte nur einen Versuch frei.“

JAY SHAH

Vergleiche der Ergebnisse aus Experimenten mit Berechnungen belegten anschließend, dass die magnetischen Informationen tatsächlich deutlich länger und stabiler abgespeichert werden als bislang angenommen. Im Fall der Proben des Meteoriten Bishunpur sind die Forscher sogar überzeugt, dass sich die magnetischen Strukturen im Laufe der Jahrtausende nicht beträchtlich verändert haben. „Dass solche Metallkörner in der Lage sind, uralte Magnetfelder zu speichern, spornt uns an, weitere Gesteine daraufhin zu untersuchen. Vielleicht bekommen wir so nach und nach ein vollständiges Archiv über die Magnetisierung unseres frühen Sonnensystems“, hofft Shah.

MEDIZIN SOLL PROFITIEREN

Sein Kollege Dr. Trevor P. Almeida von der Universität Glasgow, der ebenfalls intensiv am Projekt beteiligt war, sieht noch einen weiteren möglichen Nutzen des Fundes: „Je mehr und besser wir Nanostrukturen – wie jetzt bei der

Untersuchung des über 120 Jahre alten Meteoriten – verstehen, desto schneller könnten wir sie auch in anderen Feldern einsetzen.“ Ein Beispiel für die nahe Zukunft: Nanomedikamente. Diese könnten in kranke Zellen eingeschleust und anschließend per Magnetismus von außen erhitzt werden, um sie zu aktivieren. Zuvor geleitet man die Wirkstoffe magnetisch und gezielt zu den Krebszellen, die es zu vernichten gilt. „Wie das gelingt, können wir aus den Untersuchungen der magnetischen Strukturen in den Meteoriten lernen. Bei der künftigen Erforschung der Struktur von passenden Wirkstoffen werden wir sicherlich auch wieder die Elektronenmikroskopie benötigen“, so Almeida. Es scheint, als ob noch mehr Arbeit auf den TITAN und seine Kollegen wartet.

MATTHIAS LAUERER

Pflanzengesundheit – aus der Ferne erfasst

Blätter und Nadeln senden ein rotes Leuchten aus, über das sich der Zustand von Pflanzen großflächig erfassen lässt. Das Start-up JB Hyperspectral Devices stellt dafür Messgeräte her.



Tagein, tagaus sind wir von einem roten Leuchten umgeben. Die Quelle: Pflanzen. Sie verwandeln während der Fotosynthese nicht nur CO_2 in Sauerstoff, sondern fluoreszieren dabei – quasi als Abfallprodukt. Zugegeben: Mit bloßem Auge sieht man davon wenig, doch spezielle Messgeräte machen es sichtbar. „Über Veränderungen dieser Fluoreszenz können wir erkennen, dass etwas mit einer Pflanze nicht stimmt - noch bevor sie die Blätter hängen lässt oder andere Symptome zeigt“, sagt Dr. Andreas Burkart, der in der Jülicher Arbeitsgruppe von Prof. Uwe Rascher am Institut für Bio- und Geowissenschaften (IBG-2) seinen Doktor machte. Mit entsprechenden Messgeräten lässt sich der Zustand von Pflanzen sogar großflächig aus der Ferne analysieren – etwa von einem Turm neben einem Feld oder aus einem Flugzeug.

Ausstellung

Besucher des Deutschen Museums in Bonn können selber beobachten, wie Blätter Licht aussenden: Dort läuft noch bis zum 23. September 2018 die Ausstellung „Das Leuchten der Pflanzen“.



