

HACKED

Wie schützen wir uns gegen Cyberattacken?

AUS DEM KOPF

Den Ursachen von
Alzheimer auf der Spur

AUF DEM GIPFEL

Physiker Wolfgang
Wernsdorfer im Porträt

IN DER LUFT

Woher kommen die
Schadstoffe?





Tetris auf dem Acker

Futuristische Kornkreise? Landeplattformen für Raumschiffe? Oder doch ein gigantisches Tetris-Spiel? Tatsächlich zeigt unser Wissenschaftsbild riesige Antennenfelder in den Niederlanden, die Teil des Radioteleskops LOFAR sind. Seit Jahrhunderten beobachten Forscher das sichtbare Licht der Sterne. Doch auch andere Frequenzen des elektromagnetischen Spektrums liefern Informationen über das Universum. Das Teleskop LOFAR fängt Radiowellen aus dem Weltall auf und kann so extrem weit entfernte Galaxien aufspüren. LOFAR ist über sieben Länder in Europa verteilt und besteht aus insgesamt 51 Empfangsstationen. Die Antennenblöcke auf diesen Stationen messen hohe Radiowellenfrequenzen zwischen 110 und 240 Megahertz. Die verstreuten Dipolantennen fangen niedrigere Frequenzen zwischen 10 und 80 Megahertz auf. Die Stationen sind miteinander vernetzt, Supercomputer kombinieren die Messsignale zu einem einzigen. Aus 100.000 Einzelantennen entsteht so eine virtuelle Empfangsschüssel mit 1.900 Kilometern Durchmesser. Kürzlich haben Forscher eine Himmlskarte mit LOFAR erstellt: Viele der dort abgebildeten Galaxien waren bisher unbekannt. Die registrierten Radiowellen sind zuvor Milliarden von Lichtjahren gereist, bis sie die Erde erreichten. ◆

Franziska Roeder



ONLINE

Mehr eindrucksvolle Bilder aus der Wissenschaft finden Sie hier:

→ www.helmholtz.de/wissenschaftsbild

TITELTHEMA

- 08 Die unsichtbare Armee**
Über das Wettrüsten zwischen kriminellen Hackern und IT-Sicherheitsforschern
- 14 IT-Sicherheit vorab mitdenken**
Interview mit Michael Backes

WISSENSCHAFTSBILD

- 02 Tetris auf dem Acker**

INFOGRAFIK

- 06 Solarenergie**
Was können Solarzellen heute und in Zukunft leisten?

STANDPUNKTE

- 24 Wie unabhängig können Doktoranden forschen?**
Zwei Blickwinkel: Heinz Kalt und Tom Lienig
- 30 Muss Forschern der Rücken freigehalten werden?**
Forscher sollten sich mit mehr als nur ihrer Forschung beschäftigen, findet Ines Thronicker

PORTRÄT

- 40 Gipfelstürmer im zweiten Anlauf**
Wolfgang Wernsdorfer

FORSCHUNG

- 07 Helmholtz extrem**
Der kompakteste Teilchenbeschleuniger
- 16 Helmholtz kompakt**
Neues aus der Welt der Helmholtz-Gemeinschaft
- 19 Resonator-Podcast**
Jubiläum der Neumayer-Station III
- 20 Kampf gegen das Vergessen**
Wie Forscher versuchen, die Ursachen für Alzheimer aufzuklären
- 26 Es liegt was in der Luft**
Was ist eigentlich gute Luft und woher kommen die Schadstoffe?
- 31 Nachgefragt**
Warum brummen Hochspannungsleitungen?
- 32 Jede einzelne Zelle im Blick**
Nikolaus Rajewsky im Gespräch über die Geheimnisse der Zellen
- 36 JWD**
„Wir sehen, hören und fühlen den Klimawandel“

EXPERIMENT

- 43 Kleine Forscher**
Das Insektenhotel



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, Annette Doerfel, Marie Heidenreich, Kilian Kirchgeßner, Roland Koch, Uli Ries, Franziska Roeder, Martin Trinkaus, Agata Tuzimek, Kerstin Viering

Bildnachweise

Titel/Umschlag: Makstorm/Shutterstock; S. 4–5: Franziska Roeder (Collage), Nikita Kachanovsky/Unsplash, Gregor Cresnar/Flaticon, Gabriele Rohde/Fotolia, sanderstock/Fotolia, A. Rybak Wolf/MDC, KIT/Sandra Göttisheim, Doris Abele/AWI; S. 6: Franziska Roeder (Infografik), freepik, Nikita Golubev/flaticon; S. 8–9: Franziska Roeder (Collage), Nikita Kachanovsky/Unsplash, Gregor Cresnar/Flaticon; S. 10: Uli Deck/dpa; S. 13: Franziska Roeder (Collage), Gregor Cresnar/Flaticon, KIT; S. 14–15: CISPA; S. 17: Mike Bridavsky/lilbub.com, NASA/NOAA; S. 18: Holger/Fotolia, Helmholtz Zentrum München; S. 19: Freepik; S. 20: Gabriele Rohde/

Fotolia; S. 21: Lina Truman/Shutterstock, A. Bueckert/Fotolia; S. 22: Lina Truman/Shutterstock; S. 23: gpoint-studio/Shutterstock; S. 24–25, 30: Jindrich Novotny; S. 26: sanderstock/Fotolia; S. 27: New Africa/Fotolia; S. 29: alexkich/Fotolia; S. 35: Spencer Phillips/EMBL-EBI, Pablo Castagnola/MDC; S. 36–37: Anders Torstensson/AWI; S. 38–39: Bernd Krock/AWI; S. 41: KIT/Sandra Göttisheim; 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,

Erst kürzlich bekam ich eine vertrauliche E-Mail eines Freundes in größter Not. Er bat mich, dringend Geld zu schicken. Natürlich alles Betrug! Richtig gefährlich können Hackerangriffe bei Kraftwerken oder selbstfahrenden Autos sein. Wie Forscher versuchen, den Vorsprung krimineller Hacker aufzuholen, erfahren Sie in unserer Titelgeschichte „Die unsichtbare Armee“.

Nicht mehr zu stoppen ist jedoch die Erderwärmung. Es liegt an uns, sie auf ein erträgliches Maß zu reduzieren. Wie die Polarforscherin Doris Abele den Klimawandel während ihrer Antarktisexpeditionen wahrnimmt, schildert sie in unserer Rubrik JWD.

In unserem Porträt geht es nicht ins Eis, sondern auf hohe Gipfel mit Wolfgang Wernsdorfer, einem gelernten Elektriker, Hobbybergläufer und preisgekrönten Physiker.

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**

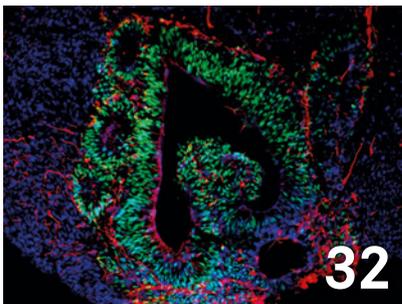
Möchten Sie die Druckausgabe der Helmholtz Perspektiven **kostenlos** beziehen? Dann schreiben Sie eine Mail an: perspektiven@helmholtz.de



26



40



32



36

Solarenergie

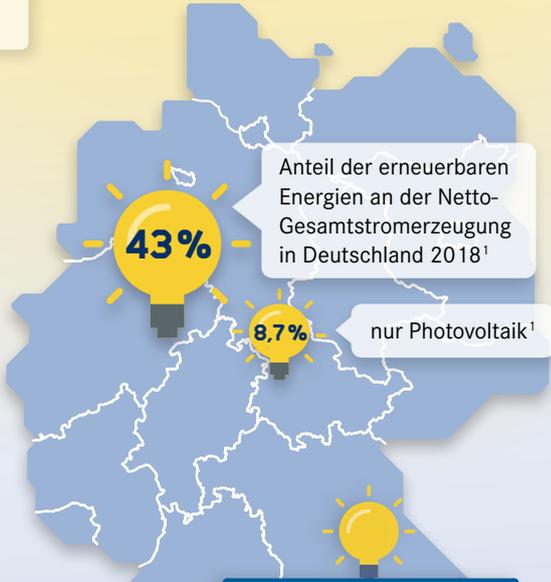
Zusammen mit erneuerbaren Energien aus Wasserkraft und Wind, Smart Grids und innovativen Speichertechnologien könnte die Photovoltaik (PV) den gesamten Energiebedarf unserer Gesellschaft abdecken.

In rund **60** Minuten liefert die Sonne so viel Energie zur Erde, wie die Menschheit in einem Jahr verbraucht.^{2,3}

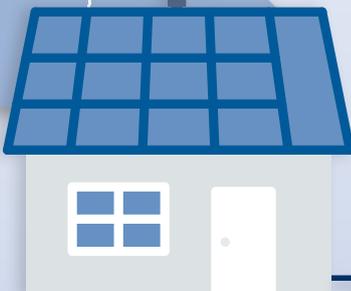


Rund **24** Millionen Tonnen Netto-Treibhausgasemissionen konnten 2017 in Deutschland durch PV vermieden werden.¹

567 km X 567 km groß müsste eine Fläche in der Sahara voll mit Solaranlagen sein, um den Energiebedarf der Welt zu decken. Das sind 3,5% der Sahara.^{2,3,4}



22 m² Solarmodule reichen aus, um den Jahresstromverbrauch einer vierköpfigen Familie zu decken.⁵



Potenzial der PV in Deutschland

Würden in Deutschland alle geeigneten Freiflächen, Dächer und Fassaden mit PV-Anlagen ausgestattet werden, könnte eine Leistung von 500 Gigawatt erzielt werden. Aktuell sind in Deutschland PV-Module mit einer Nennleistung von 45,9 Gigawatt installiert.¹

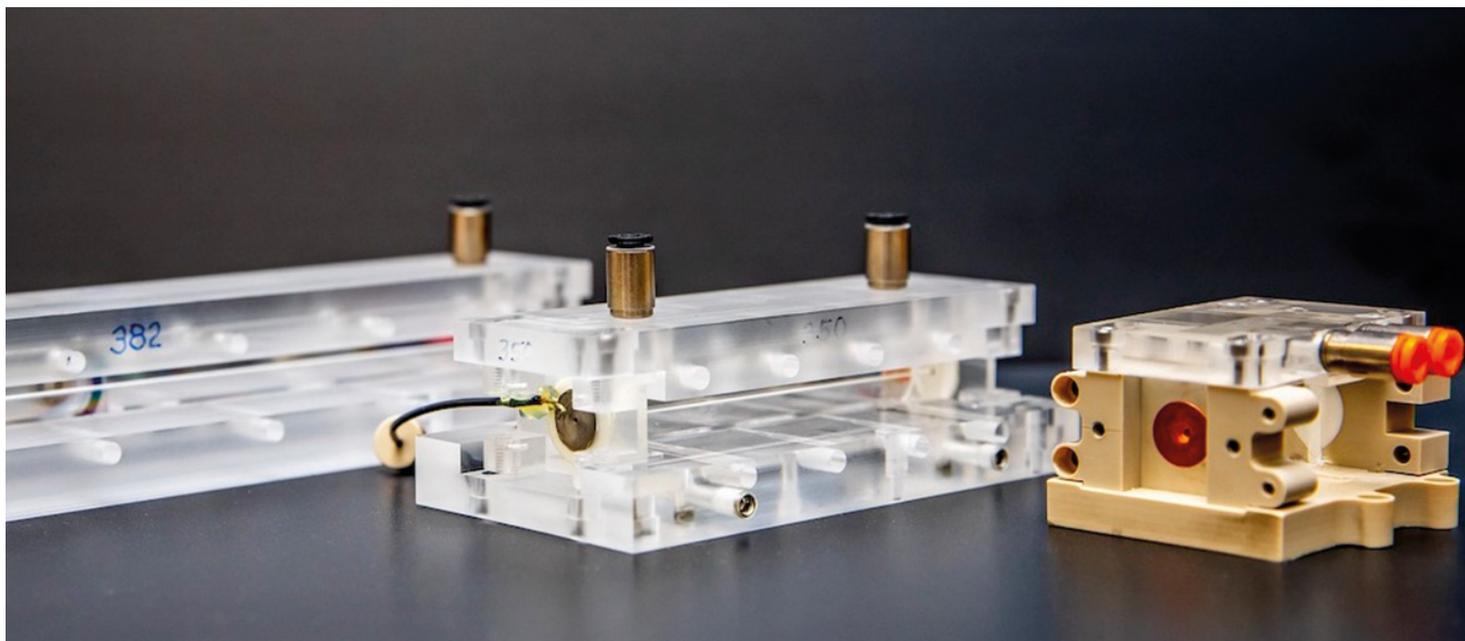
Forschung an neuen Solarzellen

Aktuell erreichen Solarzellen auf Siliziumbasis Wirkungsgrade von 20 %. Derzeit wird an Tandem-Solarzellen geforscht, die aus zwei oder mehr übereinander geschichteten Solarzellen aus unterschiedlichen Materialien bestehen. Sie könnten einen größeren Spektralbereich des Sonnenlichts nutzen und theoretisch Wirkungsgrade von mehr als 40 % erreichen.⁶

Quellen: 1) www.pv-fakten.de; Jahresstromverbrauch einer vierköpfigen Familie in Deutschland = 4.400 kWh 2) BP Statistical Review of World Energy, 67th edition 2018; Weltenergieverbrauch 2017 = 157.135,25 TWh 3) <https://de.wikipedia.org/wiki/Sonnenenergie>; Sonnenenergie zur Erde = 1.500.000.000 TWh; durchschnittliche Sonnenenergie in der Sahara = 2350 kWh pro m² pro Jahr 4) <https://de.wikipedia.org/wiki/Sahara>; Größe der Sahara = 9.200.000 km² 5) Rechnung basierend auf Quelle 1 für 2017 und Wirkungsgrad 20% 6) Potenzial von Tandemzellen von Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)

HELMHOLTZ extrem

Der kompakteste Teilchenbeschleuniger



Schnell auf Tempo In sogenannten Plasmazellen werden Plasmen erzeugt und eingeschlossen, um Elektronen auf einer sehr kurzen Strecke zu beschleunigen. Bild: Lawrence Berkeley National Laboratory, Marilyn Chung

Stellen Sie sich 8,5 Billionen 100-Watt-Glühlampen vor, die alle gleichzeitig leuchten. Diese Leistung hat ein lediglich 20 Zentimeter langer Plasma-Teilchenbeschleuniger erbracht. Forscher am Lawrence Berkeley National Laboratory in den USA beschleunigten in einer 0,8 Millimeter breiten und hauchdünnen Röhre Wasserstoffgas-Elektronen auf rund 7,8 Milliarden Elektronenvolt. Für diesen Wert benötigen moderne, konventionelle Teilchenbeschleuniger mehrere Hundert Meter Länge.

Die Wissenschaftler schafften dieses Kunststück, indem sie eine andere Methode nutzten. Herkömmliche Teilchenbeschleuniger arbeiten mit Radiowellen, um beispielsweise Elektronen immer schneller voranzutreiben. Je höher die Teilchenenergie sein soll, desto größer müssen auch die Anlagen sein – und somit teurer. Bei der Laser-Plasmabeschleunigung hingegen pflügt ein kurzer, heller Laserpuls durch ein Plasma. Wie ein Schnellboot auf einem See erzeugt der Laserpuls kräftige Heckwellen in seiner Bahn. Diese Plasma-Wellen können Teilchen viele Hundert Male stärker beschleunigen als konventionelle Beschleuniger.

Teilchenbeschleuniger sind in vielen Bereichen unverzichtbare Werkzeuge – von der Forschung über die Industrie bis zur Medizin. Auch wenn bei der Plasmabeschleunigung noch zahlreiche Herausforderungen gemeistert werden müssen, stelle sie die Weichen für günstigere und vor allem drastisch kleinere Teilchenbeschleuniger sowie neue Anwendungen, erklärt DESY-Forscher Wim Leemans. „Die Entwicklung stabiler Plasmabeschleuniger mit einer Energie von etwa zehn Giga-Elektronenvolt markiert einen Meilenstein auf dem Weg vom Labor zu ersten Anwendungen.“

Wim Leemans war zuvor Leiter des Berkeley Lab Laser Accelerator Centers (BELLA) und ist heute Beschleunigerdirektor am Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY, wo er die Methode weiterentwickeln möchte. „Zusammen mit anderen Verfahren zur Kontrolle von Beschleunigung, Strahlstabilität und -qualität, die es bei DESY bereits gibt, wird dies kompakte Elektronenquellen möglich machen.“

Annette Doerfel



ONLINE

Alle Ausgaben von
HELMHOLTZ extrem
unter:

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



DIE UNSICHTBARE ARMEE

Für kriminelle Hacker ist die Welt ein Paradies geworden: Seit Software allgegenwärtig ist – in Medizinprodukten, Autos, Heizungsanlagen und Industriehallen –, können sie immer raffinierter zuschlagen. Forscher arbeiten daran, dass der Vorsprung der Datenabgreifer schmilzt.





Versetzen wir uns für einen Moment in den Kopf eines böswilligen Hackers: In den Computer seines Opfers will er vordringen, um zu schauen, was er an Daten absaugen kann und ob er über die Kontodaten nicht vielleicht auch an Geld herankommt. Er sitzt irgendwo in der Welt und ist nur über das Internet mit seinem Opfer verbunden. Um voranzukommen, sucht er nach Einfallstoren. „Statistisch gesehen“, sagt Thorsten Holz, Professor der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik an der Ruhr-Universität Bochum, „findet sich alle 20.000 Codezeilen ein Programmierfehler.“ Was der arglose Computernutzer nicht weiß: Allein schon, wenn er eine Webseite aufruft, sind mehr als 100 Millionen solcher Codezeilen nötig, damit Betriebssystem, Browser, grafische Nutzeroberfläche und Softwarebibliotheken zusammenarbeiten.

Rein rechnerisch öffnen sich dem Hacker damit allein beim Laden einer Webseite gut 2.000 Einfallstore in Form von Programmierfehlern. „Bugs“ nennen Fachleute solche Fehler, und natürlich lässt sich nicht jeder dieser Bugs so missbrauchen, dass der Angreifer anschließend die Kontrolle über Computer, Smartphone oder Server seines Opfers hat – aber eine einzige schwerwiegende Lücke reicht schon aus.

