effzett

DAS MAGAZIN AUS DEM FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH

1-16

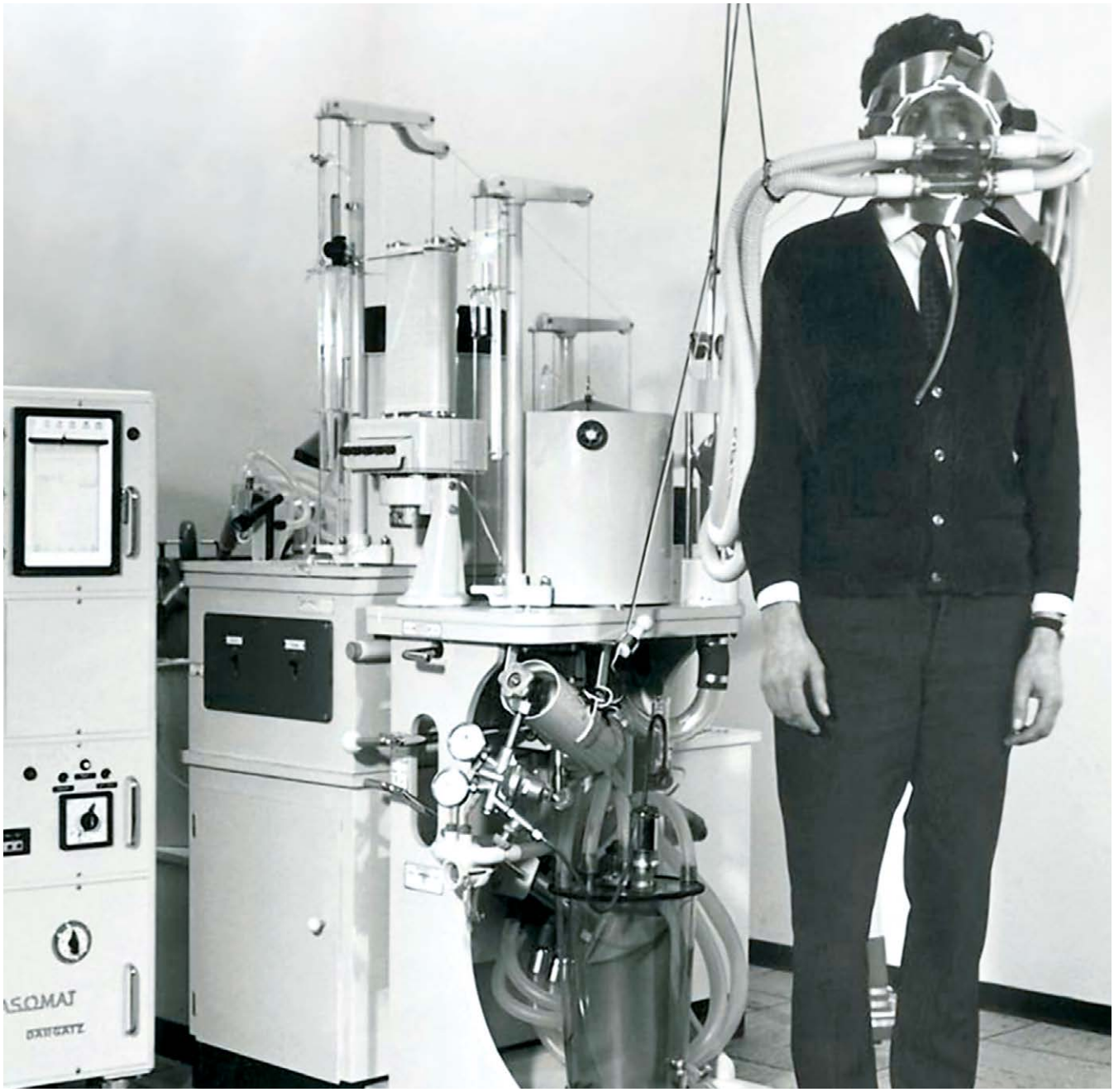
PYTHON

Die wunderbare Welt des Programmierens

LEUCHTKRAFT
Pflanzen signalisieren Stress mit Licht

LEICHTGEWICHT
Bei der Brennstoffzelle purzeln die Pfunde

LESERUMFRAGE
Sagen Sie uns Ihre Meinung!



↑

Das schlaucht!

Tief durchatmen – hier ist kein verworfener Prototyp für eine Darth-Vader-Maske zu sehen, sondern ein Gasomat im Jülicher Institut für Medizin im Jahr 1964. Mit diesem Gerät wurde die Lungenfunktion untersucht. Die Heilung von Lungenkrankheiten einschließlich Karzinomen gehörte zu den frühen Aufgaben der Jülicher medizinischen Forschung. Das Foto stammt aus dem Film- und Fotoarchiv des Forschungszentrums.

Weitere Einblicke in 60 Jahre Forschung gibt es ab Juni unter
historie.fz-juelich.de

NACHRICHTEN

5

TITELTHEMA

Something completely different

Multitalent mit Spaßfaktor: der unerwartete Weg der Computersprache Python.

8

FORSCHUNG

Das geheime Leuchten der Pflanzen

Wie sich Pflanzenstress aus dem Weltraum beobachten lässt.

14

Verzweigtes Wissen

60 Jahre Forschung im Zentrum

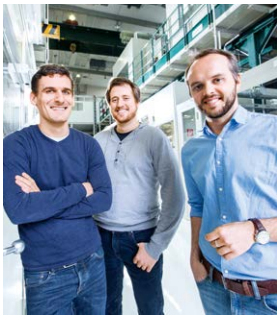
16

Handfester Beleg

Bei Depressionen zeigt das Gehirn sichtbare Veränderungen.

18

Aus schwer mach leicht



Auf dem Weg zum Start-up: Nachwuchsforscher verbessern die Brennstoffzelle.

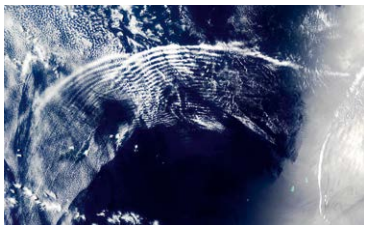
20

Vom Klimakiller zum Rohstoff?

Wie sich CO_2 aus Abgasen nutzen lässt.

22

Der Weg der Wellen



Forscher beobachten atmosphärische Schwerewellen.

25

RUBRIKEN

Aus der Redaktion

4

Impressum

4

Woran forschen Sie gerade?

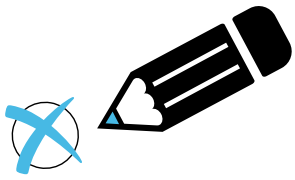
19

2,2 plus

26

Leserumfrage: Gefällt's Ihnen?

27



Forschung in einem Tweet

28

Ausgezeichnet!

Mit diesem Prädikat kann sich das Forschungszentrum Jülich in vielen Bereichen schmücken – seit November 2015 gilt das auch für die effzett und den Jahresbericht. Die Jury des „International Corporate Media Award“ hat beide Publikationen mit einem Award of Excellence prämiert. Wir freuen uns sehr darüber – und möchten den Dank an alle weitergeben, die an den Heften beteiligt sind: insbesondere an unsere Wissenschaftler, für deren Zeit, Geduld und Offenheit, Forschung auf andere Weise spannend zu erzählen, an unsere Autoren für die lesenswerten Geschichten, unsere Fotografen für die festgehaltenen Momente, und an unsere Agentur SeitenPlan, die uns berät und am Ende alles in die richtige Form gießen muss.

Nun interessiert uns Ihre Meinung zu der effzett. Was finden Sie gut, was fehlt, was können wir besser machen? Antworten können Sie uns mit der Postkarte am Ende des Hefts oder online. Wir freuen uns auf Ihre Anregungen und Kommentare. Einsender können außerdem an einem Gewinnspiel teilnehmen.

Bevor Sie aber direkt nach hinten blättern: Bis zur letzten Seite haben wir wieder viele Geschichten rund um die Jülicher Forschung für Sie zusammengestellt. Lesen Sie doch mal rein.

Viel Spaß dabei wünscht

Ihre effzett-Redaktion

Die effzett fürs Tablet? Den Download erreichen Sie über unsere Website: www.fz-juelich.de/effzett

Wenn Sie die effzett regelmäßig auf Papier lesen möchten, können Sie das Magazin hier abonnieren: www.fz-juelich.de/effzett

Impressum

effzett Magazin des Forschungszentrums Jülich, ISSN 2364-2327

Herausgeber: Forschungszentrum Jülich GmbH, 52425 Jülich

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

Autoren: Marcel Bülow, Dr. Frank Frick, Christian Hohlfeld, Katja Lüers, Katharina Menne, Dr. Regine Panknin, Birgit Pfeiffer, Prof. Bernd-A. Rusinek, Tobias Schlößer, Dr. Barbara Schunk, Brigitte Stahl-Busse, Ilse Trautwein, Dr. Janine van Ackeren, Angela Wenzik, Erhard Zeiss, Peter Zekert

Grafik und Layout: SeitenPlan GmbH, Corporate Publishing Dortmund

Bildnachweis: Forschungszentrum Jülich (S. 2, 5 u., S. 7 u.; Forschungszentrum Jülich/Sebastian Bludau, Katrin Amunts (S. 18 (Gehirn)); Forschungszentrum Jülich/Sascha Kreklau (S. 3 li. u. und M. o., S. 14-15, 19, 20-21); Forschungszentrum Jülich/Ralf-Uwe Limbach (S. 6. o., S. 12-13 Personenfotos für Illustrationen, 24, 28); Forschungszentrum Jülich/Wilhelm-Peter Schneider (S. 6 Mi.); 1000 Words/Shutterstock (S. 5 o.); bmaki/Shutterstock (S. 22 Mi.); CIC Robotic Kit/Science Discovery (S. 27 u.); Jacques Descloitres, MODIS Rapid Response Team, NASA/GSFC (S. 3 re.); Fan jianhua/Shutterstock (S. 22 (Hintergrundmotiv)); flatvector/Shutterstock (S. 15 o. (Blätter)); Jojje/Shutterstock (S. 7 o.); Andrzej Koston (Titel, S. 3 li. o., 8-13); LynxVector/Shutterstock (S. 15 o. (Topf)); Martial Red/Shutterstock (S. 15 u.); Maxx-Studio/Shutterstock (S.3 Mi. u., S. 22 li.); mediaphotos/istock (S. 27 o.); Oak Ridge National Laboratory (S. 26 u.); Photographee.eu/Shutterstock (S. 18 (Hintergrund)); sappono/Shutterstock (S. 4); SeitenPlan GmbH (S. 25 (Grafik)); SeitenPlan/Jens Neubert (S. 16-17); Tricklabor (S. 6 u.); VectorA/Shutterstock (S. 15 Mi.); wk1003mike/Shutterstock (S. 22 re.); St. D. Miller, W.C. Straka III, J. Yue, St. M. Smith, M. J. Alexander, L. Hoffmann, M. Setvák, P. T. Partain - DOI: 10.1073/pnas.1508084112 (S. 25 o.)