Das Leuchten der Pflanzen im Film erklärt unter: effzett.fz-juelich.de

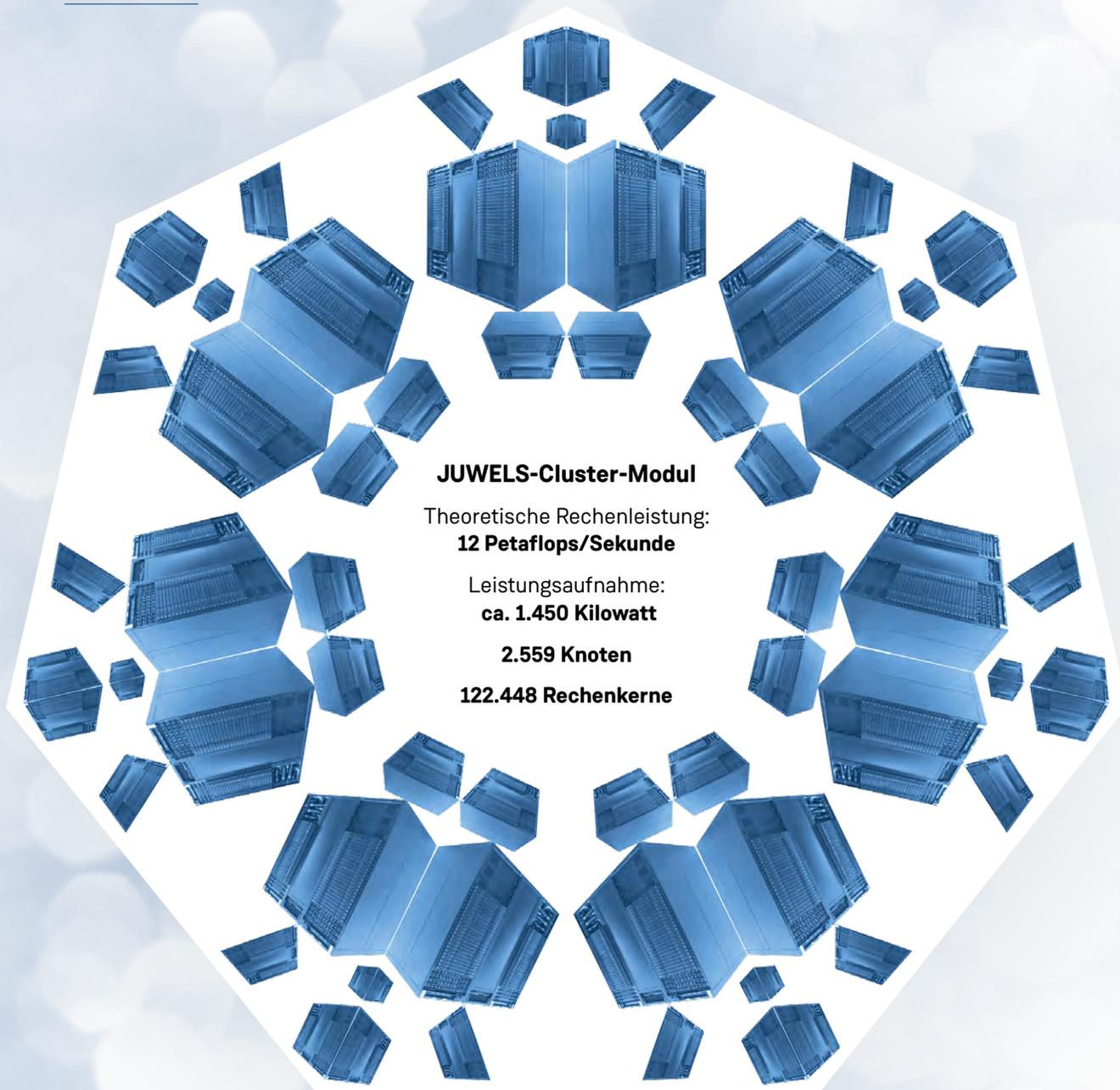
Bislang haperte es jedoch unter anderem an der Robustheit der Messsysteme. Burkart beseitigte diese Empfindlichkeit: Das von ihm entwickelte System trotz Wind und Wetter und erlaubt erstmals auch Langzeitmessungen. Die europäische Raumfahrtagentur ESA zeigte sich begeistert: Sie will europaweit mehrere solcher Systeme in Wäldern, Wiesen und landwirtschaftlich genutzten Flächen verteilen, um über verschiedene Ökosysteme Referenzdaten für die geplante Satellitenmission „Fluorescence Explorer“ (FLEX) zu sammeln. Um sein System in großer Stückzahl herstellen zu können, gründete Burkart 2016 das Start-up JB Hyperspectral Devices, gemeinsam mit seinem Studienkollegen Dr. Tommaso Julitta. 2022 will die ESA den FLEX-Satelliten ins All schießen.



Woran forschen Sie gerade, Herr Heggen?

**Dr. Marc Heggen, Ernst Ruska-Centrum für Mikroskopie und Spektroskopie mit Elektronen,
Bereich Physik Nanoskaliger Systeme (ER-C-1)**

„Edle, glänzende Metalle stehen im Mittelpunkt meiner Forschung – allerdings nur in winzigen Mengen, denn ich schaue mir einzelne Atome an. Teures Platin etwa, das als Katalysator in Brennstoffzellen steckt. Gemeinsam mit Kollegen suche ich nach preiswerten Alternativen. Dazu nutzen wir hochauflösende Elektronenmikroskopie. Mit ihr konnten wir zeigen, dass die Anordnung von Platin und Nickel in speziell geformten Nanopartikeln entscheidend für deren Leistungsvermögen ist. Daraufhin wurden Katalysatoren entworfen, die zehnmals effizienter als reines Platin sind – und somit deutlich günstiger.“



Ein wahres Juwel

Das Forschungszentrum Jülich hat ein neues Schmuckstück: den Supercomputer JUWELS. Sein Name könnte ein Hinweis darauf sein, wie die Experten des Jülich Supercomputing Centre (JSC) ihn einstufen: als Juwel unter den Höchstleistungsrechnern. Tatsächlich steht er für „Jülich Wizard for European Leadership Science“, also „Jülicher Rechengenie für führende Wissenschaft in Europa“. Was macht das Genie aus?

DIE RECHENLEISTUNG

Vorweg: Es ist nicht die derzeitige Leistung, die den neuen Rechner einzigartig macht. Gleichwohl ist sie beeindruckend: JUWELS erreichte im Juni bei den ersten Testläufen für die TOP500-Liste der schnellsten Superrechner der Welt eine Geschwindigkeit von 6,2 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde, abgekürzt Petaflops. Das entspricht der Rechenleistung von mehr als 30.000 modernen PCs: Würde der Supercomputer bei jeder Rechenoperation von der Sonne aus einen Millimeter vorrücken, so würde er in weniger als einer Sekunde Pluto erreichen, den äußersten Posten des Sonnensystems. JUWELS war damit der schnellste deutsche Supercomputer auf der Liste. Weltweit belegte er Platz 23, obwohl die aktuelle Ausbaustufe lediglich aus einem Modul besteht, das nicht primär auf höchste Rechenleistung, sondern auf Flexibilität und Vielfältigkeit ausgerichtet ist. Im nächsten Jahr wird ein weiteres Modul die Leistung vervielfachen.

DIE BAUWEISE

Besonderes Kennzeichen von JUWELS ist seine anpassungsfähige und modulare Bauweise. Sie geht auf eine Idee des JSC-Direktors Prof. Thomas Lippert zurück, das Cluster-Booster-Konzept. Dabei werden zwei Rechnermodule geschickt miteinander kombiniert, um die Energieeffizienz und die Leistung des Supercomputers im wissenschaftlichen Alltag zu verbessern. Auf dem sogenannten Cluster-Modul werden komplexe Teile der Simulationen ausgeführt, die sich nur schwer gleichzeitig auf einer Vielzahl von Prozessoren berechnen lassen. Einfachere Programmteile, die parallel mit größerer Effizienz bearbeitet werden können, werden auf den Booster ausgelagert, der bei JUWELS im kommenden Jahr ergänzt wird. Dieses zweite Modul verwendet eine große Anzahl von relativ langsamen, dafür aber energieeffizienten Rechenkernen. „Die Grundidee dieses Konzeptes ist ähnlich wie beim Hausbau: Anstatt ausschließlich hochspezialisierte Facharbeiter zu beschäftigen, übergibt man den Experten nur die komplizierten, kritischen Arbeiten wie die Elektroinstallation. Einfachere Handgriffe werden dann von weniger qualifizierten Arbeitern erledigt“, erläutert Dr. Estela Suarez vom JSC.