Bei solchen Hackerangriffen geht es allerdings nicht nur um Geld oder geheime Daten: Im schlimmsten Fall kann es Menschenleben betref-

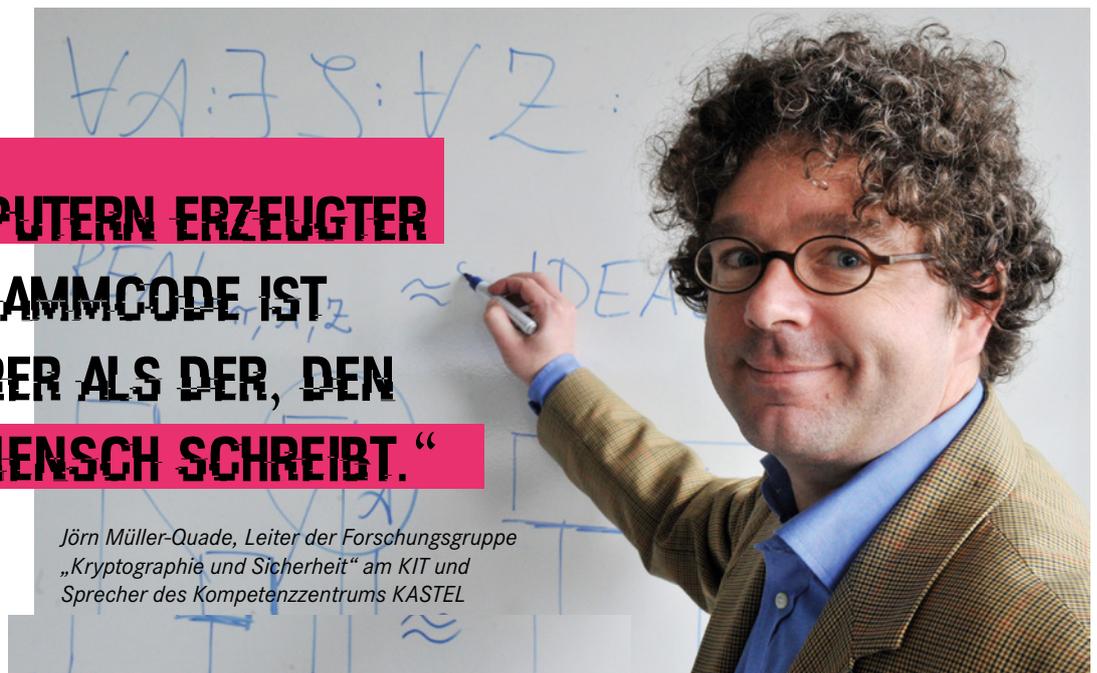
fen. Etwa dann, wenn die Software von selbstfahrenden Autos anfällig ist oder Angreifer die Komponenten manipulieren können, mit denen Kraftwerke, Stromnetze oder Wasserleitungen gesteuert werden. Angriffe auf Industrieanlagen wie Ölraffinerien in Saudi-Arabien oder einen Hochofen in Deutschland sind bereits aktenkundig.

„Software is eating the world“, sagte einmal der Internetpionier Marc Andreessen: Nichts mehr, so macht dieser Satz deutlich, funktioniert in modernen Gesellschaften ohne Software. Aber Anwendungen und Betriebssysteme sind von Menschen programmiert – und Menschen machen Fehler.

Unerhört leicht machen es Entwickler den kriminellen Hackern, wenn sie ihre Produkte so nachlässig erstellen, wie es derzeit rund ums Internet der Dinge (Internet of Things, IoT) zu beobachten ist, zu dem sowohl gesamte Produktionsanlagen als auch Heizungsthermostate und Webcams in Privathaushalten gehören: „Bei besonders günstigen Produkten ist kein Hersteller bereit, für Sicherheit Geld auszugeben“, sagt Jörn Müller-Quade, Sprecher des Kompetenzzentrums KASTEL am Karlsruher Institut für Technologie (KIT): „Solange es keine Anreize gibt und es der Kunde eh nicht merkt, wird nicht sicher entwickelt. Zumal sich Lücken ja vermeintlich bequem per Update beheben lassen.“

**„VON COMPUTERN ERZEUGTER
PROGRAMMCODE IST
SICHERER ALS DER, DEN
DER MENSCH SCHREIBT.“**

*Jörn Müller-Quade, Leiter der Forschungsgruppe
„Kryptographie und Sicherheit“ am KIT und
Sprecher des Kompetenzzentrums KASTEL*



„STATISTISCH GESEHEN

FINDET SICH

ALLE 20.000 CODEZEILEN

EIN PROGRAMMIERFEHLER.“



Hacken als Team sport

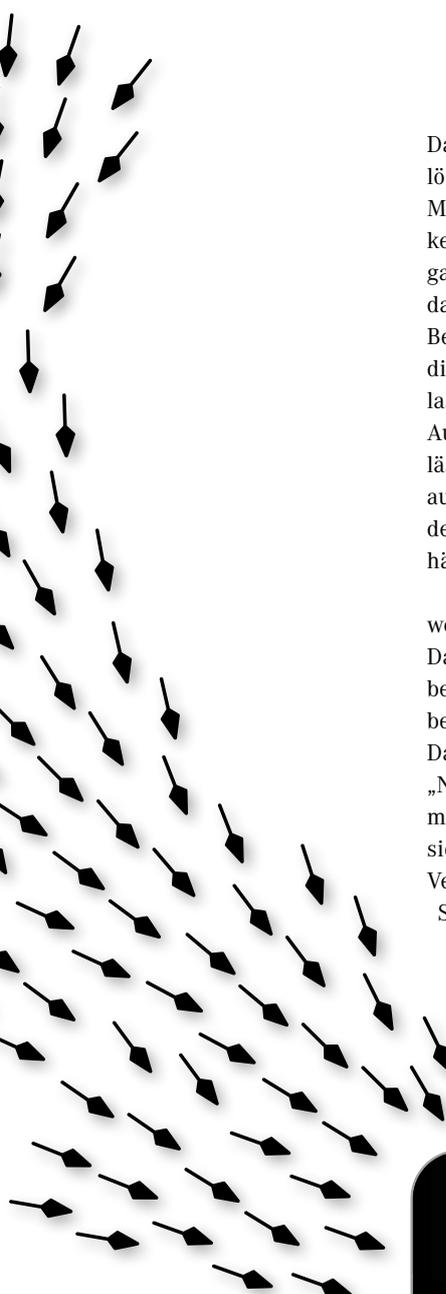
Bei den sogenannten Black-Hat-Konferenzen wie hier in Las Vegas treffen sich Tausende Hacker und IT-Experten. Teilnehmer können sich in Wettbewerben messen: Dabei gilt es, eigene Sicherheitslücken zu schließen und die Schwachstellen der Kontrahenten auszunutzen. Bild: AP Photo/John Locher

Um beim Wettrennen mit böswilligen Hackern nicht ins Hintertreffen zu geraten, bedienen sich verantwortungsbewusste Entwickler derzeit zweier Strategien: Entweder versuchen sie, Schwachstellen zu vermeiden – „beispielsweise durch Code-Analysen während des Entwicklungsprozesses“, so der Bochumer Forscher Thorsten Holz. Angesichts der Komplexität moderner Softwaresysteme ist das jedoch ein schwieriges Unterfangen. Abhilfe schaffen könnten Computer, wie Jörn Müller-Quade erklärt: „Von Computern erzeugter Programmcode ist sicherer als der, den der Mensch schreibt. Ein passendes Tool dafür zu entwickeln ist zwar teuer, kann sich aber rechnen, wenn sich damit verschiedenste Softwaresysteme programmieren lassen.“

Die zweite Schule ist der reaktive Ansatz, also das Aufspüren von Schwachstellen in bestehenden Systemen. Beim sogenannten Fuzzing bombardieren wohlmeinende Angreifer die Software mit zufälligen Eingaben, versuchen sie damit zum Absturz zu bringen und so neue Bugs zu entdecken. „Der reaktive Ansatz ist derzeit der beste Weg, um die Qualität existierender Software zu verbessern“, sagt Thorsten Holz. Die Hilfe solcher wohlgesonnener Hacker, die entweder gratis oder auch gegen Bezahlung arbeiten, sei deshalb nicht zu unterschätzen.

Für mehr Sicherheit im Internet der Dinge sorgen auch Schutzmechanismen, die in den vergangenen zwei Jahrzehnten entwickelt worden sind – Technologien mit komplizierten Namen wie Secure Boot (verhindert die Installation von manipulierter Software), Zugriffssteuerung oder Secure Development Lifecycles (strukturierter Prozess zum Schreiben sicherer Software).

Eine weitere Erfolgsmeldung aus dem Fachgebiet Cybersicherheit: Experten wie Thorsten Holz und Jörn Müller-Quade sind sich einig, dass sich die Qualität des Codes zumindest bei den klassischen Softwareherstellern wie Microsoft, Apple, Google oder Adobe in den vergangenen Jahren spürbar verbessert hat. Was sich zum einen an den Summen ablesen lässt, die Graumarkthändler für Angriffe auf die Produkte dieser Hersteller bieten: Bis zu drei Millionen US-Dollar beispielsweise bekommen die Zulieferer – Sicherheitsexperten aus aller Welt – für eine Attacke auf Apples iOS-Betriebssystem. Zum anderen zeigt es sich auch an öffentlichen Hacker-Wettbewerben: Früher waren es Einzelkämpfer, die Geldprämien gewonnen haben, weil sie in einen Windows-PC oder ein Android-Smartphone eingedrungen sind; heute treten Teams mit zehn und mehr Mitgliedern an, weil es deutlich komplizierter geworden ist, überhaupt noch geeignete Einfallstore zu finden. →



Das Paradebeispiel für grundlegende Problemlösungen innerhalb der IT-Sicherheit ist für Jörn Müller-Quade die Kryptografie. Sie kann zwar keine Programmierfehler verhindern, aber eine ganze Klasse von Angriffen unterbinden und ist damit Teil des Cybersicherheits-Fundaments. Ein Beispiel: Wenn Angreifer Daten mitschneiden, die von einem Computer aus übertragen werden, lassen sie sich so verschlüsseln, dass sie keinen Aufschluss über den Klartext zulassen. Damit lässt sich also die gesamte Klasse „Lauschangriff“ auskontern. Würde man dieses Prinzip flächendeckend auf andere Problembereiche anwenden, hätten es Angreifer erheblich schwerer.

Für Müller-Quade ist die Kryptografie weitaus mehr als nur die Verschlüsselung von Datentransfers oder Nachrichten. Sie kann beispielsweise auch die sichere Mehrparteienberechnung ermöglichen – also das Arbeiten mit Daten, die deren Besitzer nicht preisgeben will. „Nützlich wäre dieses kleine, durch Kryptografie mögliche Wunder beispielsweise bei automatisierten Preisverhandlungen, bei denen weder Verkäufer noch Käufer ihre jeweiligen preislichen Schmerzgrenzen verraten wollen“, so Müller-Quade. Die Software übernimmt bei diesem Vorgehen quasi die Verhandlung, ohne dass die Beteiligten ihre Betriebsgeheimnisse wie Herstellungskosten, Marge oder Preise

anderer Anbieter verraten müssen. Ein weiteres Einsatzgebiet könnte der Energiemarkt sein, in dem es bei Produktionsspitzen zu bestimmen gilt, welcher Produzent liefern darf und welcher abschalten muss. Hier müssten die Kraftwerksbetreiber nicht offenlegen, wie groß ihre Überproduktion ist, damit sie eine stärkere Verhandlungsposition behalten können.

Im Moment sind die notwendigen Verfahren aber noch weit entfernt von der Praxistauglichkeit: Die verteilten Berechnungen dauern um ein Vielfaches länger als eine zentral abgewickelte Berechnung. Müller-Quade ist sich aber sicher, dass seine Zunft in den nächsten Jahren eine praktikable Lösung entwickeln kann.

Angreifer kommen aber nicht nur über Softwareschwachstellen in fremde Computersysteme. Sie nutzen auch die Schwachstelle Mensch aus – „Social Engineering“ nennen das Experten. Eines der gängigsten Mittel hierzu sind nach wie vor gezielt verschickte E-Mails, sogenannte Spear-Phishing-Mails. Die Adressaten bekommen dabei Mails, die perfekt auf sie zugeschnitten sind und somit vertrauenswürdig erscheinen. Die gängigste Spear-Phishing-Masche lockt die Opfer auf Phishing-Seiten, die Nutzernamen und Passwörter abgreifen. Laut dem Internet Security Threat Report 2018 des Sicherheitsanbieters Symantec waren Phishing-Mails in 71 Prozent aller

WAS IST SPEAR-PHISHING?

- Datenangriff per E-Mail, der auf ganz bestimmte Personen, Organisationen oder Unternehmen abzielt (spear= englisch für Speer, phishing = Neologismus von fishing, englisch für Angeln).
- Die E-Mails scheinen ebenso wie bei ungezielteren Phishing-Kampagnen von einer vertrauenswürdigen Quelle zu stammen. Als Absender wird in der Regel ein bekanntes Unternehmen oder eine Internetplattform mit hoher Mitgliederzahl wie Ebay oder Facebook angegeben. Für Spear-Phishing kapert der Angreifer allerdings die Identität eines Freundes oder Kollegen des Empfängers, sodass der Absender vertrauenswürdig erscheint.
- Bei Spear-Phishing handelt es sich meist um gezielten Finanzbetrug oder das Abschöpfen von Geschäftsgeheimnissen oder sogar militärischen Informationen.

erfolgreichen Angriffe das Einbruchswerkzeug. Und dem Dienstleistungsunternehmen Verizon Business zufolge, das Angriffe aus der ganzen Welt aufgearbeitet hat, waren in 635 von 1.800 Fällen geklaute Anmeldedaten für den Erfolg der Hacker verantwortlich. Datendiebe müssen sich also gar nicht mit Firewall & Co. herumschlagen, wenn ihnen die Betroffenen die Zugangsdaten frei Haus liefern. Auch die erwähnte Attacke auf den Hochofen im Ruhrgebiet begann mit Spear-Phishing.

„Die Nutzer müssen verstehen, dass sie Teil der Lösung sind. Andernfalls werden sie Teil des Problems“, sagt Melanie Volkamer vom KIT. Organisationen, die ihre Mitarbeiter für Cybersicherheitsthemen sensibilisieren, dürfen aber nicht zu kurz springen: „Eine Schulung zur Passwortsicherheit verpufft, wenn nicht gleichzeitig eine Software zum Passwortmanagement bereitgestellt wird“, so Volkamer. Denn ohne ein solches Tool kann das Erlernte nicht in der Praxis angewandt werden.

Volkamer sieht aber noch „Luft nach oben“ in Sachen Nutzerfreundlichkeit. Zwar habe beispielsweise Software zur Verschlüsselung von E-Mails Fortschritte gemacht. „Großen Nachholbedarf gibt es aber bei Dialogen in Software, die auf Sicherheitsprobleme hinweist“, sagt Melanie Volkamer. Laien verstehen diese Sicherheitsprobleme oft nicht und können nicht einschätzen, wie groß das dahinter stehende Risiko ist, wenn sie die Meldung mit der Maus einfach wegeklicken. Daher wünscht sich Volkamer, dass die weltweite IT-Sicherheitsgemeinde dieses Problem gemeinsam angeht, um hilfreichere Hinweise und Dialoge zu entwickeln.

Das beherrschende Thema der kommenden Jahre dürfte das Absichern von künstlicher Intelligenz (KI) werden, darüber besteht unter den Experten Einigkeit. Am Institut von Thorsten Holz befassen sich Doktoranden beispielsweise damit, die zur Spracherkennung in Produkten wie Amazons Alexa verwendeten neuronalen Netze auszutricksen: So könnte eine uns Menschen als banal erscheinende und in einer Sound-Datei gespeicherte Frage (zum Beispiel „Wie ist das Wetter in Hamburg?“) so manipuliert werden, dass die sprachgesteuerte Assistentin die Alarmanlage ausschaltet. Aus den Erkenntnissen der Bochumer Doktoranden lassen sich dann Abwehrmaßnahmen konstruieren. „Bevor KI-Software in kritischen Systemen landen darf, muss noch viel passieren“, resümiert Holz. Er geht aber davon aus, dass die notwendigen Durchbrüche machbar sind.

Einen dieser Durchbrüche könnte das KIT beisteuern: Dort will man ein System entwickeln, das verschiedene Lösungsansätze zur Datensicherheit vergleichen kann. „Eine solche Bewertung hat enorme Relevanz für Wirtschaft und Gesellschaft“, glaubt Jörn Müller-Quade. Schließlich geht es um nichts weniger, als die Welt davor zu bewahren, doch noch von Software verschlungen zu werden, wie es einst der Internetpionier Marc Andreessen formulierte. ♦

Uli Ries



ONLINE

Haben Sie eine Payback-Karte? Mehr zu Bonuskarten erfahren Sie in Folge 127 des Resonator-Podcasts: [→ www.helmholtz.de/resonator-127](http://www.helmholtz.de/resonator-127)



„DIE NUTZER MÜSSEN VERSTEHEN, DASS SIE TEIL DER LÖSUNG SIND. ANDERNFALLS WERDEN SIE TEIL DES PROBLEMS.“

Melanie Volkamer, Expertin für IT-Sicherheit am KIT



„DIE EINZIGE WISSENSCHAFTLICHE DISZIPLIN, IN DER ES ECHE GEGNER GIBT“

Was müssen wir tun, damit das Internet sicherer wird? Michael Backes, Gründungsdirektor des Helmholtz-Zentrums für Informationssicherheit – CISPA, im Gespräch über die Aufgaben für die Politik und jeden einzelnen Nutzer – und darüber, weshalb die Cyber-Angreifer nicht immer die Nase vorn haben müssen.

Herr Backes, welchen Lebensbereich berührt Cybersicherheit eigentlich nicht?

Keinen. IT-Sicherheit ist eines der wichtigsten Themen des 21. Jahrhunderts, da sie quasi jede moderne technische Entwicklung berührt, vom autonomen Fahren bis hin zur Patientenversorgung in Krankenhäusern. Die viel diskutierte künstliche Intelligenz ist chancenlos ohne gründliche Absicherung. Selbst beim Schutz unserer Demokratien spielt Cybersicherheit eine wichtige Rolle, wenn Sie an Wahlautomaten oder E-Voting-Lösungen denken.

Haben die Verteidiger eigentlich eine realistische Chance gegen die Angreifer?

Man muss unterscheiden zwischen mangelnder Sorgfalt bei Unternehmen und Privatleuten, die immer größere Datenberge anhäufen und somit ins Visier von Cyberkriminellen geraten, und den Angreifern, die tatsächlich unbekannte Schwachstellen missbrauchen. Die Forschung, um solche Schwachstellen zu verhindern, ist eine vergleichsweise junge Wissenschaft. Außerdem ist es die einzige wissenschaftliche Disziplin, in der es echte Gegner gibt: Kaum dass ein Problem gelöst wird, kommt ein Angreifer und hebt den Schutzmechanismus wieder aus. Daraus folgt ein Wettrüsten.