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

Druck: Schloemer Gruppe GmbH

Auflage: 6.000

MIX Papier aus verantwortungsvollen Quellen FSC® C022878

Print kompensiert

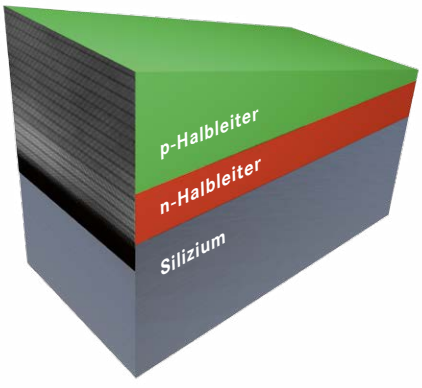
grün gedruckt.de®

VERKEHRSFORSCHUNG

Vorbeigemogelt

Der Verkehr steht – Alltag auf Bangkoks Straßen. Doch eine Gruppe mogelt sich durch. Motorräder und Fahrradfahrer nutzen jede sich bietende Lücke, um sich an den wartenden Autos vorbeizuschlängeln. In Entwicklungsländern ist das gängige Praxis. Jülicher und Berliner Forscher haben nun ein Computermodell entwickelt, mit dem sie dieses komplexe Verkehrsverhalten der Zweiräder präzise simulieren können.

– INSTITUTE FOR ADVANCED SIMULATION –



Durch Variation der Schichtdicke von Halbleiter-Sandwiches aus Silizium, Wismut-Tellurid, einem n-Halbleiter, und Antimon-Tellurid, einem p-Halbleiter, lassen sich topologische Isolatoren maßschneidern.

MATERIALFORSCHUNG

Kühle Chips der Zukunft

Eine neue Materialklasse soll künftig verhindern, dass Computerchips zu heiß werden: sogenannte topologische Isolatoren. Sie leiten elektrischen Strom nur an der Oberfläche, nicht aber in ihrem Inneren. Forscher aus Jülich und Aachen haben einen Weg gefunden, die Eigenschaften dieser vor Kurzem entdeckten Materialien zu optimieren. Anstatt zwei verschiedene Halbleiter wie üblich zu vermischen, schichten sie diese Atomschicht für Atomschicht aufeinander. Dadurch lassen sich die gewünschten Eigenschaften genauer und zuverlässiger erzeugen – so sollen die Oberflächen und Ränder der Isolatoren den elektrischen Strom schneller, mit geringerem Widerstand und weniger Wärmewiderstand leiten als heute verwendete Materialien.

– PETER GRÜNBERG INSTITUT –

ERC-GRANT

Millionenschwerer Förderpreis

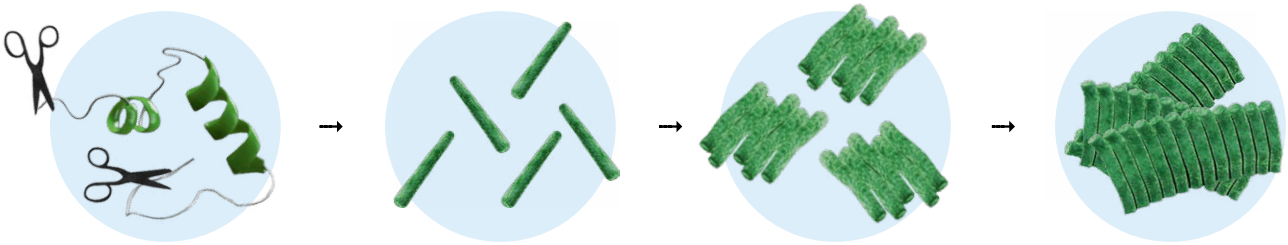
Der Europäische Forschungsrat (ERC) hat zwei Jülicher Wissenschaftlern einen Consolidator Grant verliehen. Mit dem Förderpreis können der Nanophysiker Dr. Samir Lounis (oben), gleichzeitig Juniorprofessor an der RWTH Aachen, und der Klimaforscher Dr. Hendrik Fuchs (unten) ihre Forschung weiter ausbauen. Samir Lounis untersucht komplexe magnetische Nanostrukturen für die Informationstechnologie, sogenannte Skyrmionen. Dabei soll eine Jülicher Rechenmethode helfen, die er mit seinem Team weiterentwickeln will. Dafür erhält er über fünf Jahre verteilt rund 2 Millionen Euro Fördermittel. Hendrik Fuchs beschäftigt sich mit dem Waschmittel der Atmosphäre, dem Hydroxyl (OH)-Radikal. Es reinigt die Luft von Schadstoffen. Der Klimaforscher will mithilfe seiner knapp 1,9 Millionen Euro Fördermittel herausfinden, wie der Reinigungsprozess in Gebieten abläuft, in denen Pflanzen große Mengen organischer Verbindungen in die Atmosphäre abgeben.

– INSTITUTE FOR ADVANCED SIMULATION UND PETER GRÜNBERG INSTITUT –
–INSTITUT FÜR ENERGIE- UND KLIMAFORSCHUNG –

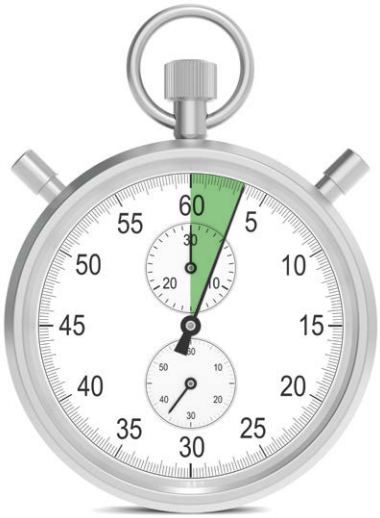
Wirkstoffe gezielter auswählen

Ein neuer Test soll Forschern helfen, aussichtsreiche Wirkstoffe gegen Alzheimer zu erkennen. Er prüft, wie gut eine Substanz verschiedene, besonders toxische Eiweiß-Verklumpungen eliminiert. Diese gelten als Ursache für das Absterben von Nervenzellen. Ein Wirkstoff gilt als aussichtsreich, wenn er diese Verklumpungen, sogenannte Oligomere, sehr effizient zerstört. Die gezielte und präzise Vorauswahl kann die Zahl der notwendigen Tierversuche verringern und Misserfolge in der klinischen Testung vermeiden. Die Düsseldorfer und Jülicher Forscher sind derzeit dabei, ihr Verfahren noch weiter zu optimieren.

– INSTITUTE OF COMPLEX SYSTEMS –



Im Gehirn wird das Protein Amyloid-beta aus einem größeren Protein herausgeschnitten (links). Als einzelnes Molekül ist es harmlos, kann sich jedoch mit der Zeit zu Oligomeren zusammenlagern, aus denen später unlösliche Fibrillen und Plaques entstehen.



3,5

Sekunden …

… statt wie bislang üblich 10 bis 60 Minuten – so wenig Zeit benötigte ein Jülicher Transmissionselektronenmikroskop, um eine Serie von rund 3.500 Einzelbildern anzufertigen. Ermöglicht hat das ein neues Verfahren, das die Jülicher Forscher entwickelt haben. Aus den Einzelbildern entstehen 3D-Aufnahmen – so wie bei der Computertomografie. Die Jülicher Forscher können nun beispielsweise chemische Reaktionen im Nanometerbereich in 3D und nahezu in Echtzeit beobachten. Außerdem reicht ein deutlich schwächerer Elektronenstrahl aus. Dadurch lassen sich Zellen, Bakterien und Viren untersuchen, ohne dass sie beschädigt werden.

– ERNST RUSKA-CENTRUM –
– PETER GRÜNBERG INSTITUT –

JUBILÄUM

Für Neugierige

Das Forschungszentrum öffnet in diesem Jahr wieder seine Tore: Am Sonntag, den 5. Juni 2016, findet von 10 bis 17 Uhr der „Tag der Neugier“ statt. Kleine und große Besucher können den Campus erkunden, Forschung hautnah erleben und mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ins Gespräch kommen. Unter dem Motto „60 Jahre – Forschung im Zentrum“ feiert das Forschungszentrum dieses Jahr sein 60-jähriges Bestehen.

Weitere Informationen gibt es unter

– WWW.TAGDERNEUGIER.DE –

MASSGESCHNEIDERT

Sieben Helmholtz-Zentren haben eine gemeinsame Laborplattform gegründet, um leistungsfähige maßgeschneiderte Werkstoffe für die Energiewende zu entwickeln. Die Helmholtz Energy Materials Characterization Platform (HEMCP) steht auch anderen Wissenschaftlern sowie der Industrie offen. Das Forschungszentrum Jülich koordiniert die Plattform.

GUT BESUCHT

Mitte Dezember 2015 hat das Schülerlabor (JuLab) des Forschungszentrums Jülich sein zehnjähriges Bestehen gefeiert. Bislang haben dort mehr als 40.000 Kinder und Jugendliche aus der Region experimentiert, gestaunt und wissenschaftliches Arbeiten kennengelernt. Pro Jahr kommen außerdem rund 100 Lehrer ans JuLab, um sich fortzubilden.

NAHRHAFT

Ein Kohlekraftwerk in Niederaußem liefert Kohlendioxid (CO_2) an Jülicher Pflanzenforscher. Die Wissenschaftler füttern damit ihre Algen, aus denen Grundstoffe für die chemische Industrie, Treibstoffe und Nahrungsmittel gewonnen werden können. Kraftwerksbetreiber RWE erforscht in Niederaußem, wie sich CO_2 effizient aus Abgasen abtrennen lässt.

Comedy im Computer

Der niederländische Programmierer Guido van Rossum tauft seine 1989 entwickelte neue Computersprache „Python“. Nicht etwa aus einer Vorliebe zu Schlangen, sondern in einer „etwas ehrfurchtslosen Stimmung“ als Hommage an die britische Comedy-Truppe Monty Python, wie er später in Interviews erzählt. Der etwas schräge Humor wird schnell zum Markenzeichen der neuen Sprache – Anleitungen von Python-Programmen enthalten oft Hinweise auf Sketche von Monty Python, wie etwa Spam und Egg in Anspielung auf den Spam-Sketch. Das Python-Projekt dulwich ist beispielsweise nach einem Sketch der Comedy-Truppe benannt, der in dem Londoner Stadtteil Dulwich spielt. Wer sich in Anleitungen zu Python vertieft, wird außerdem Anspielungen auf den Monty-Python-Film „Die Ritter der Kokosnuss“ (im Original „Monty Python and the Holy Grail“) entdecken.

SOMETHING COMPLETELY DIFFERENT

Sie steckt in YouTube, Google und animierten Filmen. Gleichzeitig ist sie ein Alltagswerkzeug in der Forschung: Die Computersprache Python hat sich von einem kleinen, aber ambitionierten Zeitvertreib zu einer Weltsprache unter Programmierern gemausert. Vielleicht weil sie etwas völlig anderes ist oder „something completely different“, wie die britische Komikergruppe Monty Python sagen würde.

Dezember 1989: Der niederländische Programmierer Guido van Rossum möchte zwei Probleme lösen. Erstens: sich auf keinen Fall während der bevorstehenden Weihnachtsfeiertage langweilen. Zweitens: eine Programmiersprache erfinden, die es ihm ermöglicht, schnell und unkompliziert bei einem aktuellen Software-Projekt voranzukommen. Beides gelingt. Es ist die Geburtsstunde der Programmiersprache Python.

Was danach kommt, überrascht selbst van Rossum. Python wächst zum Multitalent heran. Programmierer lösen mit dem Code selbst komplexe Probleme. Inzwischen hat die Open-Source-Sprache Hörsäle, Klassenräume und Forschungslabore erobert. Im Jahr 2015 empfiehlt die renommierte Fachzeitschrift „Nature“ Nachwuchswissenschaftlern ausdrücklich, Python zu lernen.