Eine weitere technische Besonderheit: Eine neuartige Warmwasserkühlung erlaubt es, den Großteil der Abwärme des Cluster-Moduls ohne zusätzlichen energieverbrauchenden Kälteerzeuger direkt mit der Außenluft zu kühlen. Das spart Energie.



Zeitraffervideo zum Aufbau von
JUWELS im Online-Magazin:
effzett.fz-juelich.de

„Das modulare Supercomputing ist der Schlüssel zu einer zukunftssträchtigen, bezahlbaren und energieeffizienten Technologie. Mit JUWELS sind wir zusammen mit unseren europäischen Partnern Vorreiter bei der Entwicklung dieser nächsten Generation von Superrechnern.“

PROF. THOMAS LIPPERT,
DIREKTOR DES JÜLICH SUPERCOMPUTING CENTRE

DIE ANWENDUNGEN

„JUWELS ist ein Meilenstein auf dem Weg zu einer neuen Generation von hochflexiblen Supercomputern, die ein erweitertes Aufgabenspektrum bewältigen können“, sagt JSC-Mitarbeiter Dr. Dorian Krause. Die Höchstleistungscomputer werden nicht mehr nur für rechenintensive Simulationen in nahezu allen wissenschaftlichen Disziplinen eingesetzt. Sie sollen zunehmend auch große Mengen Daten auswerten – Stichwort: Big Data – oder als Plattform für maschinelles Lernen dienen. Schon vor dem Start des Systems drängten viele europäische Forscher darauf, auf dem neuen Supercomputer zu rechnen. Für das erste halbe Jahr ist er mit insgesamt 87 Projekten komplett ausgebucht. „JUWELS wird in der nächsten Zeit unter anderem für Simulationen in der Quantenphysik oder den Neuro- und Materialwissenschaften genutzt. Auch Umweltforscher setzen den neuen Supercomputer ein, etwa um hochauflösende Klimamodelle zu entwickeln“, so Dorian Krause. Er betont, dass die Auswahl der Projekte einzig auf der Grundlage wissenschaftlicher Exzellenz beruhe. Organisiert wird die Vergabe vom Gauss Centre for Supercomputing, dem Zusammenschluss der drei deutschen Höchstleistungsrechenzentren, über den der Bund und das Land Nordrhein-Westfalen auch JUWELS und dessen Betrieb finanzieren.

DIE ENTWICKLUNG

Das Cluster-Booster-Konzept haben Wissenschaftler aus zwölf europäischen Ländern erstmals während der EU-geförderten Projekte DEEP und DEEP-ER verwirklicht, die bis April 2017 liefen. Koordiniert von einem JSC-Team um Estela Suarez bauten sie zwei Prototypen und testeten mit ihnen die Leistungsfähigkeit des Konzepts. Als Entwicklungspartner dabei war das Münchener Unternehmen ParTec. Dessen ParaStation-Software steuert auch JUWELS. Inzwischen entwickeln Suarez und ihre Kooperationspartner im Projekt DEEP-EST bereits das Cluster-Booster-Konzept weiter, indem sie weitere spezialisierte Module einfügen, insbesondere für Anwendungen, die mit großen Datenmengen umgehen. Die Partner werden den Prototyp eines modularen Supercomputers aus drei Modulen bauen.

Im Bann der Kanäle

Alle brauchen sie, kaum einer kennt sie:
Ionenkanäle in Zellmembranen.
Der Mediziner und Biophysiker Christoph
Fahlke erforscht sie seit Jahrzehnten –
und ist noch immer fasziniert.



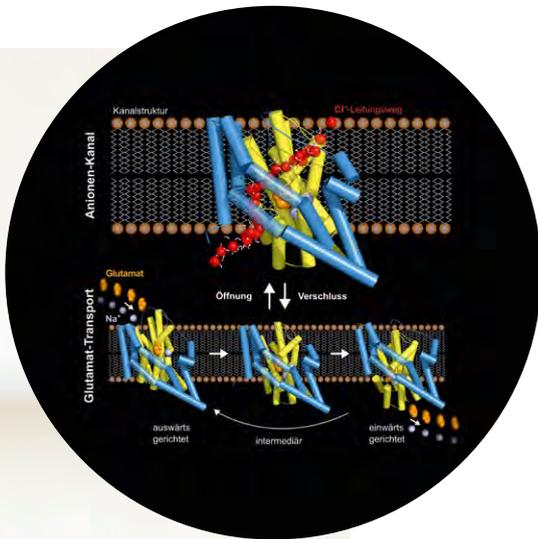
Er hätte viele Berufe ausüben können und wäre glücklich geworden: „Pathologe zum Beispiel. Oder Architekt“, sagt Christoph Fahlke. Stattdessen ist er „Kanalarbeiter“ geworden, was keineswegs abwertend gemeint ist: „Es gibt schlimmere Bezeichnungen“, sagt der Direktor des Institute of Complex Systems (ICS-4) und lacht. Ionenkanäle und -transporter faszinieren den 54-Jährigen seit Jahrzehnten: „Diese Proteine sitzen in der Zellmembran und dienen als Schleusen für den Transport verschiedener Ionen in die Zelle oder aus der Zelle. Diese Prozesse sind für unseren Organismus lebensnotwendig“, erklärt der Professor für Biophysik. Fehlfunktionen können zu Krankheiten wie Epilepsie oder Bluthochdruck führen.