Die entscheidende Frage bleibt: Wie können die Verteidiger gewinnen?

Indem Unternehmen und Forscher aufhören, an den Symptomen herumzudoktern. Wer immer nur die nächste Software-Schwachstelle schließt, hat keine Zeit für Grundlegendes. Stattdessen müssen wir durch disruptive Forschung grundlegende Probleme aus der Welt schaffen; das wird nicht ein allumfassendes Konzept sein, sondern viele Lösungen für viele Probleme. Also ein Ansatz, die künstliche Intelligenz sicherer zu machen, einer für sichere Kommunikation, einer zum sicheren Surfen und so weiter.

Machen Sie sich mit dieser Aussage Freunde bei Unternehmen?

Moderne Unternehmen, die selbst Software entwickeln, haben große Sorgen vor Sicherheitslücken, vor allem im Zusammenhang mit autonomen Anwendungen wie selbstfahrenden Autos oder diagnostischen Systemen in der Medizin. Die derzeitigen Probleme lassen sich nur lösen, wenn man sie in der Tiefe versteht. Und da kommt die Forschung ins Spiel: Weil wir uns mit genau diesen Aufgaben beschäftigen, sucht die Industrie unser Wissen. Sie will auch endlich aufhören, Produkte immer nur ein bisschen sicherer zu machen, und erhofft sich vielmehr Verfahren, die nicht angreifbar sind.

Gibt es Beispiele für solche grundlegenden Verbesserungen?

Da fällt mir natürlich Verschlüsselung ein. Moderne kryptografische Verfahren wie hinreichend lange Schlüssel sind nicht zu knacken. Jedenfalls nicht, wenn die entsprechenden Verfahren korrekt als Software implementiert werden. Wer es schaffen will, eine solche Verschlüsselung zu brechen, müsste einen fundamentalen mathematischen Durchbruch erzielen.

Sie erwähnten medizinische Systeme. Wie kann die Wissenschaft hier helfen?

Wir arbeiten beispielsweise an einem Verfahren, das die zentrale Auswertung von Studiendaten erlaubt. Bisher dürfen Institute diese Daten nicht mit anderen teilen, aus Datenschutzgründen. Über Jahrzehnte gesammelte Daten von Zehntausenden Patienten können also nur dezentral analysiert werden. Das wollen wir ändern.

Könnte die Medizin davon wirklich profitieren?

Aber natürlich: Forscher könnten beispielsweise auf Machine Learning basierende Diagnoseverfahren entwickeln. Sie helfen, Krankheiten besser zu verstehen, indem sie die riesigen Datenmengen analysieren, die bereits vorhanden sind. Dieser Wissensschatz ist



elementar für die Gesellschaft, aus ihm kann personalisierte Medizin entstehen, die bis hin zu besseren Therapieformen reichen kann. Wir helfen also dabei, die Stärken der Medizinforschung schneller zum Patienten zu bekommen.

Ein weiteres Feld, auf dem Sie forschen, sind autonom arbeitende Anwendungen. Was sind hier die Herausforderungen?

Autonome Systeme, wie sie für selbstfahrende Autos nötig sind, basieren meist auf maschinellem Lernen. Die Software muss Entscheidungen treffen, die zum Beispiel auf Daten aus Trainings und von Sensoren am Fahrzeug beruhen. Bedeutet das Objekt, das sich nähert, eine Gefahr oder hält es rechtzeitig an? Wir fragen uns, wie solche Systeme unter allen Umständen vertrauenswürdige Entscheidungen treffen können: Wie lässt sich zum Beispiel sicherstellen, dass sie nicht manipuliert wurden? Denn Fehler können etwa im Fall von Autos katastrophale Folgen haben.

Beherrschen denn die Entwickler die Verfahren zum maschinellen Lernen so gut, dass sie Fehler bei Programmierung und Konzeption ausschließen können?

Ich denke nicht. Die heute verwendete Technik der Deep Neural Networks

trifft oftmals Entscheidungen, die ihre Entwickler nicht nachvollziehen können. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Entscheidung richtig oder falsch ist. Die zugrunde liegenden Modelle sind so komplex, dass sie nicht mehr nachvollziehbar sind.

Greifen Sie denn in Ihrer Forschung solche Systeme gezielt an?

Ja, unter anderem die eben erwähnten neuronalen Netze. Wir forschen daran, wie man mit minimalem Aufwand eine fehlerhafte Klassifizierung durch das neuronale Netz provozieren kann. Wir versuchen, grundsätzlich zu verstehen, welche Angriffsvektoren es bei dieser Technik gibt, um dann entsprechende Gegenmaßnahmen zu entwickeln.

Was meinen Sie mit fehlerhafter Klassifizierung?

Bevor es auf die Straße darf, lernt das neuronale Netz durch Trainingsdaten, ein Auto von einem Fahrradfahrer, von einem Fußgänger, von einem Fußgänger mit Kinderwagen zu unterscheiden. Hält das System beispielsweise einen Lastwagenanhänger für ein Straßenschild, kann das fatale Folgen haben. Denken Sie an den Tesla-Unfall im Jahr 2016. (Anm. d. Red.: Der Tesla-Fahrer starb beim Zusammenstoß mit einem Lkw.)

Wie stehen denn die Chancen, dass es eines Tages sichere autonom fahrende Autos gibt?

Wenn wir uns die nötige Zeit nehmen – und ich gehe hier von etlichen Jahren aus –, dann bin ich sehr zuversichtlich.

Das klingt vor allem nach Aufgaben für Experten. Wie steht es denn mit den normalen Computernutzern zu Hause – wie können sie sich schützen?

Die immer wieder genannten Schutzmechanismen wie Firewalls, Virens Scanner, Zugriffskontrollen und Verschlüsselung sind in jedem Fall unabdingbar, da sie wirksam sind. Und das gilt nicht nur für Privatanwender, sondern auch für Unternehmen. Außerdem empfehle ich jedem Anwender, sich einen Passwortmanager zuzulegen, um die Sicherheit von Kennwörtern zu erhöhen. All dies ist aber natürlich nicht der Weisheit letzter Schluss, solange die Systeme nicht grundlegend sicherer werden. Und wir müssen daran arbeiten, das Wissen der Nutzer zu erhöhen.

Wie soll das gelingen? Es kann ja nicht jeder zum Informatiker werden.

Ich sehe darin eine politische Aufgabe: Die Nutzer lassen sich nur über Erziehung erreichen, und hier wird nicht genügend getan. Schulen müssen aufklären und sensibilisieren. Es darf nicht nur darum gehen, Medienkompetenz zu vermitteln; die Schüler müssen erfahren, wie das Internet tickt. Die Kids wissen besser als ihre Lehrer und Eltern, wie Snapchat und Instagram funktionieren – aber nicht, wie die zugrunde liegende Technik funktioniert. Sie sollten dies aber verstehen und wie Unternehmen mit den gesammelten Daten umgehen. Gefragt ist also Methodenkompetenz, um Probleme in der digitalisierten Welt lösen zu können. In Großbritannien und der Schweiz ist dies ein gesondertes Schulfach. Das brauchen wir auch – als einen Baustein, um die Sicherheit im Netz langfristig zu erhöhen. ◆

Interview: **Uli Ries**

→ HELMHOLTZ kompakt



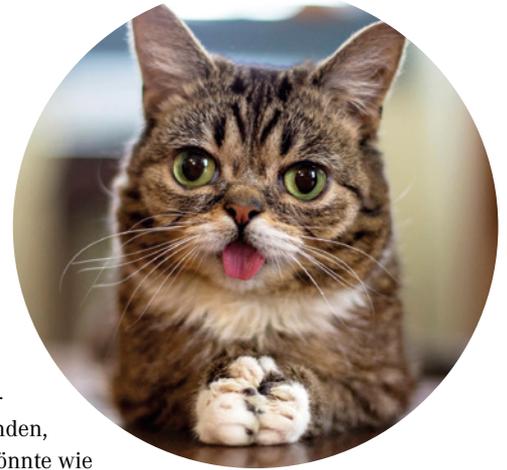
Das Gehirn mag's gesellig Soziale Kontakte wirken sich positiv auf die Gehirnstruktur aus. Doch Vorsicht: Alkohol sollte bei den Treffen mit Freunden nur in Maßen getrunken werden. Bild: Mediteraneo/Fotolia

Lebensstil hinterlässt Spuren im Gehirn

Das menschliche Gehirn ist ein plastisches Organ, das sich ständig verändert. Dass sogar der individuelle Lebensstil sichtbare Spuren im Denkkorgan hinterlässt, konnten nun Wissenschaftler vom **Forschungszentrum Jülich** zeigen. Dazu haben sie MRT-Hirnschans und Daten zu den Lebensgewohnheiten von mehr als 500 Probanden im Alter von 55 bis 85 Jahren ausgewertet. So war es möglich, Zusammenhänge zwischen bestimmten Verhaltensweisen und Veränderungen im Gehirn zu entdecken. Demnach ist bei sportlich aktiven Menschen der Volumenverlust des Gehirns im Alter – der grundsätzlich alle Menschen betrifft – geringer als bei inaktiven Zeitgenossen. Während ein hoher Alkoholkonsum den Verlust von Nervenzellen in bestimmten Hirnregionen zur Folge hat, beeinflusst Rauchen weniger die

Struktur des Gehirns als vielmehr seine Funktion: Bei Rauchern ist die Zusammenarbeit von Hirnregionen untereinander im Ruhezustand höher als bei Nichtrauchern – ein Nachteil, denn wenn die Vernetzung schon in Ruhe verstärkt ist, sinkt die Fähigkeit, bei Bedarf zusätzliche Kapazitäten im Gehirn zu aktivieren. Eine Erkenntnis hat die Forscher überrascht: Bei Menschen mit vielen sozialen Kontakten ist die graue Substanz in bestimmten Bereichen besser erhalten als bei Personen, die eher zu den Einzelgängern zählen. Während es zum Einfluss der anderen Faktoren auf die Hirnstruktur bereits einige Studien gab, war der deutliche Effekt von sozialen Beziehungen bislang unbekannt.

Originalpublikation: doi:10.1038/s41467-019-08500-x



Genom von Social-Media-Star entschlüsselt

Die Internetikone Lil Bub hat rund drei Millionen Facebook-Fans und mehr als 40 Millionen Videoaufrufe bei Youtube – und dabei ist sie nur eine Katze. Im Netz erlangte sie innerhalb kürzester Zeit große Beliebtheit wegen ihrer auffälligen Erscheinung: Ihre Schnauze ist verkürzt, ihre Zunge hängt permanent heraus und an jeder Pfote hat sie einen zusätzlichen Zeh. Deshalb wurden nun auch Genetiker aus den USA und vom **Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin** in der Helmholtz-Gemeinschaft auf Lil Bub aufmerksam. Sie wollten herausfinden, ob das Äußere des Internetstars durch ähnliche genetische Veränderungen verursacht sein könnte wie bei ihren Patienten und Mäusen. Eine durch Crowdfunding finanzierte Genomanalyse ergab, dass die Katze zwei unterschiedliche, seltene DNA-Abweichungen trägt. Eine ist für die Entwicklung der zusätzlichen Zehen verantwortlich, die andere für die sogenannte Marmorknochenkrankheit (Osteopetrose). Lil Bub fehlt in einem Gen eine einzelne Base. Diese genetische Veränderung hat ein Ungleichgewicht zwischen Knochenbildung und Knochenabbau zur Folge, sodass zu viel und zu dichtes Knochengewebe gebildet wird. Die Mutation war bereits zuvor bei Menschen und Mäusen mit Osteopetrose in Verbindung gebracht worden. Die Forscher hoffen nun auf neue Erkenntnisse durch weitere Experten: Sie haben ihre Ergebnisse auf der Plattform Biorxiv für Forscher aus aller Welt zugänglich gemacht.

Originalpublikation: doi:10.1101/556761

Energie speichern mit Eierschalen

Im Gegensatz zu Eiklar und Eigelb landen Eierschalen meist im Müll. Dabei steckt in dieser Naturverpackung ungeahntes Potenzial: Eierschalen haben vielversprechende elektrochemische Eigenschaften, wie ein Team des vom **Karlsruher Institut für Technologie (KIT)** gegründeten **Helmholtz-Instituts Ulm** gemeinsam mit australischen und japanischen Wissenschaftlern entdeckte. Die Schalen können dank des Calciumcarbonats (CaCO_3), aus dem sie bestehen, sehr gut Lithium speichern. Die Forscher wuschen und trockneten sowohl verkalkte Schalen als auch die inneren und äußeren Schalenmembranen und zerkleinerten sie zu einem Pulver. Daraus bauten sie die Elektrode für eine Testzelle. Bei über 1.000 Lade- und Entladezyklen behielt die Testzelle eine Kapazität von 92 Prozent – ein sehr guter Wert. Um die Leistungsfähigkeit des Materials zu verbessern und einen breiten Einsatz zu ermöglichen, sei nun weitere Forschung zum elektrochemischen und physikalischen Verhalten des Materials erforderlich.

Originalpublikation: doi:10.1039/c8dt03252a

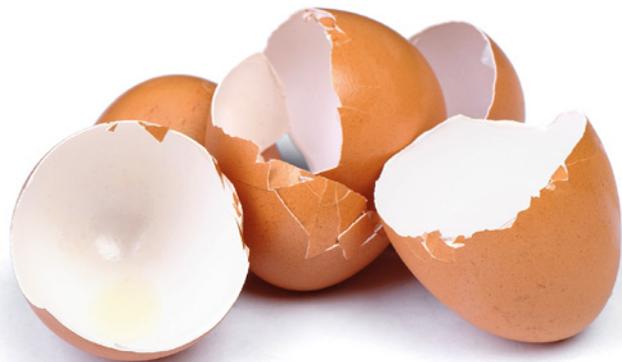


Bild: Igor Kovalchuk/Fotolia

Interaktive Weltkarte zeigt Lichtverschmutzung



Künstliche Lichtquellen erhellen den Planeten immer mehr. Da das ein Problem für Pflanzen und Tiere sein kann, sprechen Forscher auch von Lichtverschmutzung. Um das Phänomen erfahrbar zu machen, haben Forscher des **Helmholtz-Zentrums Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ** eine neue, interaktive Weltkarte entwickelt. Die Webanwendung ermöglicht es Nutzern, in beliebige Orte hineinzuzoomen, um sich die Entwicklung der Lichtverschmutzung in den vergangenen Jahrzehnten anzeigen zu lassen. So lässt sich erkennen, wo die Welt heller wird und wo nicht. Das ist für Bürger, Verwaltungen und Unternehmen, die Beleuchtungsmaßnahmen planen, gleichermaßen interessant, um zunehmender Lichtverschmutzung entgegenzuwirken. Grundlage des kostenlos nutzbaren Projekts mit dem Namen **Radiance Light Trends** waren die frei zugänglichen Daten von zwei Satellitensystemen, die von verschiedenen Regierungsbehörden in den USA betrieben wurden. Die Forscher vom GFZ denken schon weiter und wollen zusammen mit Partnern ähnliche Anwendungen für andere Umweltvarianten entwickeln, etwa für Temperaturdaten oder Veränderungen des arktischen Meereises.

Website: <https://lighttrends.lightpollutionmap.info/>

Wie Spinnenbeine haften bleiben



Sie krabbeln mühelos die Wände hoch und hängen stundenlang kopfüber an der Decke: Spinnen sind wahre Kletterkünstler. Mithilfe moderner Röntgentechnik konnte ein Forscherteam des **Helmholtz-Zentrums Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung (HZG)** und der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel die Haftstruktur von Spinnenbeinen entschlüsseln. Die borstenartigen Beinhaare bestehen unter anderem aus dem Vielfachzucker Chitin. Eine Analyse zeigte, dass die Chitinfasern von Spinnenbeinhaaren ähnlich wie bei Sperrholz parallel verlaufen und so den Belastungen beim ständigen Anhaften und Loslösen standhalten. Von ihren Erkenntnissen erhoffen sich die Forscher neue Ideen für die Entwicklung stark belastbarer Materialien.

Originalpublikation: doi: 10.1098/rsif.2018.0692

Heinz Maier-Leibnitz-Preis für HMGU-Forscherin



In fast allen menschlichen Körperzellen befinden sich sogenannte Glukokortikoidrezeptoren, die wichtige Regulatoren des Stoffwechsels sind. Bei Allergien, Asthma, Rheuma oder Autoimmunerkrankungen können sie als entzündungshemmende

Wirkstoffziele fungieren. Wie Glukokortikoide auf molekularer Ebene wirken und welche Folgen dies für das Immunsystem und den Stoffwechsel hat, untersucht die Münchner Biotechnologin Henriette Uhlenhaut vom Institut für Diabetes und Krebs des **Helmholtz Zentrums München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (HMGU)**. Ihre Arbeiten haben entscheidend zur Entwicklung neuer Therapien bei entzündlichen Krankheiten beigetragen. Dafür erhält Henriette Uhlenhaut neben neun weiteren Wissenschaftlern den mit je 20.000 Euro dotierten Heinz Maier-Leibnitz-Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF).

Annette Doerfel, Martin Trinkaus und Agata Tuzimek

Anzeige



wissenschaft im dialog

Künstliche Intelligenz

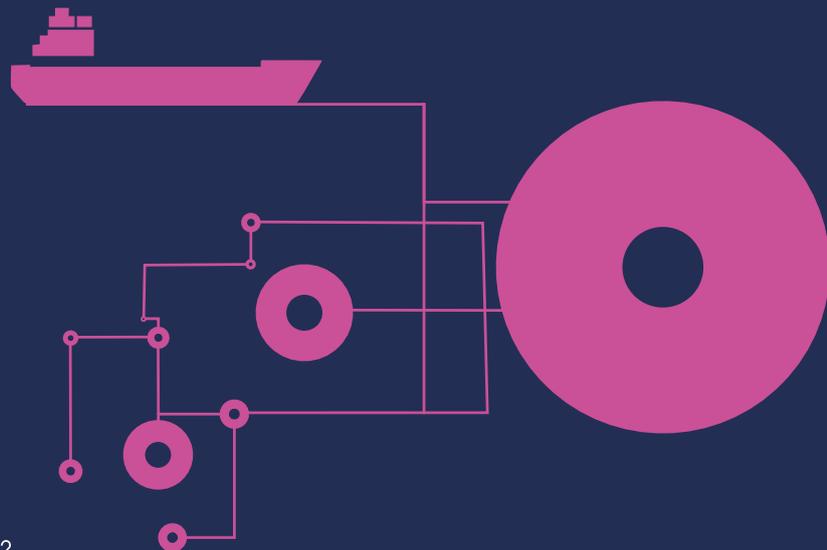
Die Mitmach-Ausstellung auf dem Frachtschiff

MS Wissenschaft

Künstliche Intelligenz (KI) – was ist das eigentlich genau? Wie lernen Menschen und wie lernen Maschinen? Wo bringt KI uns im Alltag Vorteile und welche Risiken gibt es? Darum geht es 2019 in der Ausstellung auf der MS Wissenschaft.