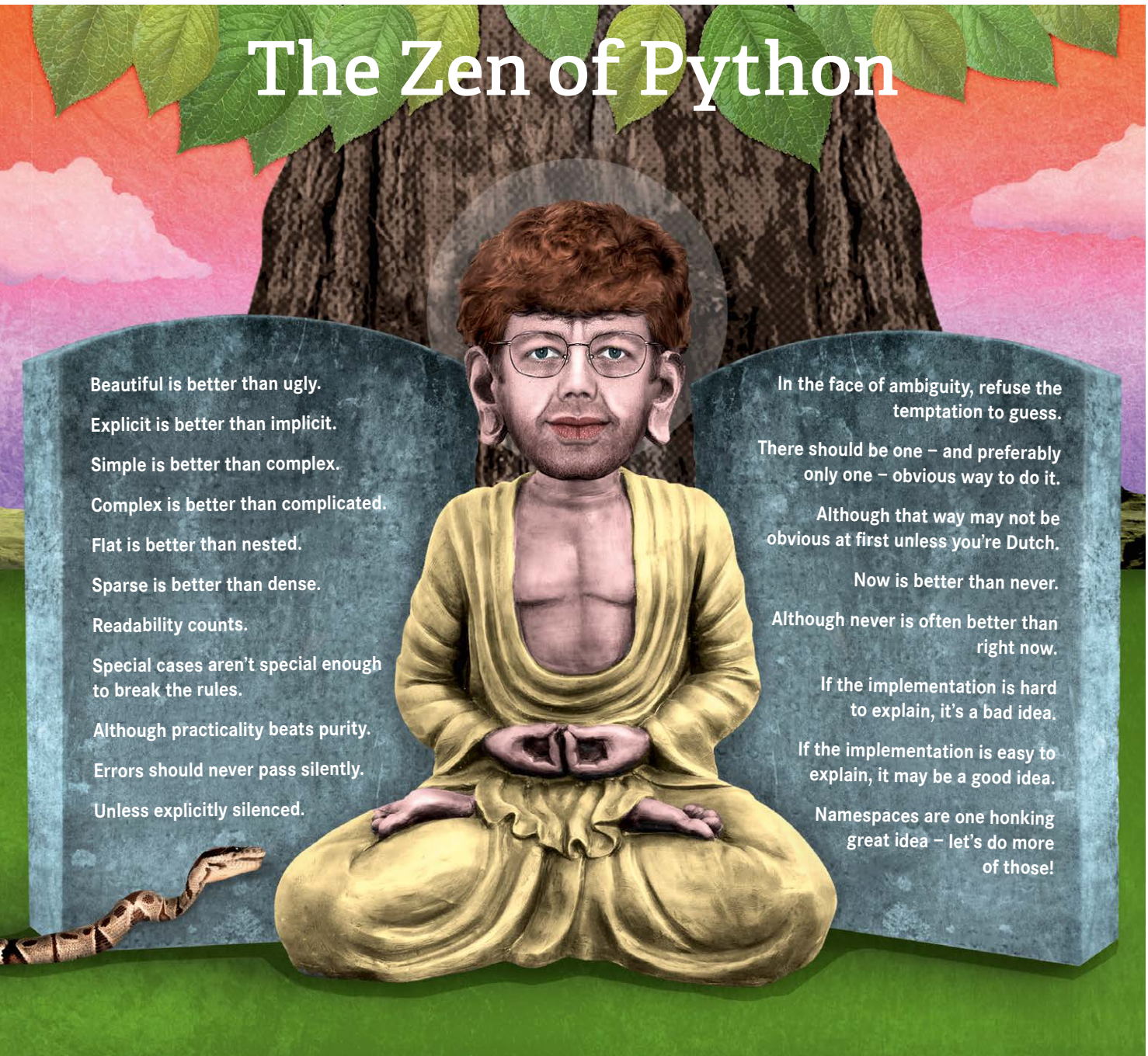
Der Jülicher Physiker Dr. Bernd Zimmermann arbeitet bereits seit sieben Jahren mit der Programmiersprache. „2009 wollte ich für meine Diplomarbeit Daten aus verschiedenen Simulationen kombinieren und auswerten. Es gab aber kein passendes Programm dafür“, erinnert er sich. Also hieß es, Ärmel hochkrempeln und selber etwas programmieren. Zwei Punkte waren dabei wichtig: Das Programm musste im besten Fall nichts kosten und schnell erlernbar sein, denn die Diplomarbeit ist zeitlich begrenzt. „Mein Bürokollege hat mir Python empfohlen. Er arbeitete selber damit und ich war beeindruckt, wie viel man mit wenig Aufwand erreichen kann. So habe ich angefangen, mir Python selbst beizubringen“, so der Nachwuchswissenschaftler. Dabei kam ihm zugute, dass er bereits einen allgemeinen Programmierkurs an der Universität besucht und Erfahrungen mit dem in der Wissenschaft weitverbreiteten kommerziellen Programm MATLAB gesammelt hatte.

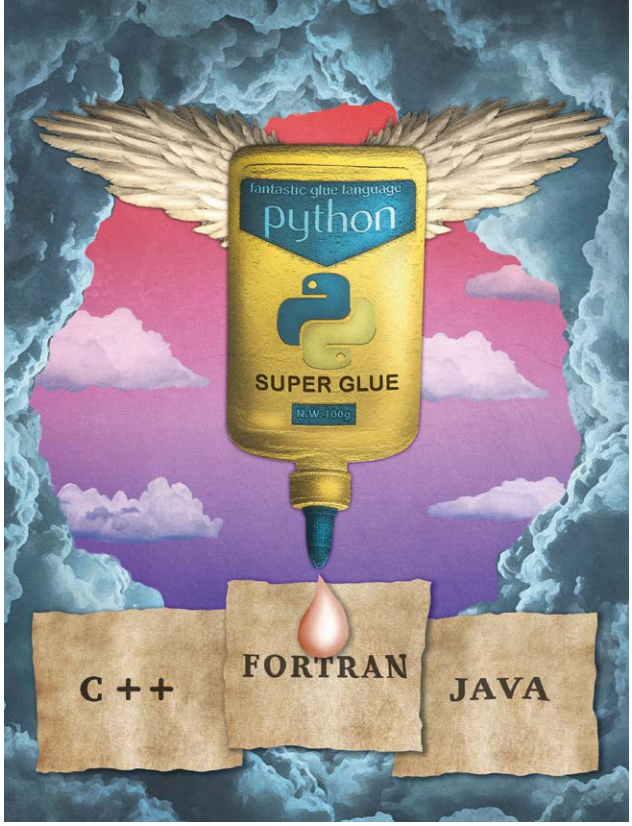
MASSGESCHNEIDERTE LÖSUNGEN GEFRAGT

Wie Zimmermann geht es vielen Wissenschaftlern: Vorhandene Programme reichen oft nicht aus, um Instrumenten und Rechnern zu sagen, was sie genau messen und berechnen sollen, oder um Daten auszuwerten. Hierfür maßgeschneiderte Programme kann man in der Regel nicht einfach kaufen oder bestellen. Diese Erfahrung hat Zimmermann während seiner Zeit am Peter Grünberg Institut (PGI) mehrfach gemacht. „Wenn wir neuartige Experimente planen oder bestimmte Eigenschaften von Materialien am Computer simulieren wollen, müssen wir oft selber Lösungen programmieren“, sagt Zimmermann. Er erforscht das Zusammenspiel von magnetischen und elektronischen Eigenschaften von Festkörpern im Nanobereich, von denen sich Wissenschaftler Durchbrüche in der Informationstechnologie erhoffen. Dabei fallen komplexe Datensätze mit einer Fülle verschiedener Parameter an, die die Wissenschaftler visuell sichtbar machen

und analysieren wollen. „Wir untersuchen zum Beispiel, welche magnetischen Eigenschaften ein Metall aufweist, das vorsätzlich mit Atomen eines anderen Festkörpers verunreinigt wird. Lassen sich dort Gesetzmäßigkeiten erkennen, die man für die Entwicklung von Bauteilen nutzen kann?“, erläutert Zimmermann. Um das herauszufinden, übersetzen die Forscher bekannte physikalische Theorien in Modelle und mathematische Gleichungen und simulieren so umfangreiche Szenarien am Rechner. Heraus kommen komplexe Datensätze, aus denen die Wissenschaftler die für sie wichtigen Erkenntnisse herausfiltern können. Python ist hierfür besonders gut geeignet: Die Programmiersprache ist sehr effizient, wenn es darum geht, schnell Programmabläufe zu schreiben und große Datenmengen elegant zu strukturieren und übersichtlich darzustellen.

Die Programmiersprache ist sehr effizient, wenn es darum geht, schnell Programmabläufe zu schreiben und große Datenmengen elegant zu strukturieren.





Seit der Veröffentlichung der ersten Vollversion 1994 ist Python für viele Wissenschaftler eine Alternative zu teuren lizenzpflichtigen Softwareprodukten geworden. In Jülich nutzen Klimaforscher den schlanken Programmiercode für die Planung ihrer Forschungsflüge, Neurowissenschaftler setzen ihn ein, um die Kommunikation zwischen Nervenzellen im Gehirn zu simulieren. In der Photovoltaik hilft die Programmiersprache, Daten von Proben zentral zu speichern und über das Internet verfügbar zu machen. Auch über das Forschungszentrum hinaus ist Python gefragt: zum Beispiel in der Weltraumforschung oder am CERN in der Schweiz. Teile der Videoplattform YouTube und des Datenaustauschdienstes Dropbox sind in Python programmiert, die Filmindustrie nutzt sie für Computeranimationen und Spezialeffekte, beispielsweise in der 3D-Animationssoftware Blender. Der Linkkürzungsdienst von Google basiert ebenfalls darauf.

Was hebt Python von anderen Programmiersprachen ab? Ein Teil der Antwort erschließt sich in der Philosophie der Sprache, zusammengefasst im „Zen of Python, by Tim Peters“ – einem augenzwinkernden Credo des Programmierens, welches aus 19 Glaubenssätzen besteht (siehe links). Dort heißt es unter anderem: „Einfach ist besser als komplex. Komplex ist besser als kompliziert.“ Entsprechend beruht Python auf einfachen, klaren Regeln. Dadurch ist sie schneller erlernbar als andere Programmiersprachen. Aufgaben lassen sich in wesentlich weniger Programmzeilen zusammenfassen als bei anderen Sprachen.

DIE KLEBSTOFF-SPRACHE

Ein weiterer wesentlicher Vorteil von Python: Einzelne Programmbefehle sind direkt ausführbar und müssten nicht zuvor kompiliert werden – also in eine ausführbare Datei übersetzt werden. Das geht bei Python zwar bei umfangreichen Programmierungen auf Kosten der Schnelligkeit, lässt sich aber mit speziellen Zusatzmodulen auffangen – oder indem man Python mit anderen Programmiersprachen wie Fortran, Java oder C, C++ kombiniert, die hier ihre Stärke haben. Das Einbinden von Elementen aus anderen Sprachen funktioniert bei Python außerdem sehr effizient. Das hat ihr die Bezeichnung „fantastic glue Language“ eingebracht – „Klebstoffsprache“. Das macht Python für viele Anwendungen interessant, unter anderem für das Supercomputing. Zwar sind andere Sprachen besser für das parallele Rechnen geeignet, um die Kapazitäten der Superrechner auszuschöpfen, aber mit Python lassen sich Abläufe gut strukturieren. „Man schickt seine Simulationsjobs an den Supercomputer mithilfe eines Python-Skripts. Dann läuft die Simulation auf dem Rechner. Anschließend sammelt das Skript die Daten ein und visualisiert sie – alles in einem Aufwasch. Das ist extrem praktisch“, berichtet Zimmermann.