Obwohl Fahlke ein Institut mit 45 Mitarbeitern leitet und er es deshalb nur noch selten ins Labor schafft, schlägt sein Herz für die Wissenschaft: Er bringt gerne eigene Projekte auf den Weg und betreut seine Doktoranden selbst: „Das Institut

ist so organisiert, dass es viele unabhängige Arbeitsgruppen gibt, meine ist die größte, und ich leite sie sehr aktiv – reine Managementarbeit liegt mir nicht“, so der Institutsleiter. Dazu sei er auch zu vielfältig interessiert.

SPAGAT ZWISCHEN PHYSIK UND MEDIZIN

Seine Neugierde, wie Zellen im menschlichen Körper funktionieren, gab vor vielen Jahren den Ausschlag dafür, dass sich der promovierte Mediziner gegen den Arztberuf und für eine wissenschaftliche Karriere entschieden hat. „Ich wollte nach dem Abitur Medizin studieren, aber fand es anfangs eher langweilig“, erinnert sich Fahlke. Eine Freundin nimmt ihn mit in eine Physikvorlesung, und der „fachliche Funke“ springt sofort über. Menschlich gesehen, fühlt er sich in jener Zeit unter den MedizinerInnen wohler: „Die Gruppe war bunt, die Lebensvorstellungen meiner Kommilitonen vielfältig: Einige wollten Künstler oder Allgemeinmediziner werden, andere die Welt



← Ein Beispiel für die Forschung von Christoph Fahlke sind Glutamat-Transporter (kleines Bild). Sie spielen eine wichtige Rolle bei der Informationsübertragung im zentralen Nervensystem des Menschen.

er es weiß, werden hier Weichen fürs Leben gestellt: Denn seither begleitet ihn die Elektrophysiologie als Teilbereich der Neurophysiologie nicht nur: „Sie macht mich sogar glücklich. Ich sage meinen Doktoranden immer, dass sie möglichst viele Techniken kennen sollen, aber ein Verfahren benötigen, das ihnen am Herzen liegt – das ist bei mir die Elektrophysiologie.“ Dazu zählt auch die mit dem Nobelpreis ausgezeichnete Patch-Clamp-Methode, mit der sich kleine elektrische Ströme messen lassen, die durch Ionenkanäle in einer Zellmembran fließen. Sogar einzelne Ionenkanäle lassen sich damit beobachten, wie sie sich – wie kleine Schleusen – öffnen und wieder schließen. „Es gibt nur wenige Sachen, die so wunderschön sind“, schwärmt Fahlke.

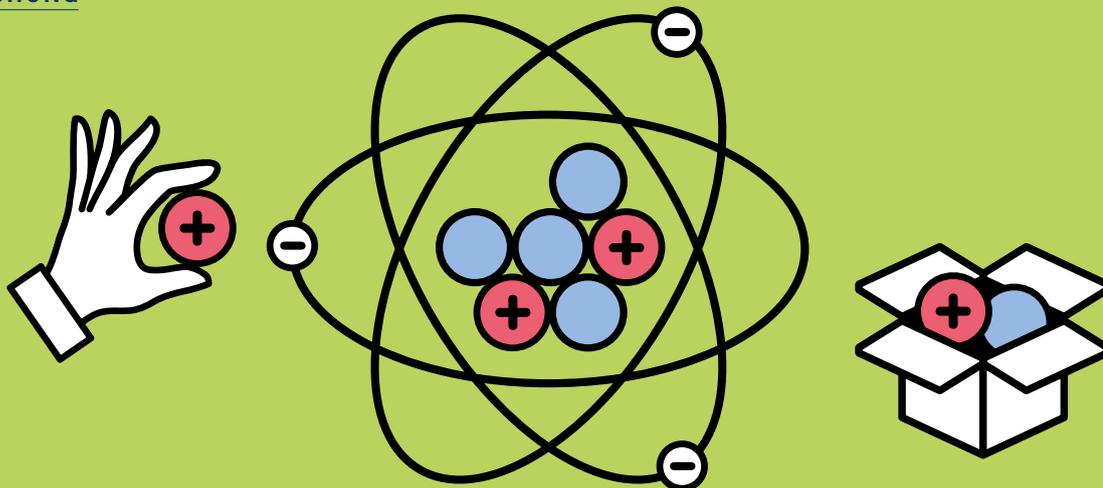
DREI ERKRANKUNGEN IM FOKUS

Obwohl längst viele andere Techniken in Fahlkes wissenschaftlichen Alltag eingezogen sind, spielt die Elektrophysiologie immer noch eine zentrale Rolle: Seine Gruppe untersucht mithilfe von Patch-Clamp defekte Ionenkanäle oder -transporter, die im Zusammenhang mit drei Erkrankungen stehen. „Wir forschen an neurologischen Erkrankungen, bei denen die Bewegungskoordination kurzfristig gestört ist, an Epilepsie sowie an einer bestimmten Form des Bluthochdrucks“, erklärt der Wissenschaftler. Bei allen drei Krankheitsbildern handelt es sich um monogenetisch bedingte Erkrankungen. Das heißt, es gibt eine direkte Verbindung zwischen einem fehlerhaften Ionenkanal und einer Organfehlfunktion – ein großer Unterschied zu komplexen Krankheiten wie Krebs, Arteriosklerose oder Alzheimer. Erst Anfang des Jahres war sein Team an einer internationalen Veröffentlichung beteiligt, die die Krankheitsmechanismen einer speziellen Form des Bluthochdrucks präsentiert. Die Jülicher Forscher konnten erstmals zeigen, wie ein bestimmtes Ionenkanal-Protein den Blutdruck reguliert.