Mai bis Oktober 2019 | Tour durch 27 Städte
Eintritt frei!

www.wissenschaftsjahr.de | www.ms-wissenschaft.de



Wissenschaftsjahr 2019

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ



Erst lesen, dann hören



Seit zehn Jahren forschen Wissenschaftler des Alfred-Wegener-Instituts (AWI) auf der Neumayer-Station III in der Antarktis. Ein feierlicher Anlass für den Helmholtz-Präsidenten Otmar D. Wiestler, die Stationscrew persönlich zu beglückwünschen.

Wie er seine Reise an den südlichsten Arbeitsplatz Deutschlands erlebt hat, erzählt er in **Folge 150 des Resonator-Podcasts**.

„Das ist Forschungsarbeit auf höchstem Niveau“, schwärmt Helmholtz-Präsident Otmar D. Wiestler über die Forschungsstation Neumayer III des AWI. Seit 2009 bildet die Station die Basis der deutschen Antarktisforschung. Im Podcast erzählt Otmar D. Wiestler von seinen Begegnungen und Gesprächen mit den Wissenschaftlern vor Ort und seinen Eindrücken von der Forschung unter den schwierigen Arbeitsbedingungen. Während des Sommers forschen und leben hier bis zu 50 Menschen auf der Station – und selbst im Winter ist sie trotz Dunkelheit und extremen Temperaturen mit einem neunköpfigen Team besetzt. Mit rund 100 Containern voller Vorräte und Apparate sind sie auf jedes erdenkliche Szenario vorbereitet. Zur Station gehören

neben Schlafplätzen und Laboren auch ein Gewächshaus, eine riesige Werkstatt und sogar ein Krankenhaus.

Um die globalen Klimaveränderungen zu verstehen, ermitteln die Forscher der Neumayer-Station III Daten über lange Zeiträume. Neben Ballonstarts und dem Sammeln von Proben gehören minutengenaue Wetterbeobachtungen zu ihren täglichen Aufgaben. Die Forscher interessiert aber nicht nur die Meteorologie: Mithilfe eines Pinguin-Observatoriums wollen sie verstehen, wie sich Kaiserpinguine vor Kälte schützen, indem sie sich zu eng gedrängten Gruppen zusammensetzen.

„Besonders beeindruckt haben mich die Menschen, die dort mit einer von Neugier getriebenen Hingabe für

ihre Forschung, ob bei tobenden Stürmen, endloser Dunkelheit oder extremer Kälte, einen bedeutenden Beitrag zum Klimaschutz für uns und für kommende Generationen leisten“, erzählt Wiestler. Die Frage, ob er sich eine Überwinterung auf der Station vorstellen könnte, bringt Otmar D. Wiestler im Podcast zum Schmunzeln: „Das ist gar nicht so romantisch, wie man sich das vorstellt.“

Agata Tuzimek



AUDIO

Mehr Wissenschaft auf die Ohren gibt es hier:

→ www.helmholtz.de/resonator-150



Kampf gegen das Vergessen

Geliebte Menschen nicht mehr zu erkennen oder wertvolle Erinnerungen zu verlieren – vor kaum einem anderen Alterungsanzeichen fürchten sich Menschen so sehr wie vor dem Vergessen. Forscher versuchen, die molekularen Ursachen für Alzheimer aufzuklären und so den Schlüssel zu einer Therapie zu finden.

Die Fragen hört Anja Schneider immer wieder in ihrer Sprechstunde: „In meiner Familie gibt es Alzheimerfälle“, fragen viele Patienten, „wie hoch ist jetzt mein Risiko? Und kann ich irgendwie vorbeugen?“ Schneider forscht am Deutschen Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE), und weil sie auch die Klinik für Neurodegenerative Erkrankungen und Gerontopsychiatrie am Universitätsklinikum Bonn leitet, ist sie oft im unmittelbaren Kontakt mit Patienten und besorgten Angehörigen. Helfen kann sie nur bedingt mit Medikamenten, die an

den Symptomen ansetzen. Therapien, die den Krankheitsprozess stoppen könnten, gibt es noch nicht, aber: „Man merkt, dass die Leute heute viel früher zum Arzt gehen“, sagt sie – ein Zeichen dafür, dass sich die Bedrohung durch die Krankheit herumgesprochen hat, von der inzwischen allein in Deutschland rund zwei Drittel der 1,7 Millionen Demenzpatienten betroffen sind.

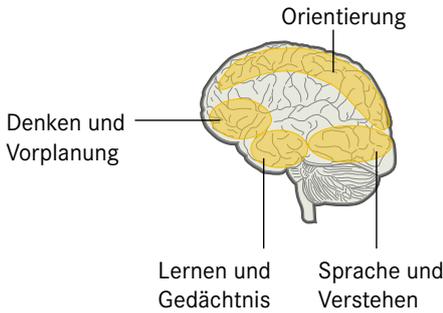
Die Forschung arbeitet daran, den Ursachen von Alzheimer auf die Spur zu kommen – von Psychiatern über Neurologen bis hin zu Biochemikern sind Wissenschaftler mit diesem Thema befasst.

ALZHEIMER – URSACHEN UND KRANKHEITSVERLAUF

Schäden an Nervenzellen



Betroffene Gehirnregionen



Veränderung des Gehirns

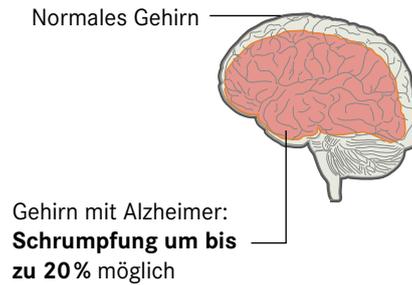


Bild: dpa, Quelle: DZNE, Alzheimer Forschung Initiative

Allein bei Helmholtz forschen Teams aus etlichen Zentren an diesem Thema; besonders viele Kräfte bündelt das DZNE, das vor genau zehn Jahren gegründet wurde. „Für mich ist besonders wichtig, dass am DZNE Forschungsbereiche vernetzt werden, die sonst nicht miteinander in Kontakt kommen würden“, sagt Anja Schneider: „Das reicht von der klinischen Forschung bis zur Grundlagenforschung, und für mich ist es immer besonders spannend, auf die regelmäßigen Treffen zu fahren und zu schauen, wie weit die Kollegen vorangekommen sind.“ Denn so weit die Wissenschaftler in den vergangenen Jahren auch in die Geheimnisse der Alzheimererkrankung vorgedrungen sind – was auf der molekularen Ebene genau passiert, ist noch unklar. Sämtliche Wirkstoffe, auf die Forscher bislang ihre Hoffnungen für eine Therapie gerichtet hatten, sind spätestens in klinischen Studien gescheitert, also während der Erprobung an Patienten.

Fest steht: An Alzheimer erkranken vor allem ältere Menschen jenseits des 65. Lebensjahres. Im Krankheitsverlauf wird das Gehirn immer weiter zerstört. Mediziner unterscheiden zwischen zwei Formen von Alzheimer. Sehr selten ist die hochaggressive familiäre Form, die durch bisher drei bekannte Gendefekte ausgelöst wird. Wesentlich häufiger tritt die sogenannte sporadische Form auf. In beiden Fällen gibt es zwei auffällige Pathologien im Gehirn der Patienten: Erstens haben sie alle Ansammlungen von Proteinen,

sogenannte Plaques. Der wichtigste Bestandteil dieser Klumpen ist ein Proteinbruchstück mit dem Namen Amyloid-beta; es steht im Verdacht, umliegende Nervenzellen zu töten. Die zweite auffällige Gemeinsamkeit: Im Innern ihrer Gehirnzellen lagern sich veränderte Formen von sogenannten Tau-Proteinen in Form von Fasern ab, den Tau-Fibrillen. Dadurch verlieren die Zellen ihre Form und ihre Funktion und zerfallen. Wie die Phänomene zusammenhängen und was letztendlich die Ursache für den Ausbruch von Alzheimer ist, darüber gibt es zwar zahlreiche Hypothesen, aber belegbar sind sie bislang oft nicht.

Jeder Mensch bildet Amyloid-beta – nur kann er es in jungen Jahren besser abbauen. Mit zunehmendem Alter nimmt die Konzentration dieser Proteinbruchstücke zu und damit auch die Wahrscheinlichkeit einer Erkrankung.

Was die Wissenschaftler kennen, sind die Faktoren, die das Risiko einer Erkrankung reduzieren. „Was den Organismus gesund hält, hält auch das Gehirn gesund“ – auf diese vereinfachte Formel bringt es Thomas Willnow vom Berliner Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft (MDC). Er leitet dort ein Team, das sich mit molekularer Herz-Kreislauf-Forschung beschäftigt. Die Verbindung dieses Themenfelds zu Alzheimer ist enger, als es auf den ersten Blick scheint: „Krankheiten wie starkes Übergewicht →





Gesund von Fuß bis Kopf Regelmäßiger Sport und eine gesunde Ernährung können das Alzheimerisiko entscheidend senken. Auch soziale Kontakte und neue Erfahrungen trainieren das Gehirn. Bild: Robert Kneschke/Fotolia

wicht oder Diabetes bringen nicht nur Komplikationen für das Herz-Kreislauf-System mit sich“, sagt Willnow, „sondern sie sind auch einer der wesentlichen Risikofaktoren für neurodegenerative Erkrankungen.“ Nach einer Studie haben Diabetespatienten ein dreifach erhöhtes Risiko, an Alzheimer zu erkranken. Und: Erhöhte Cholesterinwerte schädigen nicht nur das Herz, sondern auch das Gehirn. Diese auffälligen Zusammenhänge haben Thomas Willnow schon zu Beginn seiner Forscherkarriere fasziniert – inzwischen hat er ihnen auf molekularer Ebene genauer nachgespürt.

„Wenn man bei Alzheimer die Hälfte der Nervenzellen verliert, kann derjenige damit besser umgehen, der die andere Hälfte gut trainiert hat.“

Als zentral hat sich ein Protein herausgestellt, das im Stoffwechsel als Transporter fungiert und unter anderem Cholesterin und andere Lipide von Zelle zu Zelle transportiert. Es heißt Apolipoprotein E, kurz ApoE. Jeder Mensch verfügt über dieses ApoE, und es tritt in einer von drei Varianten auf, die sich jeweils nur durch einen einzigen Aminosäurebaustein unterscheiden: ApoE-3 ist die häufige, „normale“ Variante des Transporters, aber bei etwa 15 Prozent der Menschen tritt die Form ApoE-4 auf – trotz dieses vergleichsweise kleinen Anteils stellen sie unter den Alzheimerpatienten etwa 40 Prozent. Die ApoE-Proteine können Amyloid binden, also jenes Protein, das als Verursacher von Alzheimer gilt. Kann ApoE-3 das Amyloid wirksamer binden als ApoE-4 oder hat ApoE-3 eine Schutzfunktion im Cholesterinstoffwechsel des Gehirns, welche ApoE-4 nicht hat? Dies sind derzeit einige der zentralen Fragen in der Alzheimerforschung.



Eins steht für Thomas Willnow aber schon jetzt fest: Jeder kann präventiv gegen Alzheimer tätig werden, denn neben den genetischen Ursachen hat die Krankheit eben auch Wurzeln im menschlichen Verhalten. Willnow rät dazu, erstens das Gedächtnis zu trainieren: „Wenn man bei Alzheimer die Hälfte der Nervenzellen verliert, kann derjenige damit besser umgehen, der die andere Hälfte gut trainiert hat“, sagt er. Zweitens rät er dazu, gesund zu leben, also Risikofaktoren wie Übergewicht zu vermeiden.

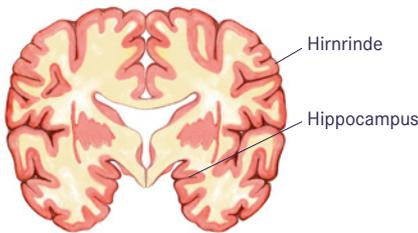
An einer anderen Stelle in der Alzheimerentstehung setzt Dieter Willbold an, der am Forschungszentrum Jülich und an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf forscht. Er ist Experte für Strukturbiologie und beschäftigt sich mit sogenannten Prionen. Der Begriff leitet sich ab von „protein“ und „infection“ und geht zurück auf Stanley Prusiner, der für die Entdeckung der Prionen 1997 mit dem Nobelpreis ausgezeichnet wurde. Im Grunde geht es darum, dass manche Proteine keine definierte dreidimensionale Struktur haben – eines dieser Proteine ist wiederum das Amyloid. „Besonders Proteine ohne feste Struktur können sich offensichtlich zusammenschließen und bilden Aggregate“, sagt Dieter Willbold. „Die Aggregate, die auch Oligomere genannt werden, können eine Funktion hinzugewinnen, die toxisch ist. Für viele Protein-Aggregate ist außerdem beschrieben, dass sie sich auch vermehren können: Wenn ein fehlgefaltetes Protein auf ein ‚normal‘ gefaltetes und ungefährliches Protein trifft, kann es sich dieses einverleiben.“ So vermehren sich Prionen.

Seine Hypothese für die Entstehung von Alzheimer knüpft daran an:

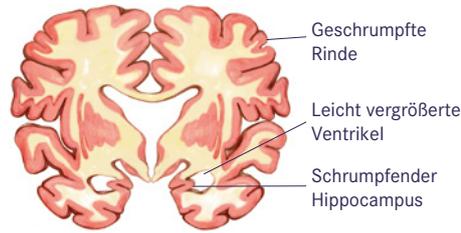
Je höher im Körper die Konzentration von noch normal gefaltetem Amyloid ist, desto größer wird die Wahrscheinlichkeit dafür, dass sich gefährliche Aggregate bilden – und sobald das passiert ist, lässt sich die Prionenvermehrung nicht mehr stoppen. Irgendwann sind dann die Schäden im Gehirn so groß, dass sich die Krankheit manifestiert. Zumindest bislang ist das so. An dieser Stelle will Dieter Willbold mit einem Wirkstoff ansetzen, für den Ende März die erste Phase der klinischen Tests abgeschlossen wurde. PRI-002 heißt die Substanz,



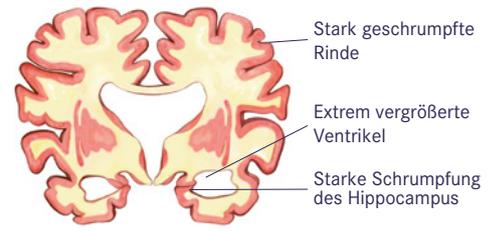
GESUNDES GEHIRN



BEGINNENDE ERKRANKUNG



FORTGESCHRITTENE ERKRANKUNG



die im Labor und an Mäusen bereits gezeigt hat, dass sie die gefährlichen Prionen auflösen kann. Die Priavoid GmbH, eine Ausgründung aus der Universität Düsseldorf und dem Forschungszentrum Jülich, treibt die Studien jetzt weiter voran. Weil der Wirkstoff an einer ganz anderen Stelle im Krankheitsverlauf ansetzt als jene Medikamente, deren klinische Studien bislang gescheitert sind, ist Dieter Willbold optimistisch: Wenn sich seine Hypothese bestätigt und tatsächlich die Amyloid-beta-Prionen die Ursache für Alzheimer sind, dann wird sein Wirkstoff funktionieren, davon ist er fest überzeugt: „Wir bezeichnen ihn als Antiprionikum, analog zum Antibiotikum“, sagt Willbold.

Und es gibt weitere Forschungsansätze. Anja Schneider vom DZNE in Bonn will Biomarker im Blut finden, mit denen sich neurodegenerative Erkrankungen wie Alzheimer sehr früh erkennen lassen. Schon heute lassen sich durch Methoden wie etwa das sogenannte Amyloid-PET die gefährlichen Amyloid-Plaques im Gehirn in einem frühen Stadium nachweisen – dafür müssen die Patienten allerdings eine radioaktive Substanz gespritzt bekommen. „Für ein

Massenscreening taugen diese bisherigen Früherkennungsmethoden deshalb nicht“, sagt Anja Schneider. Ihr Ansatzpunkt sind sogenannte extrazelluläre Vesikel: Das sind Transporter, die Proteine von einer Nervenzelle auf die nächste übertragen – im Fall von Alzheimer und auch Parkinson wird dadurch möglicherweise die Krankheit weiterverbreitet.

Anja Schneider führt derzeit zudem eine klinische Studie durch, in der es um das Medikament Vorinostat geht: Das ist in Kanada für die Behandlung von Krebs zugelassen, hat aber in der dafür verwendeten Dosierung schwere Nebenwirkungen, die von akuter Übelkeit bis zur Bildung von Blutgerinnseln reichen können. Der gleiche Wirkstoff konnte bei Alzheimerstudien bei Mäusen Lernen und Gedächtnis verbessern und pathologische Veränderungen hemmen, wie André Fischer vom DZNE Göttingen herausgefunden hat. Deshalb führt Schneider derzeit eine Studie durch, um zu klären, wie groß die Dosis sein muss, damit das Medikament Alzheimerpatienten hilft und zugleich möglichst wenige Nebenwirkungen hat.

„... mit einer Kombination aus medikamentösen Therapien und einer verbesserten Lebensführung können wir die Demenz wohl immer weiter rausschieben.“

Thomas Willnow, der Forscher des Berliner Max-Delbrück-Centrums, seufzt, wenn man ihn nach dem Stand der Alzheimerforschung fragt. Weit mehr als ein Jahrzehnt arbeiten Wissenschaftler auf aller Welt fieberhaft daran, „aber Tatsache ist, dass wir Alzheimer immer noch nicht heilen können. Insofern ist es sinnlos, zu fragen, ob das Glas halb voll oder halb leer ist.“ Seine Zwischenbilanz indes fällt positiv aus: Die Forschung wisse heute schon so viel über die Abläufe auf molekularer Basis, dass sie die Krankheit von verschiedener Seite aus quasi umzingeln könne. „Meiner Meinung nach wird es am Ende keine Zauberpille geben, die Alzheimer heilt, schließlich ist es letztlich ein Alterungsprozess des Gehirns“, sagt er, „aber mit einer Kombination aus medikamentösen Therapien und einer verbesserten Lebensführung können wir die Demenz wohl immer weiter rausschieben.“

Kilian Kirchgeßner

Schleichender Prozess

Während die Alzheimer-Erkrankung fortschreitet, kommt es zu einem umfassenden Rückgang von Hirngewebe. Zudem sind die Hirnkammern, die die Hirnflüssigkeit enthalten (Ventrikel), stark erweitert.