Damit nicht jeder das Rad neu erfinden muss, enthält Python eine umfangreiche Standardbibliothek, zu der beispielsweise mathematische Gleichungen gehören. Diese spielen bei vielen wissenschaftlichen Anwendungen in unterschiedlichen Disziplinen eine Rolle. Im Laufe der Zeit sind immer mehr fachspezifische Module hinzugekommen, die Wissenschaftler gemeinsam entwickelt haben und kostenlos zur Verfügung stellen – etwa für Bioinformatik, Neurowissenschaften, Astronomie oder Quantencomputing. Diese bilden für Neueinsteiger ein komfortables Grundgerüst. „Zu den meisten Problemen, die mir bisher untergekommen sind, lassen sich bestehende Lösungsansätze online finden – manchmal sind es nur Programmcodeschnipsel. Aber die können einem schon schnell weiterhelfen, wenn man neue Lösungswege ausprobieren will“, sagt Zimmermann. Wie aus einem Werkzeugkasten können sich Programmierer die für ihre aktuelle Aufgabe wichtigen Teile zusammensetzen und selber noch anpassen – und sie dann selbst wieder anderen auf Open-Source-Basis zur Verfügung stellen.

Bei größeren Softwareprojekten arbeiten Gruppen über Online-Plattformen wie „GitHub“ oder „Bitbucket“ zusammen. Hier hinterlegen sie den Quellcode einer Anwendung, die andere dann kopieren und weiterentwickeln können. Auch die Behebung von Fehlern, die zum Entwicklungsalltag dazugehört, läuft über diese Plattformen. Außerdem finden Wissenschaftler hier Partner für ihre spezifischen Anwendungen – und zwar auf der ganzen Welt.

Ein weiterer Pluspunkt der Python-Community: Kommen Einsteiger oder auch Fortgeschrittene einmal nicht weiter, erhalten sie oftmals rasch Hilfe. „Als ich in Python eingestiegen bin, hat mich der Support der wissenschaftlichen Community sehr beeindruckt und ermutigt, eigene Dinge auszuprobieren“, blickt Reimar Bauer zurück. Der Programmierer am Jülicher Institut für Energie- und Klimaforschung ist heute selbst Python-Entwickler. Er kam zu der Sprache, als er auf der Suche nach einem geeigneten Wiki-System für sein Institut war, ein Kommunikationstool für den wissenschaftlichen Austausch. „Zahlreiche Entwickler investieren viel Zeit, um Neueinsteigern zu helfen und sie zu unterstützen. Das ist Teil der

Philosophie. Weltweit gibt es Vernetzungs-Angebote, Gruppen und Konferenzen“, so Reimar Bauer, der zudem im Vorstand des Python Software Verbands e. V. (PySV) und als Fellow der Python Software Foundation (PSF) aktiv ist. Dahinter verbergen sich keine kommerziellen Unternehmen, sondern gemeinnützige Organisationen. Sie stellen sicher, dass Python frei verfügbar bleibt, entwickeln die Programmiersprache weiter und unterstützen das Wachstum der vielfältigen internationalen Gemeinschaft der Python-Programmierer.

Am Forschungszentrum bietet das Jülich Supercomputing Centre Python-Kurse für Wissenschaftler an. Auf Wunsch der Jülicher Institute steht die Programmiersprache seit einigen Jahren außerdem auf dem Lehrplan für Mathematisch-Technische Softwareentwickler. In diesem dualen Bachelorstudiengang des Forschungszentrums und der Fachhochschule Aachen lernen die Studierenden praxisnah, Anwendungen für die Forschung zu programmieren.

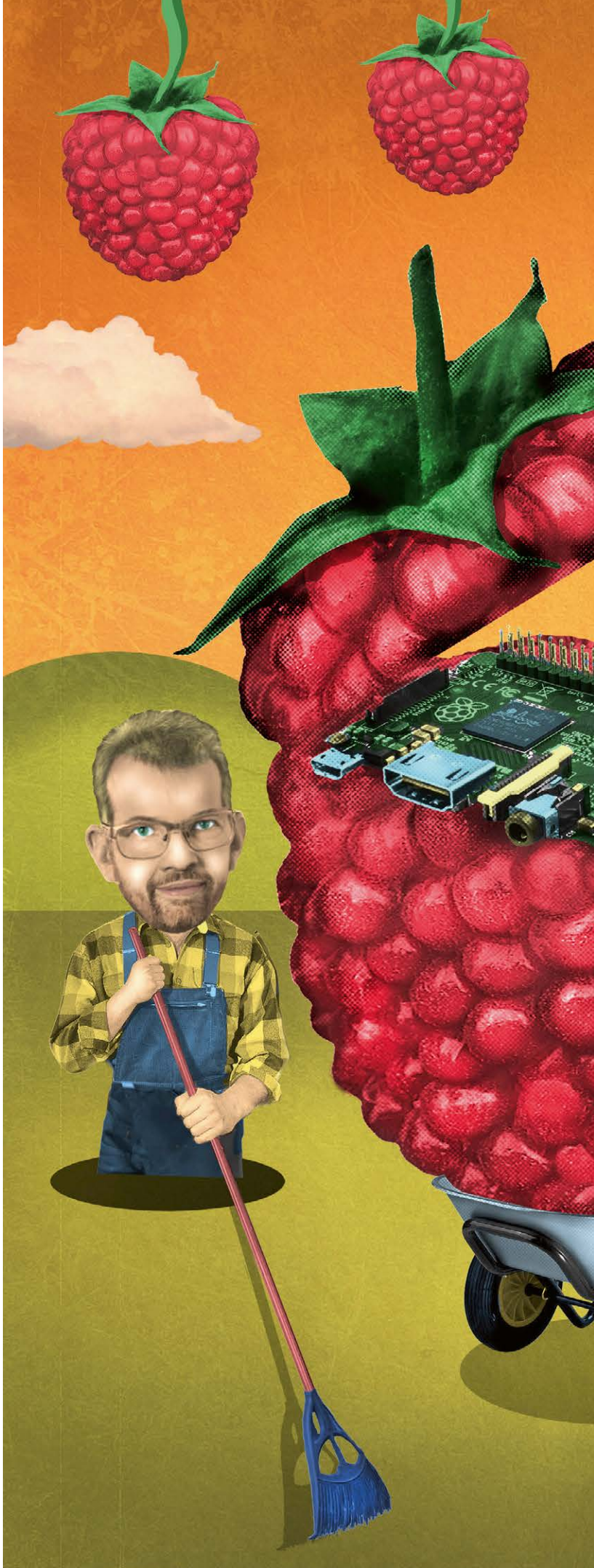
SPIELWIESE NICHT NUR FÜR KINDER

In einigen Ländern dient Python aufgrund seiner Vorzüge dazu, bereits Schulkinder für das Programmieren zu begeistern, wie beispielsweise in Großbritannien oder in einigen Entwicklungsländern. Hierbei kommt ein kleiner Einplatinen-Computer zum Einsatz, der etwas größer als eine EC-Karte ist, auf dem Python bereits vorinstalliert ist: der Raspberry Pi. Die britische Rundfunkanstalt BBC hat eine eigene Variante entwickelt, den Micro Bit, und will 2016 rund eine Million Stück an Elf- und Zwölf-Jährige verschenken. Das Gerät soll bei Kindern das Interesse für digitale Technologie und Programmieren wecken.

Aber auch für Erwachsene kann so ein günstiger Mini-PC ein erster Einstieg für Python sein. „Damit kann man eine Menge sinnvoller und witziger Sachen machen“, sagt Reimar Bauer. Es gibt ganze Websites und Zeitschriften, die sich mit dem Raspberry Pi beschäftigen und Projekte von Benutzern vorstellen. „Eine Kollegin hat ihn so programmiert, dass er automatisch Fotos von den Vögeln macht, die zur Futtertränke kommen, und ihr die Aufnahmen dann zuschickt.“

Vielleicht fehlt dem einen oder anderen noch eine pfiffige Software-Anwendung? Oder man möchte etwas Neues während der Urlaubstage ausprobieren? Dann nur zu, Ärmel hochkrempeln und selbst programmieren!

BIRGIT PFEIFFER



Reimar Bauer (links) und Bernd Zimmermann nutzen Python für ganz verschiedene Zwecke. Bauer setzt die Sprache für den Wissensaustausch in der Klimaforschung ein, Zimmermann simuliert damit Materialeigenschaften. →

Durchstarten mit Python

Für Anfänger:
Python für Neueinsteiger mit Download und Tutorial (auf Englisch) gibt es auf den Seiten der Python Software Foundation:
www.python.org/about/gettingstarted
Dokumentation: **https://docs.python.org/3**

Kurse und Workshops:
Im Internet gibt es eine Menge an kostenfreien Tutorials und Online-Kursen zu Python, zum Beispiel auf iTunes U oder der Plattform edx in den USA:
www.edx.org/course?search_query=Python

Für Frauen:
Spezielle Workshops und Online-Angebote gibt es für Frauen, die in Python einsteigen wollen, wie beispielsweise PyLadies, PyLadies Remote oder Djangogirls. Letztere bieten Workshops für den Einstieg in die Webprogrammierung in Python mit der Entwicklungsumgebung Django an.
Django Girls: **djangogirls.org**
PyLadies: **www.pyladies.com**
PyLadies Remote: **remote.pyladies.com**

In einer Gruppe mitmachen:
Auf der Website des Python Software Verbands e. V. kann man sich einen Überblick über Python-User-Gruppen im deutschsprachigen Raum verschaffen, die zum Mitmachen einladen:
python-verband.org/mitmachen/ug

Raspberry Pi:
Eine schöne Variante einzusteigen, bietet der Raspberry Pi – ein kleiner Einplatinencomputer, mit dem man eine Menge witziger Projekte in Python machen kann:
www.raspberrypi.org

Python-Humor:
www.python.org/doc/humor

Das geheime Leuchten der Pflanzen

Eine Garage, eine Idee – der Rest ist Geschichte. Solche Legenden spielen üblicherweise im Silicon Valley. Aber auch die rastlose Suche nach einer Antwort in einem dunklen Raum unter den Gewächshäusern der Technischen Universität (TU) Darmstadt hat das Zeug für eine rasante Story: vom Keller in den Orbit sozusagen.

„Begonnen hat alles vor 20 Jahren mit einer konkreten Frage“, berichtet der Biologe Prof. Uwe Rascher vom Institut für Pflanzenforschung (IBG-2). „ Mein Ziel war es herauszufinden, ob die Photosynthese überall im Blatt gleichmäßig verteilt abläuft, oder ob es unterschiedlich aktive Blattbereiche gibt.“ Mit bloßem Auge ist dies nicht zu erkennen. Die Umwandlung von Licht, Wasser und Kohlendioxid mithilfe des grünen Farbstoffs Chlorophyll in Zucker und andere Stoffe läuft für uns unsichtbar in den Blättern der Pflanzen ab. Aber mit einem Trick geht es doch: denn Pflanzen leuchten. Sie strahlen dort, wo sie Photosynthese betreiben, ein schwaches rotes Fluoreszenzlicht ab. Dieses rote Leuchten ist umso stärker, je mehr überschüssige, nicht nutzbare Lichtenergie sich in den Blätter anreichert.