retten oder Geld verdienen“, erzählt Fahlke, den man sich – groß, schlank, mit dichtem, dunklem Haar und wachen blauen Augen – gut im Arztkittel vorstellen kann. „Meine Interessen aber liegen irgendwo zwischen der Medizin und der Physik. Heute arbeite ich in einem Gebiet, das diese beiden Fachrichtungen wunderbar verbindet: in der Neurophysiologie. Hier geht es darum, wie Nervenzellen elektrisch und chemisch miteinander kommunizieren. Ich arbeitete mit physikalischen Messmethoden, rechne viel und beschreibe Prozesse, die fundamental für den Menschen sind.“

Er promoviert 1990 in Medizin an der Universität Ulm, erhält dort 1991 den Preis für die beste medizinische Promotion und 1992 die Zulassung als Arzt. Parallel schreibt er seine Diplomarbeit in Physik und beschäftigt sich in einem Physiologie-Labor erstmals mit Chloridkanälen, die für die Funktionen von Nerven- und Muskelzellen wichtig sind. Ohne dass

Nach Stationen an der RWTH Aachen und an der medizinischen Hochschule Hannover lebt Fahlke seit 2012 mit seiner Familie in Jülich. Für den ehemaligen Heisenberg-Stipendiaten und Asienliebhaber war das genau der richtige Schritt. „Das Forschungszentrum ermöglicht mir viele experimentelle Zugänge. Jede Proteinfunktion, die mir einfällt, kann ich in unserem oder in einem benachbarten Institut messen lassen oder selber messen.“ Und auch die Vielfalt der Disziplinen in Jülich sowie die Zusammenarbeit mit diversen Universitäten in der Region sei ein großer Standortvorteil: „Man findet für jedes Problem einen Ansprechpartner“, so der Biophysiker. Und da schließt sich der Kreis: Auch wenn er sich einst für den Beruf des Mediziners entschieden hat, bietet ihm das Forschungszentrum eine Plattform, um mit vielen anderen Professionen zusammenzuarbeiten.



Baukasten für Atomkerne

Stabil oder nicht? Wie es dazu kommt, dass es manche Atomkerne gibt, andere dafür nicht, erforscht Ulf-G. Meißner mithilfe aufwändiger numerischer Modelle.

Atomkerne bestehen aus positiven und neutralen Teilchen, den Protonen und den Neutronen. Ein Kohlenstoffatom etwa besitzt 6 Protonen und 6 Neutronen, ein Eisenatom 26 Protonen und 30 Neutronen. Aber kann man einen Atomkern beispielsweise auch aus 6 Protonen und 10 Neutronen aufbauen? Wenn ja, wie stabil ist er dann? Existiert er unendlich lang oder zerfällt er in Bruchteilen von Sekunden? Dank eines neuen Computermodells, das der Jülicher Physiker Prof. Ulf-G. Meißner mit einem internationalen Team entwickelt hat, lässt sich das nun exakt berechnen.

Solche Berechnungen sind allerdings extrem komplex. Denn die Bestandteile der Atomkerne können nicht einfach zusammengesetzt werden wie etwa Legosteine. Protonen und Neutronen lassen sich nicht stapeln, sondern sind frei beweglich. Als Objekte der Quantenwelt überlagern sie sich sogar und folgen dabei komplizierten mathematischen Gesetzen. Anders als ein Lego-Bauwerk ist ein Atomkern außerdem leichter als die Summe seiner einzelnen Bausteine. Die fehlende Masse steht für die Energie, die bei der Entstehung von Atomkernen freigesetzt wird: die Bindungsenergie. Nur wenn diese Energie positiv ist, kann ein Kern entstehen. Das ist dann der Fall, wenn die anziehende Kraft zwischen den Bausteinen, die sogenannte Kernkraft, größer ist als die abstoßende Coulombkraft zwischen den gleich geladenen Protonen.

Die verschiedenen Kräfte im Kern lassen sich nur zum Teil exakt bestimmen. Daher haben Meißner und seine Kollegen

vom Institut für Kernphysik/Institute for Advanced Simulation (IKP-3/IAS-4) einen Trick angewandt. Sie schränkten die Bewegungsfreiheit von Neutronen und Protonen ein, indem sie diese in ihrem Modell fest auf einem dreidimensionalen Gitter anordneten. Für diese festen Positionen lässt sich die Bindungsenergie relativ einfach berechnen. Dann veränderten sie die jeweilige Anordnung mit einem systematischen Zufallsverfahren – mehrere Millionen Mal.

SCHRITT FÜR SCHRITT ZUM ZIEL

„Wir näherten uns dadurch immer mehr der energetisch optimalen Kern-Anordnung“, sagt Meißner. „Auf dieser Grundlage können wir nun herausfinden, ob ein Kern mit der vorgegebenen Anzahl Neutronen und Protonen existieren kann.“ Daneben fanden die Forscher auch weniger stabile, sogenannte angeregte Zustände. In diesen ordnen sich die Kernbestandteile so an, als würde der Kern aus mehreren kleineren Atomkernen bestehen. Solche Zustände sind besonders relevant, wenn man verstehen möchte, wie zum Beispiel nach dem Urknall Elemente wie Kohlenstoff oder Stickstoff im Innern von Sternen entstanden.

„Andere Rechenmethoden können das nicht abbilden. Darüber hinaus machen sie auch keine Aussagen über die Genauigkeit der Berechnung – unsere Methode schon!“, freut sich Meißner.

Inklusion im Notfall

Brennt es, zählt jede Minute. Doch Rettungspläne weisen für Menschen mit Behinderungen oft große Lücken auf. Das Projekt SiME erarbeitet neue Ansätze.

Abpfiff im Fußballstadion: Menschentrauben schieben Richtung Ausgang, jeder will schnell nach Hause – oft eine unangenehme Situation, selbst für diejenigen, die gut zu Fuß sind. Schlimmer noch, wenn Gefahr droht und ein Stadion oder eine Konzerthalle geräumt werden muss. Für Menschen, die schlecht gehen oder sehen können, entwickelt sich ein solcher Krisenfall schnell zum Altraum. „Reden wir über Inklusion, sprechen wir oft nur davon, wie Menschen mit Beeinträchtigungen zu Veranstaltungen hinkommen, aber nicht, wie sie diese Orte wieder sicher verlassen können – diese Lücke schließen wir im Projekt SiME“, erklärt Dr. Stefan Holl vom Institute for Advanced Simulation (IAS-7).