Quelle: Alzheimer Forschung Initiative e.V./ www.alzheimer-forschung.de



ONLINE

Über den Kampf gegen Alzheimer und seine Bilanz zum 10-jährigen Jubiläum erzählt DZNE-Vorstandsvorsitzender Pierluigi Nicotera im Interview:

→ www.helmholtz.de/alzheimer



„Wie frei und unabhängig können Doktoranden forschen?“

Jedes Jahr schließen rund 30.000 Doktoranden in Deutschland erfolgreich ihre Promotion ab. Um dieses Ziel zu erreichen, sollen sie sich möglichst selbstständig und unabhängig ihrer Doktorarbeit widmen. Doch wie frei können Doktoranden in Deutschland wirklich arbeiten? Zwei Blickwinkel.



Heinz Kalt
Professor für Angewandte
Physik und Ombudsperson zur
Sicherung guter wissenschaft-
licher Praxis am Karlsruher
Institut für Technologie (KIT)

„Es gab in den vergangenen Jahren entscheidende Entwicklungen, die die Rechte der Doktoranden fundamental gestärkt haben.“

In der Regel arbeiten Doktoranden in einem begrenzten Themengebiet, das durch die meist projektgebundene Forschung eines Instituts vorgegeben ist. Damit ergibt sich automatisch eine Verantwortung dem Geldgeber gegenüber, beispielsweise mit Blick auf die Verwendung von Mitteln im Sinne der geförderten Thematik und die Erfüllung von Meilensteinen. Weitere Einschränkungen können durch Gesetze, Verträge oder Vertraulichkeitsvereinbarungen gegeben sein. Dies sind gravierende, aber legitime Einschränkungen der Forschung im Rahmen einer Dissertation. Aber es gibt auch immer wieder Doktoranden, denen die Einreichung ihrer Dissertation ohne substantielle Begründung oder denen die Verwertung unliebsamer Ergebnisse verboten wird.

In den vergangenen Jahren gab es jedoch entscheidende Entwicklungen, die die Rechte der Doktoranden fundamental gestärkt haben. Maßnahmen zur Qualitätssicherung etwa sind per Gesetz in vielen Bundesländern vorgeschrieben. Hierzu gehören unter anderem Betreuungsvereinbarungen, die die Professoren verpflichten, die wissenschaftliche Selbstständigkeit der Doktoranden zu unterstützen. Weiterhin haben inzwischen alle wissenschaftlichen Einrichtungen verbindliche Regeln zur guten wissenschaftlichen Praxis (gWP)

erlassen. Diese sollen unter anderem verhindern, dass den Doktoranden bezüglich der Ergebnisse ihrer Forschung Vorgaben gemacht werden, die etwa mit möglichen Interessen von Geldgebern zusammenhängen, mit dem Schutz des Ansehens oder der Tradition einer Institution oder auch mit den Karriereplänen von Betreuern. Die Regeln der gWP verpflichten alle Wissenschaftler zur ergebnisoffenen Forschung und implementieren den offenen wissenschaftlichen Diskurs als Grundprinzip.

Dies bedeutet zum Beispiel, dass eine gängige Lehrmeinung auf der Basis belegbarer Argumente oder klarer wissenschaftlicher Resultate angezweifelt werden darf. Oder dass Projekte den vorgeschriebenen Weg verlassen dürfen und sollen, wenn sich wesentliche neue Erkenntnisse ergeben.

Es gibt sie leider noch vereinzelt: Wissenschaftler, die sich einer transparenten Forschung verweigern. Hier stehen den Doktoranden Ombudspersonen und -gremien als Ansprechpartner und Vermittler zur Verfügung. Es ist von enormer Wichtigkeit, dass die Regeln der gWP immer mehr Teil der DNA der Forschungsgemeinschaft werden. Jeder Doktorand darf und sollte sich auf diese Regeln berufen. Dies stärkt nicht nur die Rechte der Doktoranden, es stärkt auch das Vertrauen der Öffentlichkeit in die Wissenschaft. ◆



**Freiheit
ist unser
System.**

Gemeinsam für die
Wissenschaft.
70 Jahre Grundgesetz.

www.wissenschaftsfreiheit.de

„Beim genaueren Blick auf das Arbeitsumfeld von Doktoranden fallen Einschränkungen verschiedenster Art ins Auge.“

Doktoranden forschen in zukunftsweisenden Bereichen und leisten einen maßgeblichen Beitrag zur Beantwortung drängender Fragen der Gesellschaft. Sie arbeiten beispielsweise an der Gestaltung der Energiewende mit, erkunden neue Wege in der Informationstechnologie oder helfen, Volkskrankheiten besser zu verstehen. Oft finden Doktoranden dabei gute Voraussetzungen für ihre Arbeit vor – aber immer wieder stoßen sie auch an Grenzen, die ihre Forschungsfreiheit nachhaltig einschränken.

Ein Blick auf die positiven Aspekte offenbart, wie die Forschung für Doktoranden in Deutschland sein sollte und oft auch ist: In erster Linie ist es die Aufgabe der Doktoranden, eine – meist in Zusammenarbeit mit ihren Doktormüttern und -vätern entwickelte – Hypothese in ihrem Forschungsgebiet zu prüfen und bestenfalls zu bestätigen. Methodisch stehen den Doktoranden dafür viele Möglichkeiten offen, auch durch den Zugang zu einzigartiger Forschungsinfrastruktur. Die Vernetzung mit Forschenden weltweit, auf Konferenzen oder bei Forschungsaufenthalten, ermöglicht offene Diskussionen über Forschungsfragen und Zugang zu deren Expertise.

Dass Doktoranden mit ihrer Promotionsstelle grundsätzlich zufrieden sind, bestätigen Umfra-

gen immer wieder. Beim genaueren Blick auf das Arbeitsumfeld von Doktoranden fallen jedoch auch Einschränkungen verschiedenster Art ins Auge. An ihren Instituten werden ihnen Aufgaben übertragen, die nicht unmittelbar mit ihrem Promotionsvorhaben vereinbar sind und damit wertvolle Zeit kosten oder sogar als Ausnutzung empfunden werden.

Wichtige Gesprächspartner und wissenschaftliche Führungskräfte sind für Doktoranden immer öfter nicht erreichbar – dadurch ist es schwierig, über Zwischenergebnisse und die nötigen nächsten Schritte zu diskutieren. Deutlich herauszustellen ist, dass die vertragliche Situation für viele Doktoranden nicht zufriedenstellend ist. Oft fehlen konkrete Vereinbarungen über Projektlänge und -ziele und klare Perspektiven für die Zeit nach der Promotion. Das macht eine längerfristige Planung in einer sehr entscheidenden Lebensphase oft unmöglich – und ja: Das schränkt die empfundene und tatsächliche Unabhängigkeit und Freiheit empfindlich ein.

Wir müssen verstärkt und offen über diese Missstände diskutieren und Verbesserungen konsequent umsetzen. Nur so gewährleisten wir, dass weiterhin eine hohe Qualität in der Wissenschaft erreicht werden kann. ◆



Tim Lienig
Doktorand im Bereich
Mikrostrukturforschung des
Peter-Grünberg-Instituts am
Forschungszentrum Jülich und
Sprecher der Doktoranden-
initiative Helmholtz Juniors



ONLINE

Diskutieren Sie mit
uns unter dem
folgenden Link:

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



Es liegt was in der Luft

Luftbelastungen und Grenzwerte sind zu politischem Sprengstoff geworden. Aber was ist eigentlich gute Luft – und woher kommen die Schadstoffe wie Stickoxide, Ozon oder Feinstaub?

Sich über viel befahrene Hauptstraßen und durch stickige Tunnel zu quälen, umwabert von den Abgaswolken anderer Fahrzeuge – das klingt nicht unbedingt nach reinem Fahrvergnügen. Doch für Robert Wegener und seine Kollegen vom Forschungszentrum Jülich gehört das zu ihrer Arbeit. Wenn sie sich in ihren Kleintransporter setzen, der mit Messtechnik vollgestopft ist, sind sie der Luftqualität auf der Spur. Mithilfe ihres „MobiLab“ genannten Labors auf vier Rädern wollen sie herausfinden, wie sich Stickoxide, Feinstaub und andere Schadstoffe in Städten verteilen.

Das Team aus Jülich gehört damit zu jenen Helmholtz-Forschern, die Daten zu einer hochaktuellen Debatte liefern. Dieselskandal, Fahrverbote, hitzige Diskussionen über Grenzwerte: Das Thema Luftverschmutzung hat Anfang des Jahres reichlich Schlagzeilen gemacht. Aber was sind das eigentlich für Substanzen, die das Atmen zum Gesundheitsrisiko machen können? Was gehört in die Luft und was nicht?

„Es gibt keine allgemeingültige Definition dafür, was saubere Luft eigentlich ist.“

Trockene Luft besteht zu 99 Prozent aus den beiden Gasen Stickstoff und Sauerstoff. Der restliche Prozentpunkt setzt sich aus zahlreichen weiteren Bestandteilen zusammen. Dazu gehören zum Beispiel das Edelgas Argon oder das als Treibhausgas bekannte Kohlenstoffdioxid, aber auch sogenannte Spurengase wie Ozon, die teilweise nur in extrem geringen Konzentrationen vorkommen. Auch feste und flüssige Partikel schweben ohne Zutun des Menschen in der Atmosphäre. Die Palette reicht von Wüstenstaub, Vulkanasche und Meersalz bis hin zu Pollen, Bakterien und Pilzsporen.

Zu diesem Gemisch kommen all jene Verbindungen, die der Mensch zum Beispiel durch Verbrennungsprozesse freisetzt. Ab wann sie zur Belastung werden können, ist gar nicht so leicht einzuschätzen. „Es gibt keine allgemeingültige Definition dafür, was saubere Luft eigentlich ist“, sagt Marcel Langner vom Umweltbundesamt

Luftanalyse auf Rädern Robert Wegener unternimmt mit dem MobiLab regelmäßig Messfahrten, um die Luftzusammensetzung zu bestimmen. Bild: Wilhelm-Peter Schneider/FZ Jülich

(UBA) in Dessau. Dort orientiert man sich an den Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation WHO. Sie ermittelt regelmäßig für die bekannten Schadstoffe Richtwerte, die im Interesse der Gesundheit nicht überschritten werden sollen. Diese werden auf Basis aller aktuell verfügbaren wissenschaftlichen Studien zu diesem Thema von der WHO gemeinsam mit externen Expertengremien festgelegt. Bei einigen Substanzen wie dem zu den Stickoxiden zählenden Stickstoffdioxid (NO_2) stimmen diese Empfehlungen mit den Grenzwerten überein, die in der EU gelten. In anderen Fällen wie etwa beim Feinstaub setzt die WHO dagegen deutlich strengere Maßstäbe an – zu Recht, wie viele Experten finden.

Und wie verschmutzt ist die Luft in Deutschland wirklich? „Die Messungen übernehmen bundesweit mehr als 650 feste Messstationen“, sagt UBA-Experte Marcel Langner. Dazu kommen noch spezielle Messsysteme für die Forschung wie das MobiLab aus Jülich. „Dessen Vorteil ist, dass wir auch während der Fahrt messen können“, sagt Robert Wegener. Dabei bekommt man zwar immer nur eine Momentaufnahme der aktuellen Situation. Dafür registriert der rollende Luftanalysator aber jede Sekunde einen Messwert, während die fest installierten Systeme meist den Durchschnitt für eine Stunde angeben. „Wir können also auch sehr feine Unterschiede in der Schadstoffverteilung erfassen“, erklärt der Forscher. Vor allem in Stuttgart und Berlin hat er mit seinen Kollegen in den vergangenen Jahren solche Messungen durchgeführt. →

***Argon, Kohlenstoffdioxid, andere Gase**





Rollendes Labor

Das MobiLab kann sowohl gasförmige Spurenstoffe als auch Partikel in der Luft messen. Relativ neu ist ein Messgerät für Methan. Das Treibhausgas ist rund 25-mal klimaschädlicher als Kohlenstoffdioxid. Bild: Wilhelm-Peter Schneider/ Forschungszentrum Jülich

Die Wissenschaftler konzentrieren sich dabei unter anderem auf Tunnel. Denn hier sammeln sich die Abgase, sodass die Forscher einen Eindruck vom Schadstoffausstoß des gesamten Straßenverkehrs gewinnen können. Die Emissionen können dabei von Tag zu Tag stark variieren. Das gilt zum Beispiel für die viel diskutierten Stickoxide. Für das Gas Stickstoffdioxid, das die Atemwege und das Herz-Kreislauf-System schädigen kann, liegen die Werte an Werktagen besonders hoch. Am Wochenende, wenn vor allem Pkw unterwegs sind, haben die Jülicher Forscher im Verhältnis zum Kohlendioxid geringere Konzentrationen dieses Schadstoffs gemessen. „Das zeigt, dass der Lkw-Verkehr an diesem Problem einen großen Anteil hat“, sagt Robert Wegener.

Am Beispiel des Stickstoffdioxids zeigt sich auch ein weiteres Problem mit der Luftbelastung: Die Schadstoffe gehen in der Luft Reaktionen miteinander ein und bilden weitere problematische Verbindungen. Das ebenfalls atemwegsreizende Ozon (O₃) zum Beispiel quillt nicht direkt aus dem Auspuff, sondern entsteht unter dem Einfluss des Sonnenlichts aus Stickoxiden und flüchtigen organischen Kohlenwasserstoffen (VOC). Beide wurden früher in großen Mengen im Straßenverkehr frei, sodass im Sommer in den Städten oft hohe Ozonkonzentrationen auftraten. Heute ist das anders: Dank der Katalysatoren sind seit den 1990er-Jahren die Stickoxid- und VOC-Emissionen von Benzinern stark zurückgegangen. Bei Dieselfahrzeugen gilt das aber nur für die VOC, ihr Stickoxidausstoß wurde nur unwesentlich redu-

ziert. „Für die gesamte Fahrzeugflotte gesehen ist das Verhältnis zwischen diesen beiden Vorläufern deshalb nicht mehr günstig für die Ozonbildung“, erklärt Robert Wegener. Falls es gelingt, künftig auch die Stickoxidemissionen der Dieselfahrzeuge zu reduzieren, könnte sich das aber paradoxerweise ändern, sodass die Ozonbelastung wieder ansteigen würde.

„Was die gesundheitlichen Folgen angeht, ist Feinstaub heute das Problem Nummer eins unter den Luftschadstoffen.“

„Das heißt allerdings nicht, dass wir die Stickoxid-Emissionen auf dem heutigen Niveau lassen sollten“, betont der Jülicher Forscher. Denn NO₂ gehört außerdem zu jenen Gasen, die durch chemische Reaktionen zur Bildung von Partikeln führen und damit die Feinstaubkonzentrationen in die Höhe treiben. Zwar ist auch diese Art der Belastung in den vergangenen 30 Jahren zurückgegangen – zumindest, wenn man die Masse des freigesetzten Feinstaubes betrachtet. Dafür werden heute eher die sehr kleinen Teilchen emittiert, die besonders schädlich für die Lunge und das Herz-Kreislauf-System sind. Deshalb wollen viele Experten in dieser Hinsicht noch keine Entwarnung geben. „Was die gesundheitlichen Folgen angeht, ist Feinstaub heute das Problem Nummer eins unter den Luftschadstoffen“, urteilt Marcel Langner vom UBA.

An dieser Stelle kommen auch andere Quellen der Luftverschmutzung ins Spiel als nur der Straßenverkehr. Die Bildung von Feinstaub wird nämlich nicht nur durch Stickoxide, sondern auch durch andere Luftschadstoffe wie Ammoniak (NH₃) angekurbelt – und dessen Emissionen sind in den vergangenen Jahren so gut wie gar nicht zurückgegangen. Die Hauptquelle für Ammoniak ist die Landwirtschaft; vor allem Felder, die mit Gülle gedüngt werden.

Volker Matthias und seine Kollegen vom Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG) haben sich mit der Frage beschäftigt, wie sich dieses Problem in den Griff bekommen lässt. Mit dreidimensionalen Computermodellen bilden sie die meteorologischen und chemischen Vorgänge in der unteren Etage der Atmosphäre nach. So können sie berechnen, wie sich die aus verschiedenen Quellen freigesetzten Verbindungen in andere umwandeln, wie sie transportiert werden und wo sie schließlich landen. Am Ende spucken die



ONLINE

Bus? Fahrrad? Auto?
Was uns in Zukunft bewegt:

→ www.helmholtz.de/mobilitaet



Modelle dann nicht nur Karten der Schadstoffverteilung aus. „Man kann damit auch durchrechnen, was bestimmte Maßnahmen für die Luftqualität bewirken“, sagt Volker Matthias. Beim Ammoniak kamen die Computer da zu einem eindeutigen Ergebnis: Wenn die Emissionen sinken sollen, müsste in Deutschland deutlich weniger Fleisch produziert werden.

Das Team aus Geesthacht nimmt aber auch noch zahlreiche andere Emissionsquellen unter die Lupe. Einen ihrer Schwerpunkte haben die Forscher dabei auf den Schiffsverkehr gelegt. Für die Nordsee basiert ihre Modellierung auf unzähligen Details: Die Forscher stellen fest, wie schnell jedes einzelne Schiff fährt, welche Maschinen es antreiben und wie groß sein Schadstoffausstoß ist. So konnten die Wissenschaftler am Ende berechnen, welche Mengen von Stickoxiden, Feinstaub und anderen Schadstoffen die Schiffe auf der Nordsee in einem Jahr ausstoßen. Ihr Fazit: Vor allem im Sommer ist der Schiffsverkehr eine sprudelnde Feinstaubquelle. Der größte Anteil dieser Belastung kommt durch die chemischen Reaktionen von Gasen zustande, bei denen sich Partikel bilden.