Zu sehen ist das Leuchten freilich bei Tage nicht. Dafür ist üblicherweise das Umgebungslicht zu stark. „Das erste Fluoreszenz-Messgerät, das ich als Student an der Universität Erlangen nutzen durfte, war fürchterlich groß“, berichtet Uwe Rascher, „es nahm einen kompletten Labortisch ein.“ Im Verlauf der Jahre schrumpfte die Technik enorm. „Während meiner Promotion im Keller der Gewächshäuser der TU Darmstadt passten die Geräte schon in eine rund zwei mal drei Meter große Pflanzenkammer“, erinnert sich Rascher. „Nur drei Jahre später waren die Geräte so miniaturisiert, dass ich sie an einem Klettergurt befestigen konnte“, berichtet er von seiner späteren Zeit als Postdoc in den Gewächshäusern von „Biosphäre 2“ im US-Bundesstaat Arizona. Dort untersuchte er in luftiger Höhe die Photosynthese von Baumkronen. Und ja, es stimmt, Blätter – egal wie ebenmäßig grün sie erscheinen – betreiben nicht überall gleich viel Photosynthese. Die Fluoreszenz ist dabei auch ein direktes Maß, wie intensiv die Pflanze CO_2 bindet und ob sie unter Stress steht.

STRESS SICHTBAR MACHEN

Sind Pflanzen durch Hitze, Parasiten, ungünstige Böden oder Luftverschmutzung belastet, verändert sich das rote Leuchten – und zwar ganz unterschiedlich, denn jede Pflanze reagiert anders auf Stress. Diese Veränderungen sind mit heute verfügbaren Hochleistungs-Spektrometern, die unter Jülicher Federführung entwickelt und gebaut wurden, auch bei Tageslicht messbar. Und das sogar aus der Luft von einem Flugzeug aus. So untersuchten die Forscher großflächig das Fluoreszenz-Leuchten von Agrargebieten, Ökosystemen und Landschaften in Europa und den USA. Die überaus erfolgreichen Messkampagnen waren ausschlaggebend für die Entscheidung der Europäischen Weltraumorganisation ESA, ihren nächsten Satelliten zur Erkundung der Erde in den Dienst der Pflanzenforschung zu stellen. In sieben Jahren wird ein Fluoreszenz-Spektrometer die Erde umrunden und sichtbar machen, wo welche Pflanzen intensiv oder weniger intensiv leuchten. „Diese Karten

← **Durchblick dank Sehhilfe: die Pflanzenforscher Uwe Rascher (l.) und Andreas Burkart**

erlauben es uns, den Effekt ungünstiger Umweltbedingungen auf Pflanzen weltweit zu messen“, sagt Rascher. Davon profitiert unter anderem die Landwirtschaft. Denn mithilfe der Karten wird es möglich, Anbaugebiete und Feldfrüchte besser aufeinander abzustimmen oder erste Schäden durch Parasiten oder Dürre schneller zu erkennen und rasch zu handeln.

Begleitet wird die Satellitenmission von Mess-Stützpunkten am Boden. Der Jülicher Verantwortliche dafür ist der Pflanzenforscher Dr. Andreas Burkart. Statt auf Bäume zu klettern, erstellt dieser Biologe Schaltpläne, programmiert und lötet Steuereinheiten und baut Spektrometer.

ROT SEHEN

„Ich glaube etwas erst, wenn ich es sehe“, betont Burkart. Dazu nimmt er Besucher gerne mit in einen abgedunkelten Raum im Erdgeschoss des Instituts. Auf dem Weg dorthin zupft er rasch ein Blatt einer Birkenfeige ab, die auf dem grauen Institutsflur für etwas Behaglichkeit sorgen soll. Ihre weiß umrandeten grünen Blätter eignen sich hervorragend für das folgende Experiment: In der Dunkelheit bestrahlt Burkart das Blatt mit einer bläulich schimmernden LED-UV-Taschenlampe. Zu sehen ist ein grünes Blatt in einem bläulichen Lichtkegel. Dann reicht der Biologe dem Betrachter eine rot getönte Brille, die das Licht der Lampe komplett wegfiltert. Plötzlich erscheint dort, wo das Blatt die Photosynthese angeworfen hat, ein rotes, fast feenhaftes Leuchten. Der weiße Blattrand leuchtet nicht, da hier keine Chloroplasten vorhanden sind und somit auch keine Photosynthese stattfinden kann.

Burkart arbeitet zurzeit an den neuen – am Boden stationierten – Spektrometern und der dazugehörigen Steuer- und Datensoftware. Diese Einheiten werden an mehreren Standorten der Welt positioniert. Sie sollen dann weitgehend autonom Fluoreszenz-Daten sammeln und in ein zentrales Labor funken. Dort werden die Werte mit den Informationen abgeglichen, die das ESA-Spektrometer zukünftig aus dem Orbit liefert. Die Forscher sind sich sicher, damit zentrale Antworten auf die Frage zu erhalten, wie es um die Gesundheit der grünen Lunge unseres Planeten bestellt ist.

BRIGITTE STAHL-BUSSE

Experiment für Schulklassen

Das braucht ihr:

Eine Pflanze mit grünen Blättern

Eine LED-UV-Taschenlampe
(Bitte nicht hineinschauen oder anderen in die Augen leuchten!)

Eine Brillen mit roten Gläsern
(Im Handel unter der Bezeichnung „Laserbrille rot“ erhältlich)

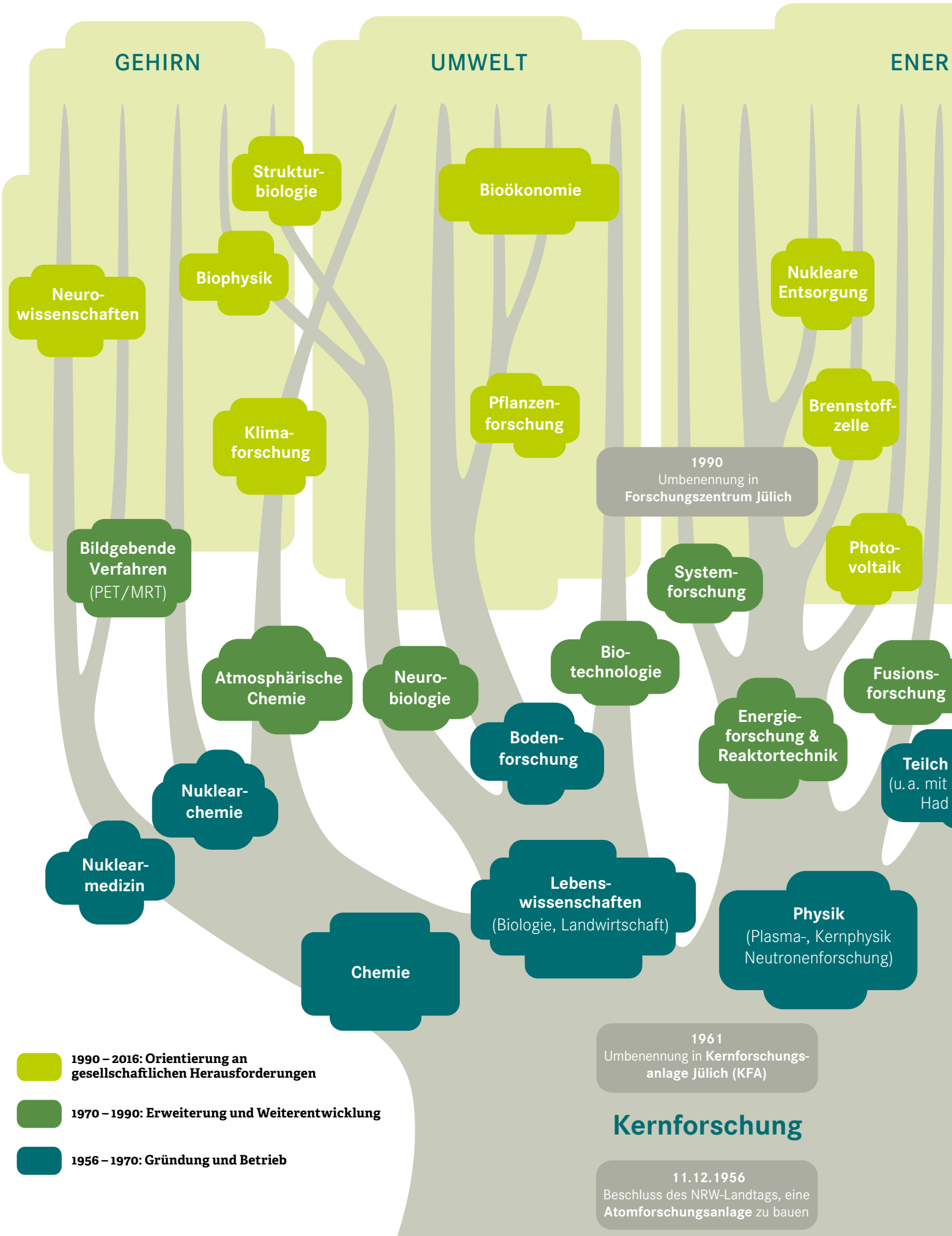
Und so geht's:

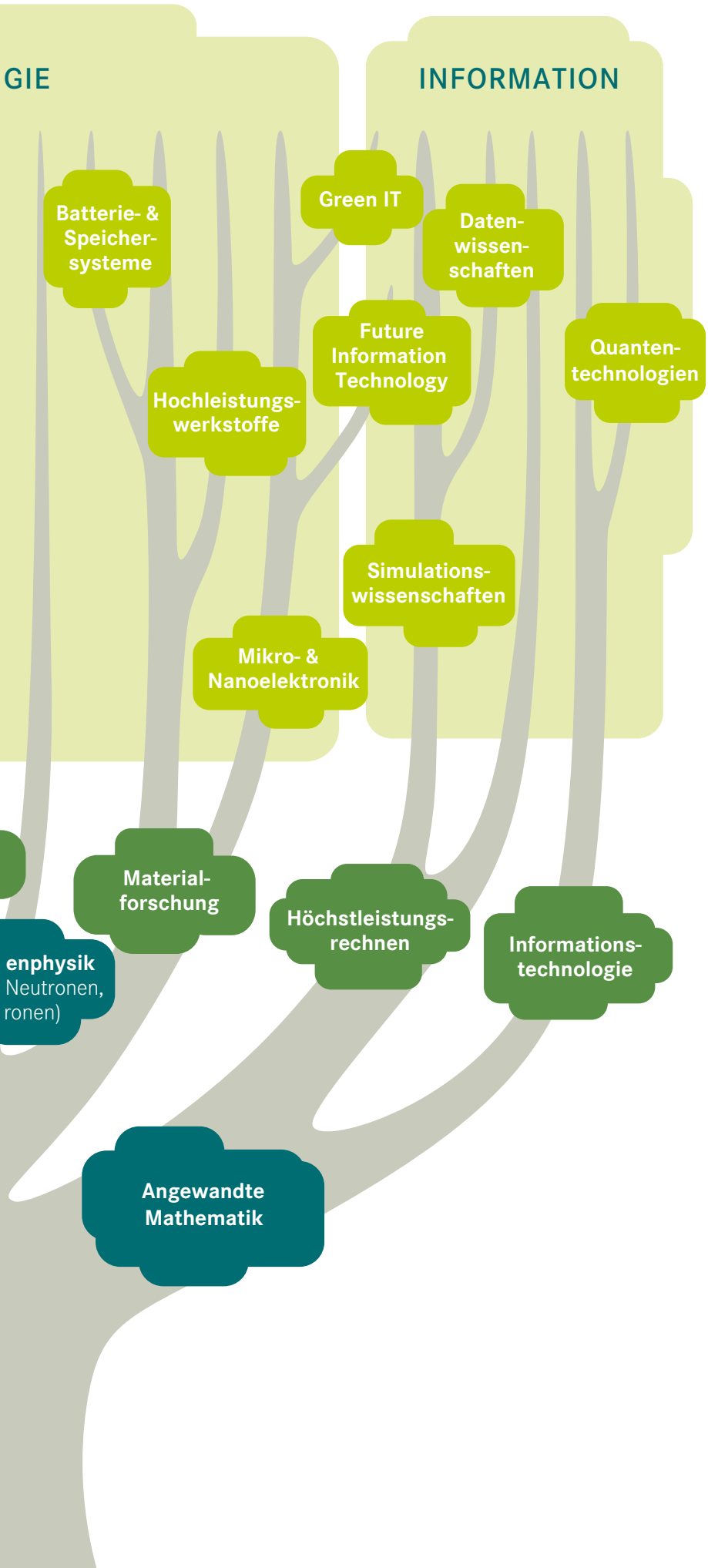
1. Stell die Pflanze in einen dunklen Raum. Durch die Dunkelheit stoppt die Photosynthese.