Das Kürzel SiME steht für „Sicherheit für Menschen mit körperlicher, geistiger oder altersbedingter Beeinträchtigung“. In dem dreijährigen interdisziplinären Forschungsverbund optimieren Wissenschaftler gemeinsam mit betroffenen Menschen Flucht- und Evakuierungsmöglichkeiten für Personen, die ein Gebäude nicht ohne Hilfe verlassen können oder nicht erkennen, dass Gefahr besteht. Denn: „Bisherige Evakuierungspläne wurden vor allem für Menschen ohne Beeinträchtigungen entwickelt. Da besteht großer Nachholbedarf“, erklärt Holl.

MEHR ZEIT EINPLANEN

Vor diesem Hintergrund führten die Wissenschaftler in einer Werkhalle einen großangelegten Versuch durch, um das Bewegungsverhalten von Menschen mit und ohne Beeinträchtigungen zu erfassen: An zwei Tagen schoben sich rund 100 Frauen und Männer in 144 Einzelversuchen durch einen engen Korridor. Kameras und Sensoren zeichneten die Bewegungen jeder einzelnen Person auf. Die Daten nutzen Holl und seine Kollegen, um unterschiedliche Evakuations-szenarien zu berechnen.

So zum Beispiel in einer weiteren, kleiner angelegten Studie in einer Einrichtung für Betreutes Wohnen der Werkstatt



↑ Stefan Holl erforscht, wie sich Personen in Menschenmengen bewegen. Die Erkenntnisse fließen in Evakuierungspläne und die Gestaltung von Gebäuden ein.

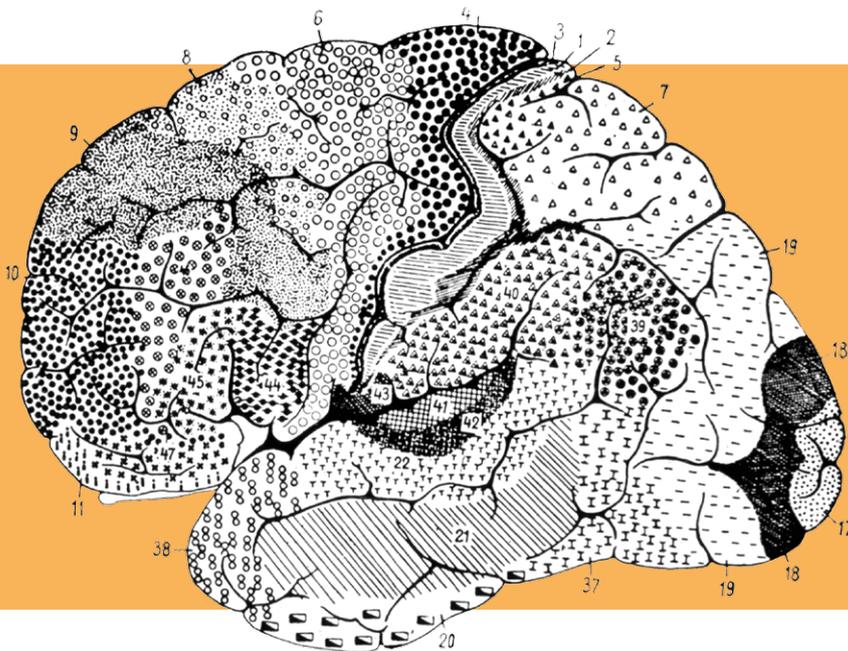
Lebenshilfe Bergisches Land. Im Fokus standen organisatorische Aspekte und Tätigkeiten, die vor einer Gebäuderäumung stattfinden, beispielsweise bettlägerige Menschen in einen Evakuierungsstuhl umzusetzen, den sogenannten Evac-Chair. Die Forscher stoppten auch die Zeit, die ein Retter benötigt, um jemanden mithilfe des Stuhls oder einer Evakuierungsmatratze über die Treppe in Sicherheit zu bringen. „Im Alltag hat kaum jemand mit solchen Rettungsgeräten zu tun, da entsteht im Krisenfall große Unsicherheit, unter Umständen verbunden mit einer lebensbedrohlichen Zeitverzögerung“, erklärt Holl. Benötigt werden Schulungskonzepte, außerdem müssen Evakuierungspläne auf realistischeren Zeitannahmen beruhen.

Mit endgültigen Ergebnissen rechnet Holl im Frühjahr 2019, die Mitarbeiter der Lebenshilfe haben erste Konsequenzen gezogen: Sie lassen ihr Gebäude überprüfen, ein neues Brandschutzkonzept wird erarbeitet. „Ein Zeichen, dass unsere Arbeit nicht einfach in der Schublade verschwindet“, resümiert Holl.

Die Kartierung des Gehirns

Korbinian Brodmann, vor 150 Jahren geboren und vor 100 Jahren gestorben, hat mit einer Karte des Gehirns Generationen von Medizinern beeinflusst. Der Gehirnatlas des Human Brain Project steht in dieser Tradition, zugleich aber für ganz neue wissenschaftliche Dimensionen.

TEXT: FRANK FRICK



Die Brodmann-Karte

43 Areale gibt es auf der Karte von Brodmann – versehen mit Nummern zwischen 1 und 52. Dabei fehlen verwirrenderweise die Nummern 12 bis 16 und 48 bis 51. Brodmann erklärte dies damit, dass Areale mit den fehlenden Nummern in anderen Säugetieren deutlich erkennbar, aber im menschlichen Gehirn nicht zu identifizieren seien. Damit legte er einen wichtigen Grundstock für vergleichende anatomische Untersuchungen.