Was aber passiert, wenn ein Schiff im Hafen liegt? Auch da laufen schließlich die Maschinen, weil Frachter zum Beispiel Energie für die Kühlung brauchen und Kreuzfahrer den Hotelbetrieb aufrechterhalten müssen. Auch für diese Situation haben die Forscher ein Modell entwickelt, das auf Umfragen zum Treibstoffverbrauch von rund 200 Schiffen basiert. „Demnach sind auch Häfen durchaus ernst zu nehmende Belastungsquellen“, sagt Volker Matthias. So steuert der Hamburger Hafen ein knappes Drittel zu den Stickoxidemissionen der Hansestadt bei. Es ist also nicht nur der viel diskutierte Straßenverkehr, der in Deutschland für dicke Luft sorgt: Zu ihrer Belastung tragen die verschiedensten Quellen und chemischen Reaktionen bei. Es gibt also viele Schrauben, an denen man drehen könnte, um für bessere Luft zu sorgen. ◆

Kerstin Viering

FEINSTAUB

- Unter Feinstaub versteht man winzige Teilchen in der Luft, die nicht sofort zu Boden sinken, sondern eine Zeit lang in der Atmosphäre schweben.
- Ein Teil dieser Partikel ist natürlichen Ursprungs. Dazu gehören zum Beispiel Wüstenstaub, Vulkanasche, Meersalz, Pilzsporen und Pollen.
- Eine wichtige vom Menschen geschaffene Quelle für diesen Schadstoff ist der Straßenverkehr. Nicht nur Dieselmotoren setzen vor allem in Ballungsräumen große Mengen Feinstaub frei, dazu kommen auch der Abrieb von Bremsen und Reifen sowie der aufgewirbelte Straßenstaub. Neben Kraftfahrzeugen tragen auch Heizwerke, Müllverbrennungsanlagen sowie Öfen und Heizungen in Wohnungen zur Feinstaubbelastung bei. Weitere Partikel kommen aus der Landwirtschaft, der Industrie und dem Schüttgutumschlag.
- Der Löwenanteil der Belastung kommt nicht durch direkte Emissionen zustande, sondern durch chemische Reaktionen, bei denen Gase wie Stickoxide und Ammoniak die Feinstaubbildung ankurbeln.
- Die Wirkung der Teilchen auf die Gesundheit hängt entscheidend von ihrem Durchmesser ab. Je kleiner sie sind, desto weiter können sie in den Atemtrakt vordringen. Partikel mit einem Durchmesser von weniger als 10 Mikrometern können in die Nasenhöhle eindringen. Teilchen mit einem Durchmesser von weniger als 2,5 Mikrometern können die Bronchien oder Lungenbläschen erreichen. Ultrafeine Partikel mit einem Durchmesser von weniger als 0,1 Mikrometer können sogar in den Blutkreislauf gelangen.

Volldampf voraus Schätzungen zufolge verursachen Schiffe rund 13 Prozent der weltweiten Emissionen.
Bild: panalot/Fotolia



Warum es unklug ist, wenn mir jemand den Rücken freihalten muss

Wenn exzellente Forschung nur dadurch ermöglicht wird, dass sich die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit nichts anderem als ihrer Forschung beschäftigen, ist das vor allem eins: unklug. Ein Kommentar der Gleichstellungsbeauftragten des Helmholtz-Arbeitskreises Frauen in den Forschungszentren (akfifz).

Wieso lesen und hören wir immer wieder – auch in diesem Magazin –, dass eine ausgezeichnete wissenschaftliche Leistung nur möglich war, weil den Forschenden familiär „der Rücken freigelassen wurde“? Und das, obwohl die Forschungseinrichtungen und Universitäten in Deutschland unisono die Wichtigkeit der Vereinbarkeit von Familie und Beruf betonen und die Mehrheit sogar entsprechend zertifiziert ist? Im besten Fall ist die Notwendigkeit des freien Rückens eine Fehlwahrnehmung, schlicht ein Irrtum. Im schlimmsten Fall ist sie gelebter Alltag.

Dass Forschende sich in der Einschätzung der eigenen Lebenssituation so sehr irren, dürfte wohl eher unwahrscheinlich sein. Wir müssen deshalb vom schlimmsten Fall ausgehen – und das hat Konsequenzen. Aus zwei Gründen sind akademische Strukturen und Kulturen, die erfolgreiche Forschung und Karriere nur ermöglichen, indem sie familiäres, gesellschaftliches oder privates Engagement ausschließen, unklug:

Erstens – das ist das wettbewerbliche Argument – schränken wir damit die Wissenschaft massiv ein. Zunächst verzichten wir selbstredend auf das Potenzial derjenigen in einer Lebensgemeinschaft, die zugunsten der anderen zu Hause bleiben. Wir erschweren damit nachhaltig die volle Nutzung des Potenzials vieler exzellenter Forscherinnen und Forscher, die in Doppelkarrierehaushalten leben wollen oder die sich mehr oder weniger allein um die Erziehung ihrer Kinder oder die Pflege ihrer Angehörigen kümmern. Mit solchen Strukturen mindern wir aber auch erheblich die nationale und internationale Ausstrahlungs- und Anziehungskraft eines Forschungsstandortes, einer Forschungseinrichtung, schmälern deren Reputation und beeinträchtigen die Attraktivität der Wissenschaft als Arbeitsfeld, das immer in starker Konkurrenz zur Wirtschaft steht. Letztendlich beschränken akademische Strukturen und institutionelle Kulturen, die nichtwissenschaftliches Engagement erschweren, die Vielfalt derer, die am Forschungsprozess beteiligt sind – und damit die Vielfalt der wissenschaftlichen Ansätze, Ideen und Perspektiven. Sie vermindern die wichtigste Ressource der Wissenschaft – kognitive Vielfalt – und folglich die Chance auf neuartige und kreative Lösungen für unsere drängenden, komplexen Fragen.

Zweitens – das ist das normative Argument – provozieren wir mit solchen Strukturen und Kulturen eine Schiefelage, die unserer Gesellschaft langfristig und umfassend schadet. Wenn eine



Ines Thronicker ist Gleichstellungsbeauftragte am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ und Mitglied im Helmholtz-Arbeitskreis Frauen in Forschungszentren (akfifz)

Person der anderen den Rücken freihalten muss, führt das zu oft zu traditionellen Rollenverteilungen in den Familien, in denen dann eine Person die familiären Versorgungs-, Pflege- und Haushaltsaufgaben übernimmt. Diese Rollenverteilung ist maßgeblich mitverantwortlich dafür, dass Frauen in der Wissenschaft und in Führungspositionen unterrepräsentiert sind, für gleiche Arbeit weniger Lohn erhalten und besonders stark von Altersarmut betroffen sind. Hinzu kommt: Wenn sich Forschende um nichts als ihre Arbeit kümmern können, fehlt ihnen die Gelegenheit, sich mit all ihrem Weitblick und Sachverstand, ihrem analytischen Denken und evidenzbasierten Argumentieren, ihrer Neugier und Kreativität – und ihren ganz persönlichen Ansichten und Werthaltungen – in ihre Familien und in zivilgesellschaftliche Mitgestaltungsprozesse einzubringen.

Doch dass unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit ihrer Arbeit, aber auch mit ihrem Engagement in die Gesellschaft hineinwirken und wiederum von der Gesellschaft inspiriert werden – das sollte doch unser Anspruch sein. ◆

Ansprechpartnerin für den Kommentar: Ines Thronicker, UFZ
Sprecherin des akfifz: Martina von der Ahe, FZ Jülich

NACHGEFRAGT:

„WARUM BRUMMEN HOCHSPANNUNGSLEITUNGEN“



Hörst du das auch? In der Nähe von Hochspannungsleitungen hört man meist ein leichtes Brummen. Doch ist das wirklich der Strom, der fließt? Bild: Pixabay

Hochspannungsleitungen transportieren elektrische Energie – und wenn man unter ihnen steht, kann man das scheinbar auch hören. Woher das satte Brummen oder Zischen kommt, erklärt Harry Hoffmann, Ingenieur am Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB).

„Egal ob Motor, Spule oder Hochspannungsleitung: Jeder elektrische Leiter, durch den Strom fließt, entwickelt ein Magnetfeld. Bei Hochspannungsleitungen verlaufen mehrere Leiterseile parallel – und deren jeweilige Felder wirken aufeinander. Gleiche Felder stoßen sich ab, unterschiedliche Felder ziehen sich an. Dadurch geraten die Seile in Bewegung, sie schwingen aufgrund der Wechselwirkung in einem 50-Hertz-Takt – also 50-Mal pro Sekunde. Grundsätzlich gilt: Wenn sich etwas in der Luft bewegt, wird sie komprimiert und es entsteht Schall. Im Fall der Leitungen ein leichtes Brummen.“

Es gibt bei Hochspannungsleitungen einen zweiten Grund für Geräusche. Sie stammen von den Isolatoren, mit denen die Seile an den Masten befestigt sind. Die Leitungen führen ein hohes

Spannungspotenzial und obwohl die Isolatoren kaum Strom leiten, isolieren sie nicht perfekt. Daher schaffen es einige Elektronen, die Isolationsstrecken zu überwinden, denn in starken elektrischen Feldern gelingt es ihnen, sich aus ihrer Bindung zu lösen. Diese sehr kleinen Ströme von punktuellen Spannungsentladungen machen sich durch ein Zischeln bemerkbar. Wie viele Elektronen sich lösen, hängt von den verwendeten Isolationsmedien und der Luftfeuchtigkeit ab. Wenn es zum Beispiel neblig ist, kommt es vermehrt zu Entladungen. Auch wenn sich mehr leitfähige Partikel wie etwa Staub an den Isolatoren ablagern, wird das Zischeln stärker. Materialforscher arbeiten daher an neuen Beschichtungen, die diese Entladungen minimieren, denn all das sind Verluste.

„Hochspannung“ ist übrigens eine Frage der Perspektive: Während Hochspannungsleitungen 110 Kilovolt nutzen, arbeiten wir beim Beschleuniger Bessy II am HZB mit Spannungen von bis zu zwei Gigavolt, um Elektronen für unsere Experimente auf Tempo zu bringen.

Nachgefragt hat **Kristine August**



ONLINE

Alle Ausgaben von
Nachgefragt:

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



Jede einzelne Zelle im Blick

Wie kann man bei jeder Zelle im Körper kontrollieren, ob sie sich gesund entwickelt oder krank wird? Die Initiative „LifeTime“ kombiniert dafür künstliche Intelligenz und Molekularbiologie. Mitkoordinator Nikolaus Rajewsky vom Max-Delbrück-Centrum (MDC) im Gespräch über die Geheimnisse der Zellen – und darüber, was ihn mit Wilhelm Conrad Röntgen verbindet.

Herr Rajewsky, die Fachzeitschrift „Science“ hat die Methoden von LifeTime zum „Wissenschaftsdurchbruch des Jahres 2018“ erklärt. Worum geht es Ihnen?

Letztlich wollen wir mit LifeTime langfristig die gesamte Gesundheitsversorgung verbessern. Schlüssel dazu sind die Zellen, die Einheit des menschlichen Lebens. Wir haben heute die Möglichkeit, in sie hineinzuschauen: Wie trifft die Zelle Entscheidungen? Was passiert, wenn sie krank wird? Wir wollen Zellen beobachten und gezielt eingreifen, wenn sie von einer gesunden Entwicklung abweichen. Ich habe überhaupt keinen Zweifel daran, dass wir mit unserer Arbeit medizinischen Fortschritt erzielen werden.

Mit Zellen beschäftigen sich Forscher schon lange. Was ist das Besondere an Ihrem Ansatz?

Wir integrieren neue und sehr junge Methoden, um Krankheiten auf die Spur zu kommen. Das ist für mich so begeisternd! Beim Kartieren der Zellen, wie wir es nennen, geht es zunächst um eine Analyse einzelner Zellen und ihrer Strukturen und darum, welche Proteine ihre Gene herstellen. Um das herauszufinden, nutzen wir besonders effiziente Einzelzellanalysen – die sogenannten „single-cell multi-omics“ – sowie bildgebende Verfahren. Möglich werden die Analysen der Datensätze erst durch maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz. Und wir studieren Organoide, also 3D-Mi-

niaturnachbildungen von Organen, die aus Hautzellen von Patienten entwickelt werden.

Welche Krankheiten haben Sie im Blick?

Uns geht es natürlich weniger um Knochenbruch – auch wenn die Regeneration sicherlich interessant wäre. Uns geht es um die großen Killer, also komplexe Erkrankungen wie Krebs, wo die Vielzahl unterschiedlicher Varianten ein enormes Problem ist, oder neurodegenerative Krankheiten oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Dazu kommen die seltenen Erkrankungen – die sind zwar selten, aber von ihnen gibt es viele. Und Infektionskrankheiten wie Grippe oder Hepatitis.

Wo setzen Sie mit der Forschung hier konkret an?

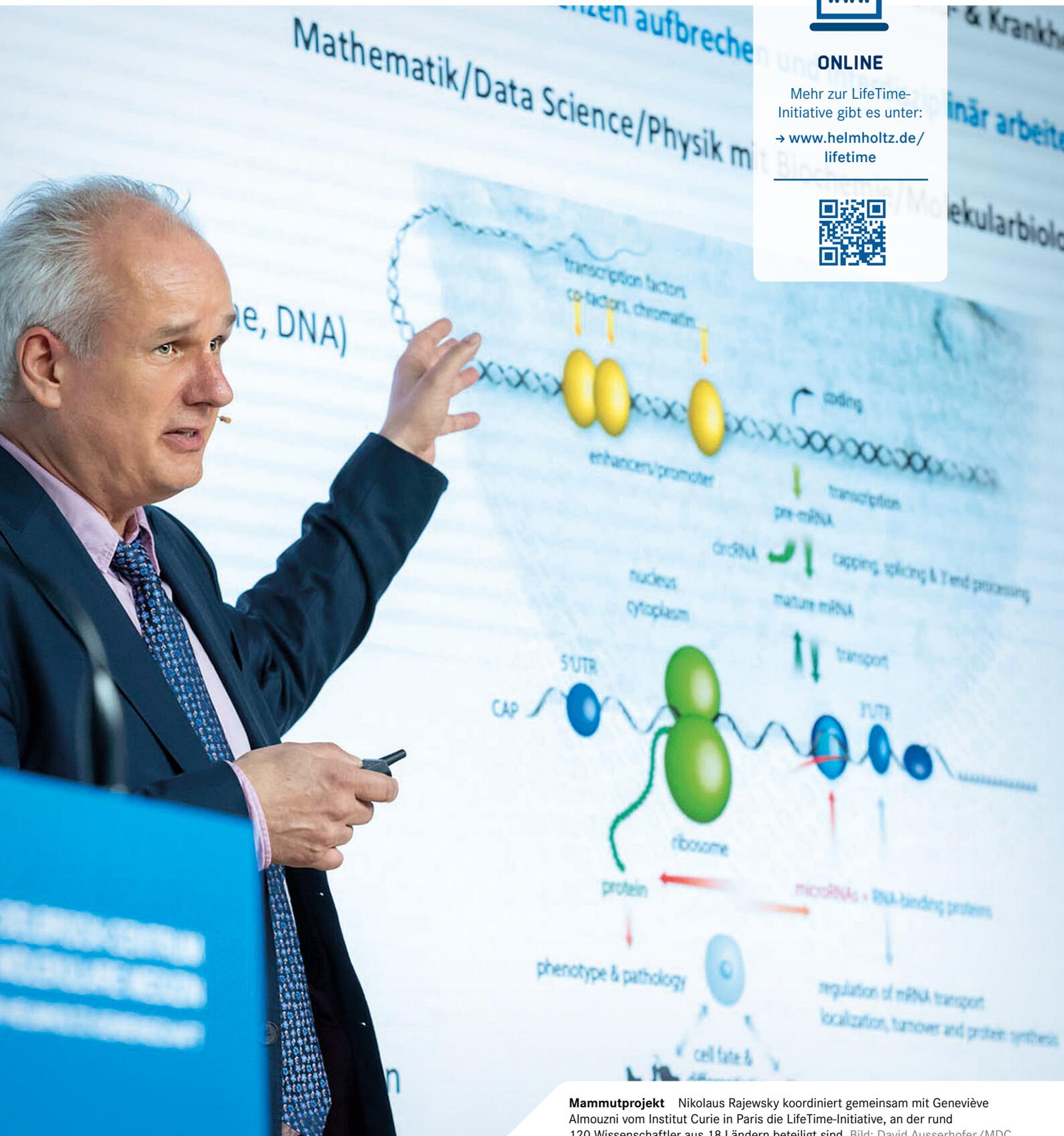
Uns geht es um molekulare Mechanismen: Zellen verändern sich ja im Krankheitsverlauf, und wir wollen genau wissen, warum und wie die einzelne Zelle das tut. Mit der CRISPR-Cas9-Methode, manchmal auch Genschere genannt, wollen wir dann etwa testen, ob ein bestimmter Abschnitt im Genom tatsächlich eine Krankheit verursacht, wie wir vermuten – und das Ganze, ohne dabei einen Patienten belasten zu müssen. Ich nenne diesen Schritt gerne „das Differenzial zwischen gesund und krank verstehen“. Nur so können wir eines Tages Veränderungen auch vorhersagen und medizinisch eingreifen. Wir wollen →





ONLINE

Mehr zur LifeTime-Initiative gibt es unter:
→ www.helmholtz.de/lifetime



Mammutprojekt Nikolaus Rajewsky koordiniert gemeinsam mit Geneviève Almouzni vom Institut Curie in Paris die LifeTime-Initiative, an der rund 120 Wissenschaftler aus 18 Ländern beteiligt sind. Bild: David Ausserhofer/MDC

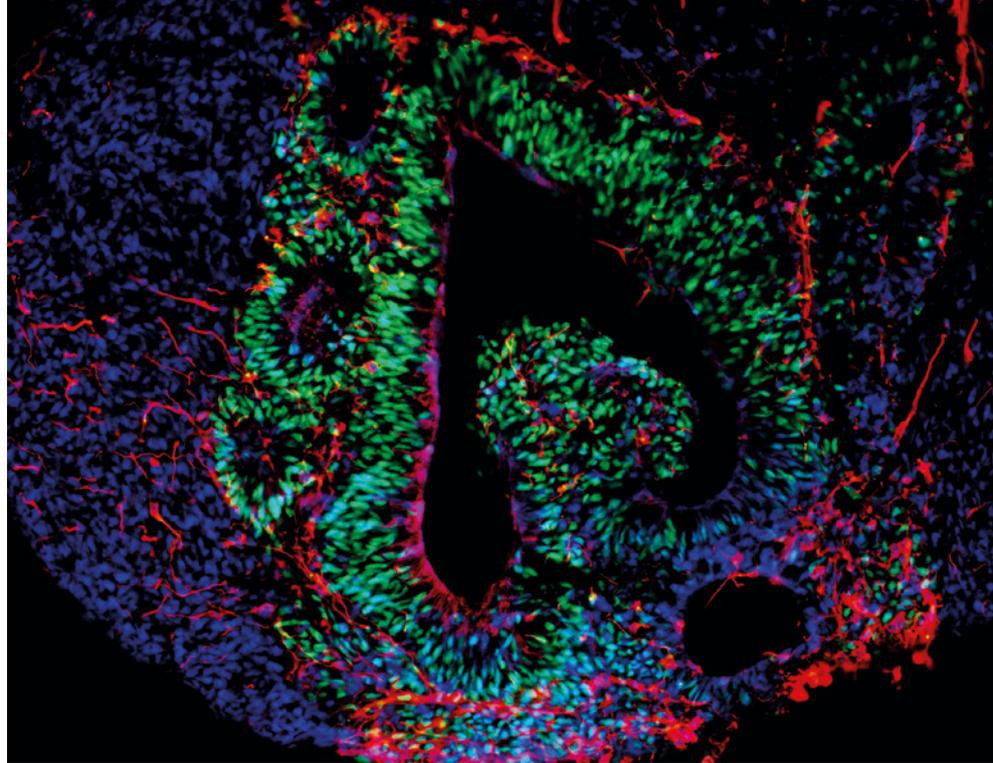
nicht nur erkennen, wann eine Zelle vom gesunden Muster abweicht, sondern sie auch wieder in die richtigen Bahnen lenken.