2. Bestrahl die Pflanze im Dunkeln mit deiner UV-Taschenlampe. Das UV-Licht regt das Chlorophyll in den Blättern an und aktiviert die Photosynthese.

3. Setz die rote Brille auf. Das rote Leuchten, das nun sichtbar wird, ist die Fluoreszenz der Pflanzen. Die roten Brillengläser filtern das blaue UV-Licht der Taschenlampe und lassen nur das rote Licht, das von den Pflanzen abgestrahlt wird, durch.

4. Bei Tageslicht sehen wir dieses rote Leuchten mit bloßem Auge nicht, weil das viel hellere Sonnenlicht das schwache Fluoreszenzsignal der Pflanzen überstrahlt.


GEHIRN
UMWELT
ENER
Struktur-biologie
Bioökonomie
Biophysik
Neuro-wissenschaften
Nukleare Entsorgung
Pflanzen-forschung
Brennstoff-zelle
Klima-forschung
1990
Umbenennung in
Forschungszentrum Jülich
Bildgebende Verfahren (PET/MRT)
Photo-voltaik
System-forschung
Bio-technologie
Atmosphärische Chemie
Neuro-biologie
Fusions-forschung
Energie-forschung & Reaktortechnik
Boden-forschung
Teilch
(u.a. mit
Had
Nuklear-chemie
Nuklear-medizin
Lebens-wissenschaften (Biologie, Landwirtschaft)
Physik (Plasma-, Kernphysik Neutronenforschung)
Chemie
1961
Umbenennung in Kernforschungs-anlage Jülich (KFA)
Kernforschung
11.12.1956
Beschluss des NRW-Landtags, eine Atomforschungsanlage zu bauen
1990 – 2016: Orientierung an gesellschaftlichen Herausforderungen
1970 – 1990: Erweiterung und Weiterentwicklung
1956 – 1970: Gründung und Betrieb



60 JAHRE FORSCHUNG IM ZENTRUM

Verzweigtes Wissen

Ob Gebäude, Mitarbeiter oder Forschungsthemen – seit der Gründung im Jahr 1956 wächst das Forschungszentrum. Jedoch nicht willkürlich, wie die nebenstehende Grafik zeigt.

Das Wachstum der mitten im Stetternicher Forst angesiedelten Einrichtung lässt sich mit dem der Bäume dort vergleichen. Der Jülicher Samen ist die Kernforschung. Sie bildet die Grundlage für physikalische Kernfächer wie die Neutronen- und die Plasmaphysik – aber auch für erste Verzweigungen. Forscher bearbeiten das Thema Radioaktivität in seiner gesamten Breite: von strahlungsbeständigen Reaktormaterialien über biologische Strahlenwirkung bis hin zu radioaktiven Tracern für Medizin und Landwirtschaft.

Dieses Know-how wird weiterentwickelt und auf nicht nuklearen Feldern genutzt. Aus der Physik etwa erwächst die Materialforschung, woraus wiederum Green IT und Future Information Technology entstehen; aus der Chemie entsprießt die Klimaforschung. Die Angewandte Mathematik, einst Hilfsinstitut für den Reaktorbau, entwickelt sich über das Höchstleistungsrechnen zu den Simulationswissenschaften. Es bildet sich die heute weit gefächerte Krone mit den großen Hauptthemen heraus, wo die Äste sich auch auf mehrere Bereiche erstrecken können. So nutzen Hirnforscher die Simulationswissenschaften, und Wissen aus der Energieforschung fließt in neue Rechnerkonzepte. Diese Verknüpfungen werden durch ein Jülicher Hauptkennzeichen ermöglicht: Interdisziplinarität.

Der Baum lässt die Entwicklung vielleicht harmonischer erscheinen, als sie oftmals gewesen ist. Natürlich gibt es 1956 nicht den bis heute maßgebenden Masterplan, es gibt Brüche, gescheiterte Projekte und zarte Triebe, die vielleicht noch wachsen werden. Diese bildet der schematische Baum nicht ab. Aber er zeigt, dass die Leuchttürme von heute aus der Geschichte des Forschungszentrums heraus gewachsen sind.

BERND-A. RUSINEK

Handfester Beleg

Lustlos, niedergeschlagen oder innerlich leer: Eine Depression kann viele Gesichter haben. Ein handfester Beleg für die Krankheit zeigt sich aber im Gehirn, wie Jülicher Wissenschaftler herausfanden.

Jeden Morgen wacht Monika M.* sehr früh auf. Sie schläft meist schlecht und fühlt sich seltsam antriebslos. Eigentlich gibt es keinen Grund dafür, trotzdem ist sie konstant traurig und sorgenvoll. Die 52-jährige Informatikerin schafft es kaum noch, einzukaufen oder zum Arzt zu gehen. Monika M. leidet wie rund drei Millionen Menschen in Deutschland unter einer Depression.

Die Symptome der psychischen Erkrankung sind vielfältig, die Ursachen bisher nicht umfassend geklärt. Eindeutig dagegen ist eine strukturelle Veränderung im Gehirn, die Jülicher Forscher vor Kurzem das erste Mal identifiziert haben. Dr. Sebastian Bludau und Prof. Simon Eickhoff stellten fest, dass bei depressiv erkrankten Patienten die graue Hirnsubstanz in einem bestimmten Areal des Frontalpols verringert ist.

Dazu verglichen die Wissenschaftler des Instituts für Neurowissenschaften und Medizin (INM-1) bei Gesunden und Depressiven das Volumen dieser Hirnsubstanz in den verschiedenen Frontalpol-Arealen. „Ein bestimmter Bereich, der mediale Frontalpol, ist an sozial-affektiven Prozessen wie Grübeln oder Selbstreflexionen beteiligt. Diese spielen bei Depressionen eine Rolle“, erläutert Sebastian Bludau. Die Analyse zeigte, dass dieser Bereich bei Depressiven verkleinert ist. Auch zwischen Erkrankungsdauer bzw. -schwere und dem Hirnvolumen konnten die Wissenschaftler einen Zusammenhang nachweisen: „Je schwerer und länger die Erkrankung, desto geringer war die graue Substanz im medialen Frontalpol“, fasst der Neurowissenschaftler zusammen. Im lateralen Frontalpol, der an kognitiven Prozessen wie dem Gedächtnis beteiligt ist, traten hingegen keine Unterschiede auf. Ob die Veränderungen des Gehirns eine Folge oder eine Ursache der Depression sind, muss allerdings noch erforscht werden.

ILSE TRAUTWEIN

Depressionen rauben Menschen die Lebensfreude. Forscher rätseln, ob Veränderungen in den Stirnlappen des Gehirns Folge oder Ursache der Krankheit sind.

Der Hirnatlas JuBrain

Sebastian Bludau und Simon Eickhoff nutzten den dreidimensionalen Hirnatlas JuBrain für ihre Forschungsarbeit. Das digitale Nachschlagewerk, das Jülicher Neurowissenschaftler um Katrin Amunts und Karl Zilles entwickelt haben, enthält Karten von rund 200 Hirnarealen. Hierfür wurden mit hochauflösender Technik und moderner Bildanalyse hauchdünne Gehirnschnitte von Verstorbenen ausgewertet. JuBrain ist für Wissenschaftler frei zugänglich, sie können damit quasi in einzelne Hirngebiete hineinzoomen. Der Atlas hat der Forschung schon mehrfach neue Erkenntnisse ermöglicht.

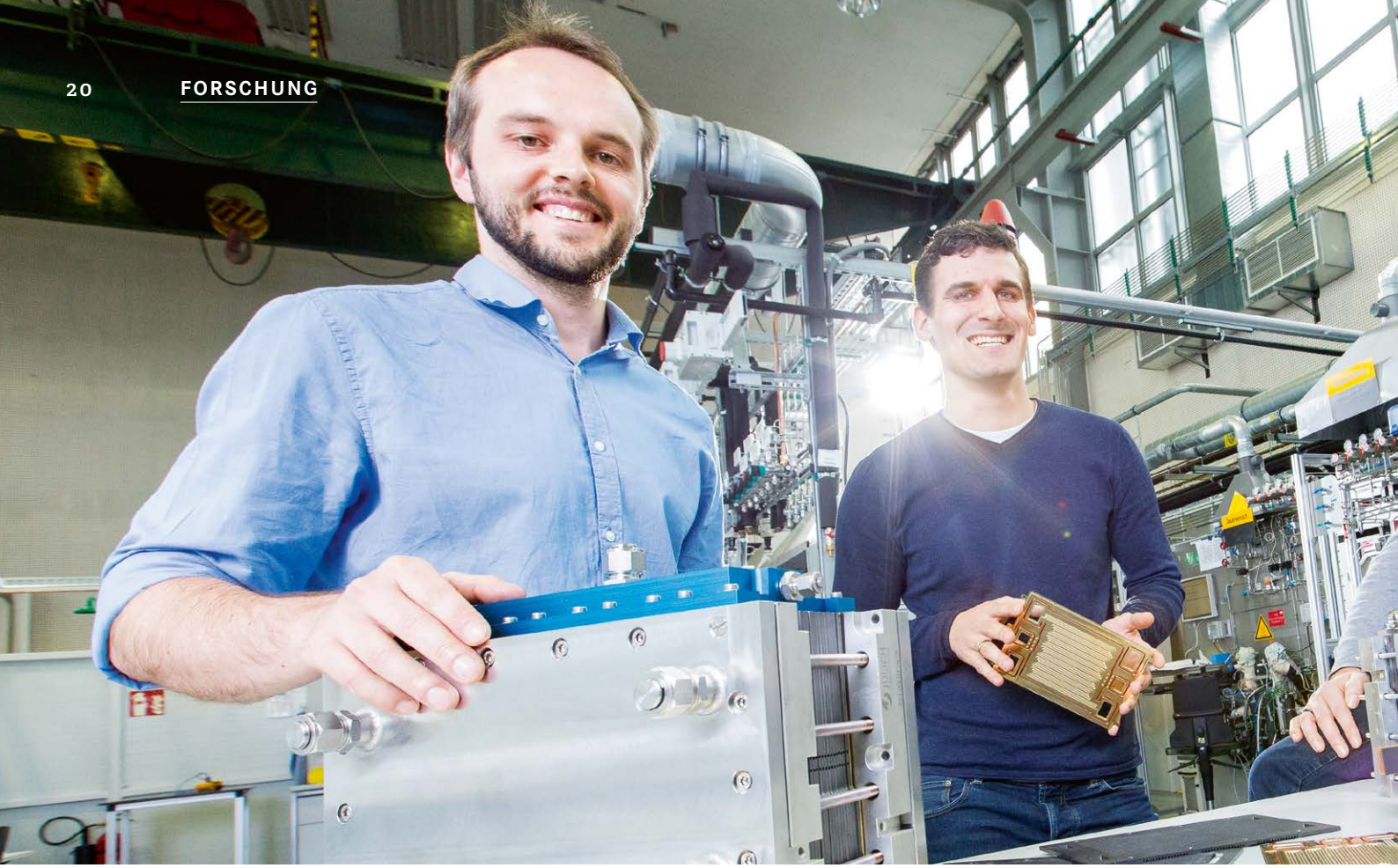
* Name von der Redaktion geändert

↑

Woran forschen Sie gerade, Herr Plöger?