Prof. Katrin Amunts, seit 2016 wissenschaftliche Leiterin des Human Brain Project, arbeitet schon über 20 Jahre mit modernsten Verfahren an einer neuen Hirnkarte. Im Ergebnis entstand der JuBrain Atlas, der schon jetzt mehr als 200 Hirnregionen umfasst und individuelle Unterschiede zwischen den Gehirnen widerspiegelt. Die Forscher analysierten für jedes Areal zehn verschiedene Gehirne und berechneten daraus Wahrscheinlichkeiten, die zeigen, wo die Areale liegen und wie groß sie sind. Algorithmen bestimmen dabei die Arealgrenzen auf einheitliche Weise, während verschiedene Forscher wahrscheinlich die Grenzen nicht immer exakt gleich festlegen würden. Sowohl JuBrain als auch das Jülicher Referenzgehirn Big Brain fließen in den Atlas des europäischen Human Brain Project ein.

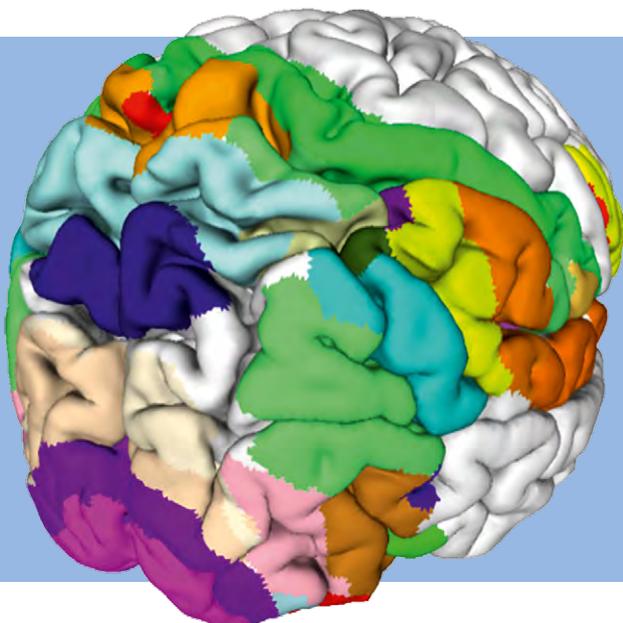
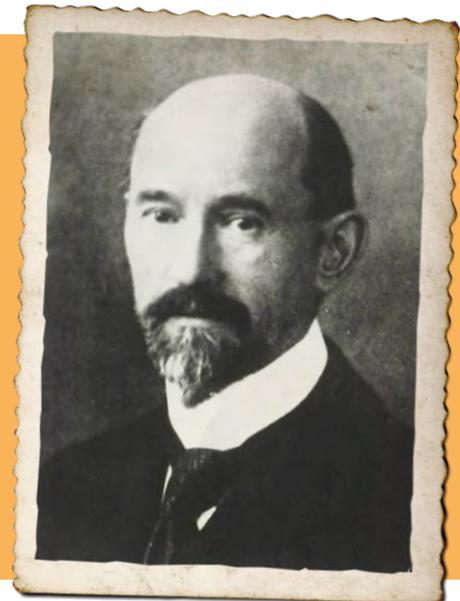
„Wir wissen heute, dass Brodmanns Karte in erheblichen Teilen so nicht zutrifft. Brodmann hatte beispielsweise nur drei Areale für die Sehrinde bestimmt. An der visuellen Wahrnehmung und Verarbeitung sind aber weit mehr Areale beteiligt.“

PROF. KATRIN AMUNTS, DIREKTORIN
AM JÜLICHER INSTITUT FÜR
NEUROWISSENSCHAFTEN UND MEDIZIN (INM-1)

„Die Arbeit von Brodmann war dennoch eine herausragende wissenschaftliche Leistung – unter anderem hatten viele Ärzte am Anfang des 20. Jahrhunderts geglaubt, das Gehirn sei einheitlich aufgebaut. Das widerlegte Brodmann durch seine präzisen Beobachtungen. Außerdem hat Brodmann trotz aller Unterschiede zwischen verschiedenen Säugetieren und dem Menschen erkannt, dass es eine gemeinsame evolutionäre Entwicklung der Hirnrinde gab.“

PROF. KARL ZILLES, SENIORPROFESSOR AM JÜLICHER INSTITUT
FÜR NEUROWISSENSCHAFTEN UND MEDIZIN (INM-1)

Korbinian Brodmann untersuchte hauchdünne Scheibchen von Gehirnen. Er betrachtete diese unter dem Mikroskop und zeichnete, was er sah: Zellgewebe, das je nach betrachteter Gehirnregion unterschiedlich aufgebaut ist. So erstellte der Psychiater und Anatom eine Karte der Großhirnrinde, die bis heute in kaum einem Buch über das menschliche Gehirn fehlt. Einigen Arealen auf seiner 1909 veröffentlichten Karte wies er Funktionen wie Sprechen, Hören und Sehen zu. Für andere konnte er solch eine Zuordnung nicht vornehmen. Inspiriert war er dabei von Berichten über die Ausfälle von Funktionen durch Hirnschädigungen oder durch neurochirurgisch Eingriffe.



JuBrain

JuBrain ist ein dreidimensionales Modell des Gehirns, das zudem „multimodal“ ist: Es zeigt nicht nur die Zellarchitektur, sondern auch die Verteilung der Botenstoff-Rezeptoren, die funktionellen Aufgaben der Region und vieles mehr. All diese Daten sind frei verfügbar und werden immer weiter ergänzt. Der Atlas macht außerdem sichtbar, wie die Areale über Faserverbindungen in Kontakt stehen. Eine wichtige Information, um die Zusammenarbeit der Areale bei komplexen Aufgaben zu verstehen.

Röntgenblick und Kaffee-Kultur

2,2
plus

2,2 Quadratkilometer misst der Campus des Forschungszentrums. Jülicher Wissenschaftler sind aber über den Campus hinaus aktiv – etwa am **Teilchenbeschleuniger Elettra** in Triest.