Sie bringen in der Initiative Forscherinnen und Forscher aus ganz Europa zusammen ...

... und aus ganz verschiedenen Disziplinen, genau. Ich bin überzeugt, dass wir wirkliche Veränderungen in der Gesundheitsversorgung nur dann bewirken können, wenn wir Experten aus unterschiedlichen Fachrichtungen zusammenbringen – und das tun wir. Ich glaube fest daran, dass das hier nicht nur akademisch interessante Wege sind, sondern dass am Ende Produkte stehen werden, die den Menschen wirklich helfen können. Deshalb stehen wir schon jetzt mit den Praktikern im engen Austausch, schließlich geht es uns um die Anwendung.

Noch steht die Initiative am Anfang. Wie realistisch ist ein Erfolg?

Das ist ungefähr so, als würde man Herrn Röntgen fragen, ob er glaube, mit dem Röntgenbild medizinische Fortschritte erzielen zu können. Der hätte auch nicht gezweifelt. Unsere Methoden sind so viel sensitiver als



frühere Ansätze und geben so viel mehr Informationen auf der molekularen Ebene preis, dass wir ganz klar bessere Diagnosen stellen können. Wir werden neue Angriffspunkte finden, über die wir Krankheiten besser in den Griff bekommen. Lapidar gesagt: Angaben zum Blutdruck oder zur Temperatur reichen bei molekularen Krankheiten wie Alzheimer einfach nicht aus. Für mich ist tiefes Verstehen der einzige Schritt zum Heilen. Da unterscheiden wir uns von anderen Initiativen.

Sie spielen damit auf ein anderes Großforschungsprojekt an, an dem Sie auch beteiligt sind: den Human Cell Atlas.

Ja, bei dieser Initiative geht es darum, die Zelltypen im menschlichen Körper molekular zu erfassen. Bei LifeTime wollen wir mehr: Wir befassen uns mit dem Lebensverlauf von Zellen bei fortschreitenden Krankheiten. Auch methodisch gibt es Unterschiede, wir legen zum Beispiel den größeren Schwerpunkt auf maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz. Uns verbindet dennoch vieles, und fast alle europäischen Partner sind auch an der US-Initiative Human Cell Atlas beteiligt.

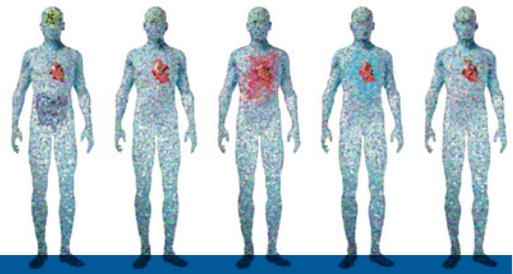
Braucht es dann wirklich beide Initiativen?

Alleine das Vorhaben des Human Cell Atlas ist gewaltig und unseres noch mal mehr. Das lässt sich nicht zusammenfassen. Außerdem halte ich es für wichtig, dass wir in Europa den Patienten helfen und Verbesserungen in der Medizin anstreben, das können Sie nicht in die USA auslagern. Die Steuerungsgruppe des Human Cell Atlas sieht das übrigens genauso und unterstützt uns (und umgekehrt).

Wie ist bei LifeTime aus der Idee die große Forschungsinitiative geworden? Die für LifeTime so wichtige Methode der



Forschung trifft auf moderne Architektur Das Muster des neuen BIMSB-Gebäudes in Berlin-Mitte erinnert an Pflanzenranken oder DNA-Stränge und reflektiert Sonnenlicht. Bild: Noshé



Organe im Mini-Format In der Petrischale gezüchtete menschliche Mini-Organen (Organoide) ermöglichen personalisierte Krankheitsmodelle. Sie können zeigen, wie die Zellen wachsen, sich regenerieren und welche Veränderungen zu Krankheiten führen. Bild: A. Rybak Wolf/MDC

Einzelzellanalysen machen wir ja hier am neuen Berliner Institut für Medizinische Systembiologie (BIMSB) des Max-Delbrück-Centrums – da lag es nahe, noch mehr rauszuholen zu wollen. Ich habe darüber lange nachgedacht und an einem Wochenende die entscheidenden fünf Seiten zur Vision aufgeschrieben (lacht). Aber im Ernst: Natürlich habe ich viel mit sehr guten Kollegen diskutiert. So sind noch andere Aspekte wie etwa die Epigenetik ins Konsortium gekommen, aber die Vision ist immer noch die gleiche.

Was braucht es, um diese inhaltliche Vielfalt zusammenzuhalten?

Wir sind zusammengekommen, weil wir hinter einem gemeinsamen Ziel stehen. Das zu spüren, ist etwas ganz Tolles. Wir können es auch nur zusammen erreichen. Dafür brauchen wir natürlich Fördergelder, auch europäische.

Und organisatorisch?

Ich versuche, intensiv mit den Beteiligten zu sprechen, immer für das Konsortium da zu sein. Und dann gibt es natürlich die Kernpartner aus den verschiedenen Ländern, die dort LifeTime umsetzen. Mit ihnen ist der Austausch besonders eng, teils treffen wir Entscheidungen gemeinsam. Häufig ist meine Rolle einfach, die Diskussion voranzutreiben.

Sie haben gerade erst als Direktor das BIMSB eröffnet – wie finden Sie da überhaupt noch Zeit für die LifeTime-Initiative?

Als Ausgleich spiele ich leidenschaftlich gerne Klavier, ohne das ginge es nicht. Sie haben natürlich recht. Die Arbeitstage sind lang, aber es ist einfach eine enorm spannende Zeit. Bedenken Sie: Vor ein paar Jahren wäre unser kompletter Ansatz so noch gar nicht möglich gewesen, die Methoden haben sich gewaltig

- Ziel der Forschungsinitiative ist es, die Aktivität des menschlichen Genoms in einzelnen Zellen während des Alterungsprozesses und im Fall von Krankheiten zu verfolgen und zu entschlüsseln.
- Das Fachmagazin „Science“ hat die verwendeten Einzellzellmethoden und den Beitrag von LifeTime-Forschern zum „Breakthrough of the Year 2018“ gekürt.
- Rund 120 Wissenschaftler aus 53 Forschungseinrichtungen in 18 Ländern sind an LifeTime beteiligt, darunter Forscher aus den Disziplinen Einzelzellbiologie, Informatik, Mathematik, Pathologie, Bildgebung sowie Physik.
- Mehr als 60 Unternehmen und große europäische Forschungseinrichtungen unterstützen LifeTime, darunter Helmholtz in Deutschland, das „Centre national de la recherche scientifique“ (CNRS) und das „Institut national de la santé et de la recherche médicale“ (INSERM) in Frankreich und der Wellcome Trust im Vereinigten Königreich.
- LifeTime erhält ab Mai 2019 eine einjährige Förderung aus Horizon 2020, dem EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation. Die Fördergelder in Höhe von einer Million Euro sollen zur weiteren Ausarbeitung des Projektes dienen. Insgesamt hatten sich mehr als 30 Forschungsinitiativen um die Förderung beworben. Nur sechs Initiativen wurden in einem umfassendem Peer-Review-Verfahren ausgewählt – darunter LifeTime.

*Nikolaus Rajewsky, geboren 1968
in Köln, studierte Physik,
Mathematik sowie Klavier.
Seit 2006 ist er Professor
am Max-Delbrück-Centrum
(MDC) und an der Charité in
Berlin. Er ist Leiter des Berliner
Instituts für Medizinische
Systembiologie (BIMSB).*

weiterentwickelt. Die Biologie ist jetzt an einem Punkt, an dem die Astronomie im 17. Jahrhundert mit solchen Helden wie Kepler und Newton oder Brahe war. So wie es damals darum ging, die Gesetze der Laufbahn von Planeten zu erklären, wollen wir die Laufbahn von Zellen erforschen. Das ist eine große Aufgabe. Und von ähnlicher Bedeutung. ◆

Interview: **Kristine August**



„Wir sehen, hören und fühlen den Klimawandel“

Bis zu zwei Wochen kann es dauern, bis **Doris Abele** ihren Arbeitsplatz erreicht: So lange braucht die Meeresbiologin zur **Polarforschungsstation Carlini**. Hier, am nördlichsten Zipfel der Antarktischen Halbinsel, erforscht sie, wie sich die Gletscherschmelze auf den Lebensraum dieser Küsten auswirkt.

Auf ihrer ersten Reise in die Antarktis im Jahr 1995 zeigte ein Kollege der Klimaforscherin Doris Abele auf einem Monitor die stetig ansteigende Kurve des Kohlenstoffdioxidgehalts in der Atmosphäre. „Kommt das von den Dieselgeneratoren unserer Forschungsstation?“, wunderte sich Abele. Die Antwort: „Nein, wir messen viel weiter oben in der Atmosphäre.“

Damals war Kohlenstoffdioxid (CO₂) in der breiten Öffentlichkeit noch kaum ein Thema, man machte sich zunächst mehr Gedanken über das wachsende Ozonloch. Ein paar Jahre später begriff Abele, die am Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven arbeitet, dem Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, welche weitreichenden Auswirkungen genau diese Kurve auf das Ökosystem in der Antarktis hat. Die sogenannte

Keeling-Kurve, die ihr der Kollege damals zeigte, gilt heute als wichtiger Beleg für die vom Menschen verursachte Erderwärmung.

Die argentinische Carlini-Forschungsstation liegt an der Spitze der westantarktischen Halbinsel: „Wenn Sie die Karte der Antarktis jetzt vor sich hätten, dann würden Sie da eine Nase sehen, die in Richtung Südamerika zeigt“, beschreibt Doris Abele die Lage der Station, die vom argentinischen Antarktischen Institut und der nationalen Antarktisbehörde betrieben wird. Ein klein wenig westlich von der Spitze dieser Nase liegt die Insel King George, auf der sich die Station Carlini und das mit dem Alfred-Wegener-Institut (AWI) gemeinsam betriebene Dallmann-Labor befinden. Zur deutschen Antarktisstation Neumayer III sind es von hier aus knapp sechs Tagesreisen.

„Auf einem Helikopterflug habe ich gesehen, wie zerklüftet dieser Gletscher geworden ist: wie ein Sieb!“ *Doris Abele*



Häufiger Gast Seit 1995 war die Meeresbiologin Doris Abele bereits zwölf Mal auf der Carlini-Station. Bilder: Doris Abele/AWI



Seit den 1990er-Jahren zieht es die heute 61-jährige Biologin immer wieder in die Antarktis: „Landschaftlich kann es hier sehr schön sein“, schwärmt sie. „An manchen Tagen liegt die Bucht glatt wie ein Spiegel vor einem, dahinter der glitzernde Gletscher.“ Solche idyllischen Eindrücke täuschen über das anstrengende Leben vor Ort hinweg: Wenn man sich der Carlini-Station vom Wasser aus nähert, erblickt man als Erstes eine Gruppe steil aufragender Felsen – Überbleibsel eines Vulkanausbruchs in grauer Vorzeit. Am Fuße dieser Felsformation steht ein Dutzend rot gestrichener Häuschen auf Metallstelzen, die sich bei genauerem Hinsehen als aufeinandergestapelte

Containergebäude entpuppen. In jedem Container kommen vier Forscher unter, die wie in einer Jugendherberge in Doppelstockbetten schlafen. Deutsche Wissenschaftler dürfen nur im antarktischen Sommer von November bis April auf der Carlini-Station forschen, zu dieser Jahreszeit ist die Station „pickepackevoll“ mit 40 Wissenschaftlern und 50 Militärangehörigen. „Einsam fühle ich mich da nie“, schildert Doris Abele. „Jeder kennt jeden, und es herrscht ein sehr freundlicher Umgang.“ Der antarktische

Weite Anreise
Die Carlini-Station mit dem Dallmann-Labor liegt in Potter Cove, im Archipel der Südlichen Shetlandinseln.
Bild: Anders Torstenson;
Quelle Karte: British Antarctic Survey



Großer Wandel Doris Abele konnte beobachten, wie sich die Region durch die globale Erwärmung verändert hat.



Unterwegs per Schlauchboot Um Wasserproben zu entnehmen, fahren die Forscher mit Schlauchbooten hinaus. Künftig sollen automatische Messsysteme installiert werden.



Zusammen unterwegs Meeresbiologen, Glaziologen, Biogeochemiker und Geologen forschen in der Region.
Bild: Kerstin Jerosch/AWI



Voll ausgestattet Das Dallmann-Labor wurde 1994 eröffnet und besteht aus einem Wohnhaus, Laborplätzen, einer Werkstatt, Aquarien und einer Forschungstaucherbasis. Bild: Doris Abele/AWI



VIDEO

Ein Video über die Arbeit der Forscher auf der Carlini-Station gibt es hier:

→ www.helmholtz.de/carlini



Winter mit bis zu minus 20 Grad ist den Logistikern des argentinischen Militärs und ein bis zwei argentinischen Forschern vorbehalten. Abele erlebte die eher milden Sommertemperaturen von minus acht bis plus sieben Grad. Für Lebensmittel sorgt das argentinische Militär, das die Station einmal im Jahr mit einem eisgängigen Frachtschiff ansteuert. „Dann müssen Militärs und Wissenschaftler gleichermaßen die einzelnen Kisten mit Mehl, Nudeln, Konserven, Zucker und Wurst vom Strand in die Station tragen.“ Frisches Obst und Gemüse gibt es auf der Station nicht. „Ich stürze mich da immer auf jeden verschrunpelten alten Apfel, den jemand mitbringt“, lacht Doris Abele.

„Die Gletscherschmelze in der Antarktis lässt den Meeresspiegel auf der ganzen Welt ansteigen.“

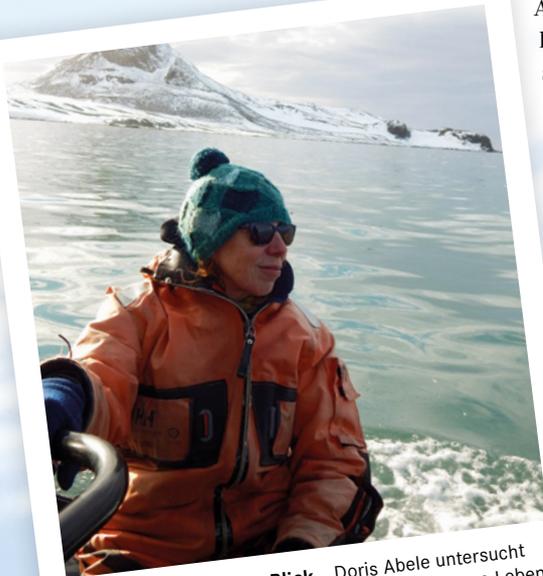
Auf einer Insel im Südozean gelegen, ist die Carlini-Forschungsstation nur per Schiff oder per Flugzeug erreichbar. Bis 2005 konnten kleine Flugzeuge vom Typ Twin Otter direkt auf dem Gletscher an der Station landen. Mit dem Klimawandel aber haben sich so viele Risse und Spalten aufgetan, dass eine Landung unmöglich geworden ist. „Auf einem Helikopterflug habe ich gesehen, wie zerklüftet dieser Gletscher geworden ist: wie ein Sieb!“ Die Region ist ein Hotspot der Klimaerwärmung: Während die Temperaturen in den vergangenen 100 Jahren global um 0,8 Grad gestiegen

sind, betrug die Erwärmung an der Spitze der Antarktischen Halbinsel rund drei Grad. „Das ist ein nie da gewesener Temperaturanstieg.“ Gemeinsam mit ihrem Kollegen Gerhard Kuhn vom AWI hat Doris Abele den Rückzug des Gletschers seit dem Ende der Kleinen Eiszeit erforscht. Der Einfluss, den die Antarktis auf den Rest des Planeten hat, sei enorm, so der Geologe: „In der Antarktis liegt die größte Eismasse der Welt.“ Doris Abele bekräftigt: „Die Gletscherschmelze in der Antarktis lässt den Meeresspiegel auf der ganzen Welt ansteigen.“

Seit ihrer ersten Expedition in die Antarktis hat Doris Abele deutliche Veränderungen registriert: „Als ich 1995 zum ersten Mal dort war, habe ich nichts von dem Gletscher hinter der Station gehört, es herrschte eisige Stille.“ 20 Jahre später war in der ganzen Bucht ein ständiges Rumsen und Donnern von den zerberstenden Eisblöcken zu hören. „Wir sehen, hören und fühlen den Klimawandel“, sagt die Wissenschaftlerin.

Von Jahr zu Jahr konnten die Forscherin und ihre Kollegen beobachten und messen, wie die Eisfront des Gletschers zurückwich und an Höhe verlor. „Früher bin ich mit meinem Eisbehälter zu Fuß zum Gletscher gestapft und habe mir Eis zum Kühlen meiner biologischen Proben geholt“, erzählt sie. Inzwischen hat sich der Gletscher so weit zurückgezogen, dass sie einen halben Tag bis zu seinen Ausläufern brauchen würde. Satellitenbilder zeigen, dass vor allem der seeseitige Teil des Gletschers im Laufe von 60 Jahren um nahezu einen Kilometer abgeschmolzen ist. Seit 2016 befindet sich dieser Gletscher nur noch auf dem Land und ragt nicht mehr in die davorliegende Bucht.