Dr. Felix Plöger, Institut für Energie- und Klimaforschung, Bereich Stratosphäre

„Ich berechne die ‚Alterung' von Luft: In 10 bis 50 Kilometern Höhe wandern Luftmassen von den Tropen zu den Polen. Sie ändern dabei ihre chemische Zusammensetzung – wir sagen, die Luft ‚altert'. Mit Modellsimulationen und durch den Vergleich mit Spurengas-Messungen bestimmen wir das Luftalter und erfahren so, wie schnell die Luft wandert. Normalerweise benötigt sie für diese Strecke mehrere Jahre. Klimamodelle sagen, dass sich der Prozess gerade beschleunigt. Das will ich überprüfen, denn das könnte sich auf die Verteilung von Schadstoffen und die globale Erderwärmung auswirken."

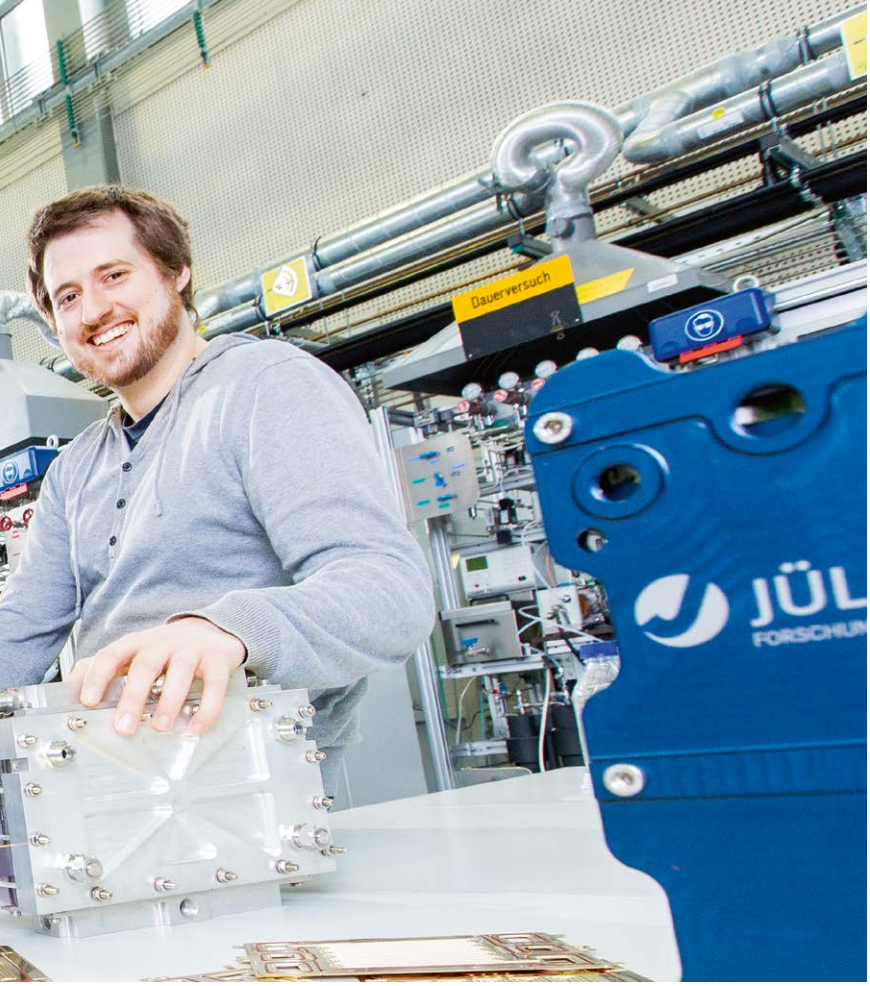


↑ Vorfreude aufs eigene Unternehmen: Vitali Weißbecker, Andreas Schulze Lohoff und Klaus Wedlich (v.l.n.r.)

Aus schwer mach leicht

Drei Jülicher Nachwuchsforscher wagen den Sprung in die Selbstständigkeit. Ihr Antrieb: die Brennstoffzelle. Ihr Erfolgsrezept: eine deutliche Verminderung von Gewicht und Volumen.

Das Kind braucht noch einen Namen: „Da sind wir uns tatsächlich noch nicht einig“, sagt Vitali Weißbecker (31) und lacht. Seine Kollegen Andreas Schulze Lohoff (30) und Klaus Wedlich (31) stimmen mit ein. Überhaupt ist das Männer-Trio an diesem frühlingshaften Morgen im Winter guter Dinge. Die drei Wissenschaftler vom Institut für Energie- und Klimaforschung (IEK-3) sind auf dem Weg in die Selbstständigkeit und suchen noch nach einem passenden Namen für ihr Unternehmen. Voller Tatendrang, Zuversicht und mit großem wissenschaftlichem Know-how wollen sie ihr Geschäftsmodell vermarkten. Der Antrieb für ihre Ausgründung ist die Brennstoffzelle. Die Technologie ist umweltfreundlich, emissionsfrei und produziert reines Wasser als Nebenprodukt. Brennstoffzellen arbeiten geräuschlos, haben einen höheren Wirkungsgrad als Verbrennungsmotoren und liefern Elektrizität statt Bewegung, sodass viele Anwendungsfelder in Betracht kommen. Die Bandbreite reicht von der Bordstromversorgung auf Schiffen über Kraft-Wärme-Anlagen im Eigenheim, Laptops, Handys und Kameras bis hin zum Fahrzeugantrieb. Ganze Stapel solcher Brennstoffzellen, sogenannte Brennstoffzellenstacks, versorgen beispielsweise Autos mit Energie. Mechanischer Hauptbestandteil einer jeden Brennstoffzelle ist die Bipolarplatte. Das Bauteil trennt Reaktionsgase und Kühlmedien voneinander. Gleichzeitig führt es den Strom ab und muss daher eine gute elektrische Leitfähig-



keit aufweisen. Bisherige Bipolarplatten bestehen aus Graphit oder einem Graphit-Kunststoffgemisch. Der Nachteil: Sie sind schwer. So wiegt ein 85-Kilowatt-Brennstoffzellenstapel in einem Auto etwa 150 Kilogramm. Statt der schweren Graphitplatte setzen der Chemiker Weißbecker, der Maschinenbauer Schulze Lohoff und der Materialwissenschaftler Wedlich eine deutlich leichtere metallische Bipolarplatte ein, sodass der Stack um den Faktor drei leichter ist, also nur noch etwa 50 Kilogramm wiegt. Der Clou: Sie besprühen die Platte mit einer selbstentwickelten ultradünnen Schutzschicht aus Kohlenstoff, damit sie nicht rostet. Das Ergebnis: langzeitstabile, korrosionsbeständige Brennstoffzellenstacks, die deutlich leichter sind und weniger Platz brauchen – da wird die Industrie schnell hellhörig.

ZUFALLSENTDECKUNG

Weißbeckers Promotionsthema am Forschungszentrum führte ihn 2012 auf die Spur der kohlenstoffbasierten Beschichtung. Er untersuchte verschiedene Beschichtungen für Bipolarplatten, darunter Nickelchrom, Graphit oder Gold. Die einen Materialien sind zwar leicht, aber rosten schnell, andere wie Gold sind schlichtweg zu teuer. Mehr nebenbei entdeckte der junge Mann die vielversprechende und am Markt noch nicht existierende Kohlenstoffverbindung. Die genaue atomare Zusammensetzung? „Bleibt ein Betriebsgeheimnis“, sagt Weißbecker und lacht wieder. Die Entdeckung passt dem jungen Mann gut ins Konzept, denn er ist sich schon zu jener Zeit sicher, dass ihn das reine Forscherleben dauerhaft nicht glücklich machen wird. Ein innovatives Start-up, in dem er sein Produkt mit seinen beiden Kollegen und Freunden zur Marktreife bringen kann, ist die spannendere Alternative. Weißbecker erzählt seinem Doktorvater Werner Lehnert von seinen Gründungsplänen. Der ist auf Anhieb von der Idee überzeugt und unterstützt den Nachwuchsforscher bei seinen Anstrengungen, beispielsweise bei der Patentanmeldung. „Zwischenzeitlich sah es sogar so aus, als ob wir scheitern, da es neue Auflagen zur Patentanmeldung gab“, erinnert sich Lehnert. Er leitet am IEK-3 die Abteilung Hochtemperatur-Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen und lehrt als Professor an der Fakultät für Maschinenwesen der RWTH Aachen. Heute betreut er die drei als Mentor. Wer die vier Männer gemeinsam erlebt, spürt schnell: Vertrauen, Respekt, Wissen und viel Freude an dem Gründungsvorhaben vereint sie.

50

Kilogramm wiegt der neue Brennstoffzellenstapel nur noch – zwei Drittel weniger als herkömmliche Stacks.

Die Formalien sind inzwischen erledigt, der Businessplan ist geschrieben: „Das war die größte Herausforderung“, erzählt Weißbecker. Schließlich sei er Chemiker und kein Betriebswirtschaftler. Der verstärkt ab Juli 2016 das Trio: Alexander Funck (24) sorgt dafür, dass es auch mit den Zahlen vorangeht. Alle vier Personalstellen sowie die Sachmittel werden für die nächsten 18 Monate über Exist-Forschungstransfer, eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, gefördert. Die Zeit wollen Weißbecker und seine Kollegen intensiv nutzen, um die Eigenschaften der Kohlenstoffbeschichtung zu optimieren und im Feldeinsatz zu testen. Viel Zeit für Schlaf bleibt da nicht. 2015 wurde ihr unermüdlicher Einsatz bereits mit 10.000 Euro zusätzlichem Startkapital belohnt: Das Trio gewann mit seinem Unternehmenskonzept den Aachener Gründungswettbewerb AC².

Nach Abschluss der ersten Exist-Förderphase im Juli 2017 steht die Ausgründung an. Dann darf das Kind auch nicht länger namenlos sein. Läuft alles nach Plan, folgt im Anschluss die zweite Exist-Förderphase: Das Start-up muss das Forschungszentrum verlassen, finanziert werden nur noch Sachmittel. Deutlich formuliert: Bis dahin muss der Laden laufen. Vitali Weißbecker freut sich schon heute auf den Moment.

KATJA LÜERS

Schaumstoff

Kraftstoff

Düngemittel

Vom Klimakiller zum Rohstoff?

Die globale Erwärmung schreitet voran. Sie geht vor allem auf das Konto des Kohlenstoffdioxids, das Kraftwerke, Industriebetriebe, Autos und Co. in die Luft pusten. Die Vision: Die CO_2-Emissionen sollen drastisch sinken. Etwa, indem das klimaschädliche Gas aus dem Abgasstrom abgetrennt und als Rohstoff genutzt wird.

Es scheint nur noch eine Frage der Zeit zu sein, bis sie gänzlich im Meer versinken, bis ihre Hütten und Dörfer nicht mehr neben palmengesäumten Stränden, sondern unter Wasser stehen: die Marshallinseln oder die Malediven. Die globale Erwärmung lässt die Gletscher schmelzen, der Meeresspiegel steigt.