Wieso dort?

Dr. Vitaly Feyer ist einer von drei Jülicher Forschern, die an der italienischen Synchrotron-Strahlungsanlage Elettra arbeiten.

Warum arbeiten Sie an Elettra?

Die Anlage erzeugt intensives Licht vom Infrarotbereich bis zur Röntgenstrahlung. Die Besonderheiten der Lichtquelle erlauben es, mit sehr hoher Ortsauflösung zu arbeiten. Das ist wichtig, um Ober- und Grenzflächen von Materialien bis hinunter auf die Nanometer-Skala zu untersuchen. Dafür nutze ich ein spezielles Gerät: das NanoESCA-Mikroskop.

Wer nutzt das Mikroskop noch?

30 Prozent der Strahlzeit stehen uns Jülicher Forschern zur Verfügung. Die restliche Zeit unterstützen wir Kollegen aus der ganzen Welt bei deren Experimenten.

Woran forschen Sie selbst?

Ich interessiere mich für Prozesse, die bei der Anlagerung von organischen Molekülen an metallische Oberflächen stattfinden. Diese sind wichtig für die Informationstechnologie der Zukunft.



↑ Eine der Sehenswürdigkeiten von Triest ist die Kirche Sant'Antonio Nuovo. Sie liegt am Ende des Canal Grande, dem historischen Wasserweg vom Hafen in die Innenstadt.

Rund

1.300

Wissenschaftler aus
mehr als

50

Ländern nutzen Elettra
jährlich – nach den Italienern
bilden die Deutschen die
größte Fraktion.

Ortskunde

Stadt der Wissenschaft

Das EuroScience Open Forum hat Triest als „Europäische Stadt der Wissenschaft 2020“ ausgerufen. Triest wird dann Gastgeber für das größte interdisziplinäre Treffen von Wissenschaftlern in Europa sein.

Kaffee-Kultur

Die Triester trinken jährlich Kaffee aus zehn Kilo Bohnen, das ist mehr als doppelt so viel wie andere Italiener. Und sie haben ihre eigenen Bezeichnungen: Ein Espresso heißt „caffè nero“, ein Espresso mit einem Schuss Milch „capo“.

Freies Territorium

Von 1947 bis 1954 waren Triest und dessen Umgebung ein neutraler Staat unter der Oberhoheit der Vereinten Nationen. Genannt wurde er „Freies Territorium Triest“. Das Gebiet wurde in dieser Zeit von Jugoslawien und Italien beansprucht.



GEFÄLLT UNS

YOUTUBE KANAL MAILAB

Wissenschaft pfiffig erklärt

Ob Mutterschaft, Diät oder Alkohol – ausgehend von Alltagsthemen und -sorgen erklärt Mai Thi Nguyen-Kim einem jungen Publikum auch schwierige wissenschaftliche Zusammenhänge mit Witz und großer Souveränität. Dafür erhielt die promovierte Chemikerin den Grimme Online Award 2018 in der Kategorie „Wissen und Bildung“. Ihr YouTube-Kanal „maiLab“ sei nicht nur cool und lustig, sondern auch intelligent und lehrreich. Kurz gesagt: ein herausragendes Beispiel eines zeitgemäßen Wissenschaftsjournalismus, so die Jury. Und nicht nur die Experten zeigten sich begeistert – auch der Publikumspreis ging an „maiLab“.

- [YOUTUBE.COM/MAILAB](https://www.youtube.com/mailab) -

ONLINESPIEL „HANDY CRASH“

Lebenszyklus eines Smartphones

Sie sind unsere ständigen Begleiter und wir können uns kaum noch vorstellen, wie unser Alltag früher ohne Smartphone, Tablet und Co aussah. Doch wie werden die Geräte produziert, welche Rohstoffe werden verbaut und was passiert mit all dem Elektroschrott, der Jahr für Jahr entsteht? Das Onlinespiel „Handy Crash“ geht diesen Fragen nach und erklärt zwischen kurzen Spielereien, was in der globalen Handy-Industrie vor sich geht.

- [HANDYCRASH.ORG](https://www.handy-crash.org) -



RADICAL OCEAN FUTURES

Visionen zur Zukunft der Meere

Wie sieht unsere Zukunft aus?

Kaum eine Frage ist so schwer zu beantworten. Sicher, es gibt wissenschaftliche Untersuchungen, die entsprechende Szenarien entwerfen. Wirklich vorstellen können wir uns die abstrakten Beschreibungen häufig aber nicht. Abhilfe leistet das Projekt „Radical Ocean Futures“, das in Kurzgeschichten die Zukunft der Ozeane beschreibt. Dabei nutzt das Projekt das sogenannte Science-Fiction-Prototyping, die Verknüpfung von wissenschaftlichen Fakten mit kreativen Spekulationen. Das Herzstück des Projekts sind vier wissenschaftlich begründete „Radical Ocean Futures“, aufwändig illustrierte kurze Erzählungen darüber, wie sich Ozeane entwickeln könnten.

- [RADICALOCEANFUTURES.EARTH](https://www.radicaloceanfutures.org) -

FORSCHUNG IN EINEM TWEET

Turboakku für Handy und Co!
Mit einem neuen Elektrodenmaterial
könnten Lithium-Akkus zukünftig
schneller laden und auch noch mehr
Energie speichern. #Batterie



Prof. Dina Fattakhova-Rohlfing

hat das Material gemeinsam mit Kollegen aus Jülich, München und Prag entwickelt. Der Verbund-Werkstoff enthält Nanoteilchen aus Antimon-dotiertem Zinndioxid sowie Graphen und ist besonders leitfähig. Laut den Forschern kann er einfach und kostengünstig produziert werden. Lithium-Akkus sind derzeit Standard in Handys, Tablets und Elektroautos.

fz-juelich.de/turbolader