Internationale Aufmerksamkeit erregte vor zwei Jahren die Nachricht, dass ein 175 Kilometer langer Eisberg vom Larsen-C-Schelfeis in der Antarktis abgebrochen sei. Solche Nachrichten kann



Marine Lebewesen im Blick Doris Abele untersucht unter anderem, wie marine Organismen und ganze Lebensgemeinschaften auf den Klimawandel reagieren.
Bild: Doris Abele/AWI



Extrem angepasst Dort, wo der Gletscher schwindet, wachsen Flechten, Moose und antarktische Gräser. Bild: Doris Abele/AWI



Genau beobachtet Ziel des Dynamo-Projekts ist der Aufbau eines dauerhaften Messnetzes im Beagle-Kanal im Süden Feuerlands. Es soll klimabedingte Veränderungen an der Küste Patagoniens aufzeichnen. Bild: A. Vitale/IADO

Doris Abele unmittelbar einordnen, denn sie ist im Laufe ihrer Karriere zu einer Kennerin der Bedingungen in der Antarktis geworden. Insgesamt zwölf Mal war Abele auf der Carlini-Station, jeweils für mehrere Monate. Zusammengerechnet, sagt sie, sind es drei Jahre ihres Lebens gewesen. Für ihre beiden inzwischen erwachsenen Söhne war es oft schwierig, dass sie zwischen Bremerhaven und der Antarktis pendelte, räumt Doris Abele ein. Für Wissenschaftler sei das Leben in einer Forschungsstation jedoch ideal: „Wenn ich möchte, kann ich mich Tag und Nacht in die Arbeit vertiefen. Das ist für einen Wissenschaftler – ähnlich wie für einen Künstler oder Schriftsteller – ein großer Luxus.“

In ihrer Forschung konzentriert sich Doris Abele auf die Frage, ob und wie sich antarktische Organismen und Lebensgemeinschaften an veränderte Umweltbedingungen anpassen können. „Wenn sie mit den Bedingungen nicht mehr klar kommen, verändert sich das Artenspektrum“, so die Forscherin. „Vor allem interessiert uns, wie die neuerdings eisfreien Flächen unter Wasser von Algen und marinen Tieren wie Seescheiden, Schwämmen und Schnecken besiedelt werden. Besiedlung, Wachstum und Umsatz von organischem Kohlenstoff in den flachen Küstenbereichen sind stark vom Temperaturanstieg und dessen Folgen beeinflusst.“

„Wenn wir nichts tun, wird die westliche Antarktis irgendwann so aussehen wie Südamerika heute.“

Jetzt will Doris Abele eine Region weiter nördlich erforschen: den Beagle-Kanal zwischen Argentinien und Chile. Wegen des argentinisch-chilenischen Grenzkonflikts der vergangenen Jahrzehnte wurde diese Wasserstraße bisher zu wenig untersucht. Die politische Lage hat sich nun so weit entspannt, dass Forscher aus Argentinien, Chile,

den USA und Deutschland erstmals versuchen, ein Messnetz zu installieren, um Umweltveränderungen im Beagle-Kanal zu erfassen. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fördert das sogenannte Dynamo-Projekt mit 300.000 Euro in der ersten Projektphase.

Für Doris Abele stellt sich ihre Forschung auf dem südamerikanischen Kontinent als Zeitmaschine dar: „Wenn wir nichts tun, wird die westliche Antarktis irgendwann so aussehen wie Südamerika heute“, sagt sie mit Blick auf die dramatischen Folgen des Klimawandels: „Gräser und Pflanzen wachsen, Menschen siedeln sich an und züchten Schafe.“ Schon jetzt beobachten Forscher, dass sich um die Carlini-Forschungsstation eine Humusschicht bildet. Was wie ein idyllisches Bild aussehen könnte, hätte jedoch für das antarktische Ökosystem drastische Folgen: Organisches Material, welches vom Land ins Meer geschwemmt wird, ist anders zusammengesetzt als mariner „Kompost“. Im Küstenbereich würde dies die Nährstoffverhältnisse und die mikrobiellen Stoffumsätze ändern, Kelpwälder würden sich ausbreiten. In der Antarktis beheimatete Organismen, die auf eine nährstoffarme Umgebung angewiesen sind, müssten sich neue Lebensräume suchen. „Dann gibt es dort keinen Krill und schließlich auch keine Pinguine mehr“, so Doris Abele.

Einig sind sich Doris Abele und Antarktisforscher aus der ganzen Welt in einem Punkt: Solange der Mensch weiterhin ungebremst CO₂ freisetzt und die Keeling-Kurve weiter ansteigt, schmelzen auch die Gletscher in der Antarktis unaufhaltsam weiter ab – mit weitreichenden Folgen für das ökologische Gleichgewicht auf der Erde und für die Menschheit.

Marie Heidenreich



BILDERGALERIE

Mehr Eindrücke gibt es in unserer Bildergalerie unter:

→ www.helmholtz.de/jwd



Gipfelstürmer im zweiten Anlauf

Der Karlsruher Physiker Wolfgang Wernsdorfer wurde 2019 mit dem Leibniz-Preis ausgezeichnet. Seine Karriere begann er als Lehrling bei einem Elektriker – und hat dort einiges für seine heutige Forschung an den Computern der Zukunft gelernt.

Diese eine Bedingung stellte seine Frau, bevor sie vor rund 20 Jahren in die Hochzeit einwilligte: „Sie hat mir verboten, über Nacht im Labor zu bleiben“, sagt Wolfgang Wernsdorfer mit einem herzlichen Lachen: „Die Abmachung war: Wenn bei ihr morgens der Wecker klingelt, damit sie pünktlich zur Arbeit kommt – spätestens dann muss ich im Bett liegen.“ Viele Jahre liegt dieses Versprechen inzwischen zurück, und der heute 52-jährige Physiker musste sich damals einen neuen Arbeitsrhythmus angewöhnen.

Die Nächte waren für ihn bis dahin die bevorzugte Zeit für seine Messungen im Labor gewesen. Die Entdeckung, die ihn zu einem der weltweit anerkannten Pioniere im Bereich des Quanten-Nanomagnetismus machen sollte, geht auch auf eine Nachtschicht zurück: 1998 war es, Wolfgang Wernsdorfer arbeitete mit einem speziellen Molekül (einem sogenannten Einzelmolekülmagneten von acht Eisenatomen) und entdeckte daran magnetische Eigenschaften, die sich für den Einsatz in Quantencomputern eignen könnten. Er merkte sofort, dass das ein Durchbruch ist: „Ich war so begeistert, dass ich drei Tage lang nicht schlafen konnte, ich habe einfach immer weitergemessen“, erinnert er sich – so lang, bis seine spätere Frau den Nachtschichten einen Riegel vorschob. Wernsdorfers wissenschaftlichem Erfolg schadete der geregelte Tagesrhythmus indes nicht.

Als er die Entdeckung mit dem Eisen-8-Molekül machte, war er als junger Forscher im französischen Grenoble tätig, wo er danach auch als Forschungsdirektor wirkte. In Deutschland ist er erst wieder seit 2016: Damals bekam er eine der renommierten Alexander von Humboldt-Professuren und baut seither am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) eine Plattform für Quantenspintronik auf. Sein Forschungsgebiet gilt als einer der komplexesten Bereiche der Physik. Zu den großen Zielen gehört die Entwicklung von elektronischen

Schaltkreisen für Quantencomputer – die sollen eines Tages die Rechenleistung von heutigen Computern weit übertreffen. Dahinter stecken sogenannte Qbits: Während klassische Computer mit Bits arbeiten, die immer den Wert null oder eins annehmen, nutzen Quantencomputer als kleinste Recheneinheit Qbits, bei denen es auch Werte zwischen null und eins gibt. Dadurch können sie viele Rechenschritte parallel ausführen.

Wenn Wolfgang Wernsdorfer darüber spricht, in seinem Büro im dritten Stock des Karlsruher Physikhochhauses, dann ist er gar nicht so weit entfernt von dem Ort, an dem seine Karriere begann. Er ist das zweite von sieben Geschwisterkindern, sein Vater war Goldschmied in Würzburg. „Das war ein klassisches Handwerkermilieu. Das Gymnasium ist nur was für die Neunmalgescheiten, so dachten wir damals“, erinnert sich Wolfgang Wernsdorfer. Er selbst machte den Hauptschulabschluss und ging mit 15 Jahren bei einem Handwerksbetrieb in die Elektrikerlehre. „Einer meiner Kollegen ging danach auf die Berufsaufbauschule, und ich war in der Lehre immer besser als er. Also dachte ich: Das kann ich auch!“ Nach und nach holte Wernsdorfer das Abitur nach, und wenn er es schon so weit gebracht hatte, dann wollte er auch studieren. „Bio und Chemie waren mir mit zu viel Auswendiglernen verbunden, für Mathe war ich nicht gut genug“, sagt Wolfgang Wernsdorfer heute, und es klingt fast wie Koketterie, wenn er anfügt: „Also blieb nur Physik übrig.“

Immer weiter arbeitete sich der Elektriker-geselle nach oben; bald entdeckte er, dass er zu den Besten im Studium gehörte. Nach sechs Semestern bewarb er sich um ein Stipendium in Frankreich – „damals gingen in Europa die Grenzen gerade erst auf und ich dachte mir, dass da schon irgendetwas Interessantes passieren wird“. Er behielt recht: Seinen Abschluss machte er in Frankreich. Da er auf einer der Eliteschulen in Lyon war, rissen →



WOLFGANG WERNSDORFER

*Quantenphysiker am
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)*



Über alle Berge

In seiner Freizeit trainiert Wolfgang Wernsdorfer für bis zu 40-stündige Bergläufe. Bild: Bruno Lavit

sich die Labors darum, dass er bei ihnen promovierte. Zwei Jahre brauchte er für die Doktorarbeit, danach öffneten sich ihm die nächsten Türen. Er blieb in Frankreich, seine vier Kinder im Alter von 11 bis 20 Jahren wuchsen zweisprachig auf.

„Jetzt bin ich zwar wieder fast drei Jahre zurück in Deutschland“, sagt Wernsdorfer und schmunzelt, „aber wenn ich Vorlesungen auf Deutsch halten muss, fällt mir das immer noch schwer.“ Rund zwei Jahrzehnte lang publizierte er auf Englisch und lehrte auf Französisch – „mein Deutsch ist das eines Elektrikers!“ Dabei sind die Themen, über die er spricht, denkbar komplex. Etwa, wenn er erläutert, warum seine Plattform für Quantenspintronik so einzigartig ist: „Es gibt verschiedene Möglichkeiten, Qbits zu bauen. Meistens geschieht das derzeit mit Halbleitern oder Supraleitern. Ich beschäftige mich hingegen auch mit molekularen Systemen.“ Es geht also darum, mithilfe welcher Materialien Quanteninformationen verarbeitet werden. Üblicherweise werden dazu bislang Halb- oder Supraleiter eingesetzt. Wernsdorfer hat herausgefunden, dass auch manche Moleküle diese Aufgabe übernehmen können – er erschließt damit eine neue Materialklasse für die Quantenphysik. Das ist ein Durchbruch, für den er damals in seinen durchgearbeiteten Nächten mit dem Eisen-8-Molekül die Grundlage legte. „Ich hoffe, dass die molekularen Systeme irgendwann besser sein werden als die Halbleitersysteme und die supraleitenden Systeme, da Moleküle kleiner sind und sich billiger herstellen lassen.“

Der Kreis von Kollegen, die sich auf dieses Gebiet spezialisiert haben, ist recht klein: Auf fünf gute Gruppen von Physikern schätzt ihn Wolfgang

Wernsdorfer; im Bereich der Chemie gebe es etwa 40, von denen die Hälfte mit ihm und seinem Team zusammenarbeiten. Seine Reputation in diesem Bereich beweist der jüngste Höhepunkt seiner Karriere: In diesem Jahr wurde Wernsdorfer für seine Forschung mit dem Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der mit 2,5 Millionen Euro dotiert ist, ausgezeichnet.

Von diesem Olymp der Wissenschaft aus betrachtet: War seine Elektrikerlehre ein Umweg? Zur Antwort deutet Wolfgang Wernsdorfer auf die Wand, auf die er von seinem Schreibtisch aus blickt. Einen riesigen Zollstock hat er dort aufgehängt – „mit dem habe ich als Elektriker gearbeitet, und in Grenoble hatte ich ihn immer im Labor dabei. Die Kollegen fanden das lustig, deshalb haben sie ihn mir zum Abschied in fünffacher Vergrößerung aus Holz nachgebaut“, sagt er und lacht. Zehn Meter lang ist das Modell, und es erzählt viel über den Physiker: Zu Wernsdorfers Erfolgsrezepten gehört, dass er seine Laborausstattung zu großen Teilen selbst konstruiert und gebaut hat. Das sei ein Überbleibsel aus seiner Zeit als Handwerker: die Fingerfertigkeit, gepaart mit der Intuition, wie etwas aufgebaut sein muss, damit es funktioniert. In jeder freien Minute geht Wernsdorfer die zwei Stockwerke hinunter in sein Labor, um dort zu arbeiten. „Ich will nicht aus der Übung kommen. Mein Ehrgeiz ist es, im Labor besser zu sein als die Studenten.“ Wernsdorfer hält kurz inne, dann fügt er trocken hinzu: „Aber manchmal holen sie einen dann doch ein!“

Immerhin kann er jetzt ab und zu eine Nachtschicht einlegen, ohne dass seine Frau protestiert. Die nämlich ist mit den Kindern in Grenoble geblieben. „Wenn ich in Karlsruhe bin, arbeite ich hauptsächlich im Labor, und das mit voller Energie“, sagt er, „und wenn ich dann mindestens alle zwei Wochen nach Frankreich fahre, konzentriere ich mich ganz auf die Familie.“ Und auf sein großes Hobby, den Berglauf. Der große Nachteil an Karlsruhe sei der Mangel an Bergen, sagt Wernsdorfer, und so trainiert er fast nur, wenn er gerade in den Alpen ist. Für den Sommer hat er sich gerade wieder einmal zum legendären Berglauf von Grenoble angemeldet. 160 Kilometer am Stück, 11.000 Höhenmeter geht es dabei rauf und runter, Laufzeit etwa 40 Stunden. „Wenn man weiß, was der eigene Körper braucht und wie er funktioniert, kann man sein Erfolgsrezept für den Lauf finden“, sagt Wolfgang Wernsdorfer – im Prinzip sei das genauso wie in der Wissenschaft. ◆

Kilian Kirchgäßner



ONLINE

Mehr Porträts finden Sie hier:

→ www.helmholtz.de/portraits





DAS INSEKtenHOTEL

In einer intakten Umwelt brauchen Insekten keine Überlebenshilfe. Doch in unseren aufgeräumten Gärten und Städten finden Wildbienen, Marienkäfer und Co nur noch selten in Laub oder abgestorbenen Bäumen einen sicheren Unterschlupf. Mit einem Insektenhotel kannst du den kleinen Krabblern helfen!

DAS BRAUCHST DU:



SO WIRD'S GEMACHT:

1. Reinige die Konservendose gut und trockne sie. Achte darauf, dass die Dose keine scharfen Ränder hat (Verletzungsgefahr)!
2. Bohre in einen Holzklötz Löcher unterschiedlicher Größe mit einem Durchmesser von ungefähr ein bis zwei Zentimetern und einer Tiefe von etwa fünf bis zehn Zentimetern.
3. Schneide die trockenen Zweige, die Bambusstäbe und das Stroh so, dass die Füllmaterialien etwa zwei Zentimeter kürzer als die Dose sind. Stecke den Holzklötz und die Füllmaterialien längs in die Dose. Achte darauf, dass die Dose gut gefüllt ist, sodass nichts mehr herausfallen kann.
4. Mit dem Bindfaden kannst du die Dose an einem geschützten, sonnigen Ort festbinden. Die Öffnung muss ganz leicht nach unten zeigen, damit kein Regenwasser eindringen kann.

ERKLÄRUNG:

Der Mensch hat in der Vergangenheit sehr stark in die Natur eingegriffen. So werden Felder vermehrt mit Insektengiften behandelt, Grünflächen bebaut, natürliche Schutzräume, wie umgestürzte Bäume oder Laubhaufen, beseitigt und Gewässer begradigt oder trockengelegt. Dadurch gehen natürliche Lebensräume für Insekten verloren – eine wesentliche Ursache für das Verschwinden vieler Insektenarten. Arten, die durch ein Insektenhotel gefördert werden, sind meist für die Natur sehr wertvoll. Sie helfen zum Beispiel beim Bestäuben von Pflanzen und sind natürliche Feinde von Pflanzenschädlingen.



VIDEO



ONLINE

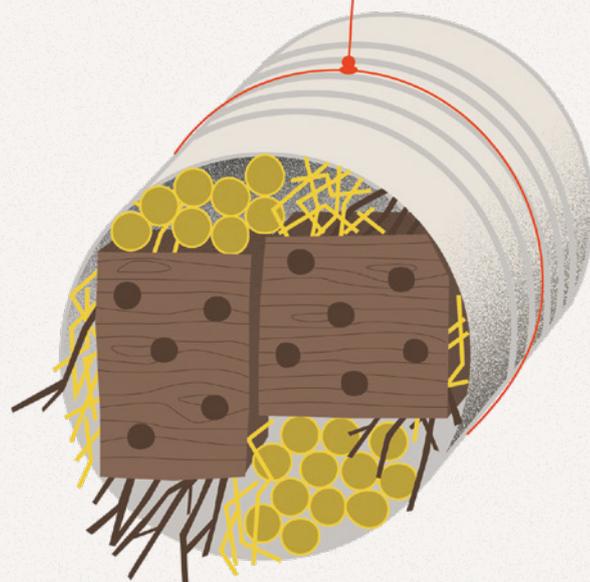


Den Versuch gibt es auch als Video unter:
→ www.helmholtz.de/experiment

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

UFZ-Schülerlabor

Das UFZ-Schülerlabor in Leipzig bietet Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, Einblicke in die moderne Umweltforschung zu erlangen und einige der aktuellen Versuche selbst durchzuführen. Das Angebot richtet sich an Ober- und Gymnasialschülerinnen und -schüler ab Klassenstufe 9 und an Auszubildende von Berufsschulen im Rahmen von Projektwochen, -tagen oder -stunden sowie an Studierende, Referendare und Lehrkräfte in Form von Fortbildungen.



Dieses Experiment stammt von:

UFZ-Schülerlabor
Helmholtz-Zentrum für
Umweltforschung GmbH – UFZ
Permoserstraße 15, 04318 Leipzig
Tel.: +49 341-2351845
E-Mail: schuelerlabor@ufz.de
www.ufz-schuelerlabor.de