Schuld an der Misere sind Abgase, die wir seit Jahrzehnten mit unseren Kraftwerken, Zementfabriken oder Autos in die Luft pusten. Einer der Haupt-Übeltäter ist CO_2. Es entsteht vor allem bei Verbrennungsprozessen. Vor einigen Jahren kam die Idee auf, das CO_2 von den restlichen Abgasen abzutrennen – die Fachwelt spricht von Carbon-Capture – und in unterirdischen Lagern fern der Atmosphäre zu lagern. Technisch ist das bereits möglich. Doch, Hand aufs Herz, wer will schon in der Nachbarschaft eines solchen Lagers wohnen? Nach einigen gescheiterten Gesetzesentwürfen ist die CO_2-Ablagerung in Deutschland nun zwar rechtlich erlaubt, in der Praxis allerdings nahezu vom Tisch. Stattdessen kreist das Thema eher um die Frage: Wie lässt sich das Treibhausgas als Rohstoff nutzen?

AUS ABGASEN ABTRENNEN

Werfen wir zunächst einen Blick darauf, wie sich das CO_2 überhaupt aus den Abgasen gewinnen lässt. Dafür gibt es verschiedene Ansätze. Bei der sogenannten Post-Combustion wird das Gas nach dem eigentlichen Verbrennungsprozess abgetrennt: Chemikalien wie Amine waschen das klimaschädliche Gas aus dem Gasstrom heraus und geben es in einem Abscheider in konzentrierter Form ab. Anschließend werden die Chemikalien wieder zurückgeleitet, um erneut auf CO_2-Jagd zu gehen.

Oxyfuel-Kraftwerke packen das Problem von einer anderen Seite an: Statt die Energieträger wie bislang üblich mit Luft zu verbrennen – also einem Gemisch aus 78 Prozent Stickstoff und 21 Prozent Sauerstoff – setzt dieser Ansatz auf reinen Sauerstoff. Somit ist die Verbrennung effizienter, die Verbrennungsgas- und Abgasströme sind geringer und es entsteht kein gesundheitsschädliches Stickstoffoxid. Was jedoch am wichtigsten ist: Die Abgase bestehen aus reinem Kohlenstoffdioxid, das sich direkt nutzen ließe. Zum Vergleich: Der Abgasstrom herkömmlicher Kraftwerke enthält nur 15 Prozent CO_2.

Bislang ist es jedoch energieaufwendig, den nötigen Sauerstoff zu erzeugen. Jülicher Wissenschaftler unter der Leitung von Dr. Wilhelm A. Meulenberg arbeiten im EU-Projekt GreenCC gemeinsam mit 14 weiteren Partnern an einer weitaus effizienteren Methode: Sie wollen Oxyfuel-Kraftwerke mit Membranen betreiben. Denn der Wirkungsgradverlust ist bei dieser Methode wesentlich geringer als bei konventionellen Verfahren. Das Prinzip: Das Abgas im Kraftwerk strömt entlang einer Membran, auf deren anderer Seite sich Luft befindet. Die Sauerstoff-Ionen können die Membran passieren und wandern hinüber zum Abgas, während der Stickstoff zurückgehalten wird. Auf diese Weise reichert sich das Abgas mit Sauerstoff an und kann erneut in die Verbrennung zurückgeführt werden. Der Stickstoff gelangt also nicht mit in das Verbrennungsgas – das Abgas ist nahezu reines CO_2. Die nötige keramische Membran entwickeln die Jülicher Forscher.

Selbst das weltbeste Verfahren nützt jedoch nur dann etwas, wenn es auch angewendet wird. „Am vielversprechendsten ist bislang der Post-Combustion-Ansatz, also das Herauswaschen des Abgases nach der Verbrennung, hier existieren bereits einige wenige Demonstrationsanlagen. Auch gibt es den einen oder anderen Industriebetrieb, der in Richtung Oxyfuel denkt – bislang konnte sich dieser Ansatz aber noch nicht durchsetzen“, antwortet Dr. Petra Zapp, die sich am Forschungszentrum Jülich mit Technikbewertung beschäftigt. Der Grund liegt in den Kosten: Industriebetriebe bezahlen pro Tonne CO_2, die sie in die Luft pusten, sechs bis acht Euro „Strafgebühr“. Würden sie das CO_2 auffangen und weiterverwerten, müssten sie deutlich mehr berappen. Mit den Membranen könnte das Verfahren weitaus lukrativer werden und so vielleicht zum Spitzenreiter avancieren. Denn welcher der drei Ansätze das Rennen gewinnt – oder ob sich dauerhaft keiner von ihnen behaupten kann – muss die Zukunft noch zeigen.

↑ Dr. Wilhelm A. Meulenberg (IEK*-1) leitet die Abteilung Gastrennmembranen.

↑ Dr. Petra Zapp (IEK-STE) beschäftigt sich mit Technikbewertung.

↑ Dr. Norbert H. Menzler (IEK-1) leitet die Abteilung Festoxid-Brennstoff und Elektrolysezellen.

↑ Dr. Alexander Otto (IEK-3) untersucht elektrochemische Verfahren.

ROHSTOFF FÜR DIE CHEMISCHE INDUSTRIE

Denken wir unabhängig davon einen Schritt weiter. Hat man das reine CO_2 aus den Abgasen abgetrennt, stellt sich die Frage: Was tut man damit? Eine Option bietet die chemische Industrie – hier könnte es als Rohstoff dienen. Etwa bei der Produktion von Harnstoff, einem beliebten Bestandteil von Düngemitteln: „Bei der Synthese von Harnstoff kommen pro Jahr weltweit etwa 110 Millionen Tonnen CO_2 zum Einsatz“, erläutert Dr. Alexander Otto, der am Forschungszentrum Jülich seine Doktorarbeit zu diesem Thema verfasst hat. Dieses CO_2 stammt indes nicht aus den Kraftwerk-Schloten, sondern aus der hauseigenen Ammoniak-Herstellung der Harnstoff-Produzenten. Anders machen es der Chemie-Konzern Bayer, der Energieversorger RWE und die RWTH Aachen. Sie wollen CO_2 aus Abgasen von Kraftwerken nutzen, um Kunststoffe herzustellen. Das Kohlendioxid soll das üblicherweise verwendete Erdöl zumindest teilweise ersetzen. Dafür gibt es in Dormagen eine Pilotanlage. Sie produziert Kunststoffe, die beispielsweise zur Herstellung von Schaumstoff in Matratzen benötigt werden.

Dennoch: „Selbst wenn man alle relevanten Chemieprodukte und Kunststoffe mithilfe von CO_2 aus Abgasen herstellen würde, könnte die chemische Industrie in Europa nur einen Bruchteil der europäischen Treibhausgase verwenden“, weiß Otto: „Maximal 2,3 Prozent ließen sich auf diesem Weg einsparen.“

Bleibt eine weitere Idee, nämlich das klimaschädliche Gas in Kraftstoffe umzuwandeln. So baut die Sunfire GmbH in Dresden einen Demonstrator auf, der CO_2 und Wasserstoff zu Benzin umwandelt. Jülicher Forscher sind als Wasserstofflieferanten daran beteiligt: Sie optimieren industrielle Hochtemperatur-Brennstoffzellen, die mithilfe der Elektrolyse Wasserstoff produzieren. „Stammt der benötigte Strom für die Brennstoffzellen aus Wind- oder Solaranlagen, lässt sich Benzin auf diese Weise umweltfreundlich herstellen“, sagt Dr. Norbert H. Menzler, Experte für Festoxid-Brennstoff- und Elektrolysezellen am Forschungszentrum Jülich. Generell funktioniert das Konzept bereits, wie eine Demonstrationsanlage mit 40 Kilowatt Leistung beweist. „Auf lange Sicht ist diese Technologie ein Muss“, ist Menzler überzeugt. „Denn Flugzeuge und Schiffe brauchen noch längere Zeit Kerosin oder Diesel. Es gilt also, jetzt mit der entsprechenden Forschung durchzustarten, damit die Technologie im Ernstfall verfügbar ist.“

Als CO_2-Verwerter und Energielieferant könnten auch Algen dienen: Am Forschungszentrum Jülich füttern Wissenschaftler sie mit Kohlenstoffdioxid. Die Algen vermehren sich und können dann getrocknet als Brennstoff genutzt werden. Doch auch hier gibt es ein Manko: Die Trocknung ist recht energieintensiv. Je nach Klimazonen setzt man daher auf eine Trocknung durch die Sonne.

NADELÖHR WASSERSTOFF

Wie auch immer das Kohlenstoffdioxid verwendet werden soll: In nahezu allen Fällen braucht man Wasserstoff als Reaktionspartner. Stellt man diesen mittels Elektrolyse her – also durch die Spaltung von Wasser mit elektrischem Strom, der aus regenerativen Quellen stammt – ist dies zwar extrem umweltfreundlich. Was die Wirtschaftlichkeit angeht, ist die Bilanz allerdings schlecht: Die Zellen verbrauchen recht viel Strom, der Wasserstoff ist daher schlichtweg zu teuer – und wird es in den nächsten Jahren voraussichtlich auch bleiben.

Jülicher Wissenschaftler wollen die Elektrolyse daher kostengünstiger gestalten. „Ganz konkret versuchen wir, die Alterung der Elektrolyse-Zellen bei den benötigten hohen Temperaturen zu verringern“, erläutert Menzler. Alterungseffekte bei den Werkstoffen sorgen nämlich dafür, dass die Leistung der Stacks im Laufe der Zeit nachlässt. Die Jülicher Forscher haben die Stackalterung mittlerweile auf etwa ein Prozent reduziert. Nach 1.000 Stunden Betrieb brauchen die Zellen also nur ein Prozent mehr Strom, um die gleiche Menge an Wasserstoff zu produzieren wie am Anfang. „Der Preis des hergestellten Gases wird somit vorwiegend von den Strompreisen bestimmt“, fährt Menzler fort, „die Anschaffung der Hardware fällt weit weniger ins Gewicht als vor fünf oder zehn Jahren.“ Auf lange Sicht könnte sich hier also eine große Tür öffnen.

JANINE VAN ACKEREN

*IEK = Institut für Energie- und Klimaforschung

Der Weg der Wellen

Atmosphärische Schwerewellen beeinflussen das Klima. Bisher war es jedoch nicht möglich, ihre Ausbreitung zu verfolgen. Durch einen Glücksfund in den Daten eines NASA-Satelliten sind die Forscher nun einen entscheidenden Schritt weitergekommen.

↑ **Wie bei einem Stein, der ins Wasser gefallen ist: Schwerewellen über Nordamerika**

Fällt ein Stein ins Wasser, erzeugt er ringförmige Wellen. Etwa genauso sieht es aus, wenn starke Gewitter, Tropenstürme oder Vulkanausbrüche die Luftteilchen der Erdatmosphäre in Schwingungen versetzen. Diese sogenannten atmosphärischen Schwerewellen breiten sich seitwärts und nach oben aus und beeinflussen Winde, Temperaturen und die chemische Zusammensetzung der mittleren und oberen Erdatmosphäre. Für die Klimaforschung sind sie ein wichtiger Baustein, um globale Strömungsmuster der Atmosphäre besser zu verstehen und gezielter vorhersagen zu können.

Bisher war es jedoch nicht möglich, die Ausbreitung der Wellen von der Anregung am Boden bis zu ihrer Auflösung an der Grenze zum Weltraum in rund 100 Kilometer Höhe durchgehend zu messen. Mithilfe von Infrarot-Aufnahmen zweier verschiedener NASA-Umwelt-Satelliten ist ein internationales Forscherteam unter Beteiligung Jülicher Forscher dem nun einen entscheidenden Schritt näher gekommen: Sie verfolgten die Schwerewellen durch verschiedene Höhenschichten hindurch.

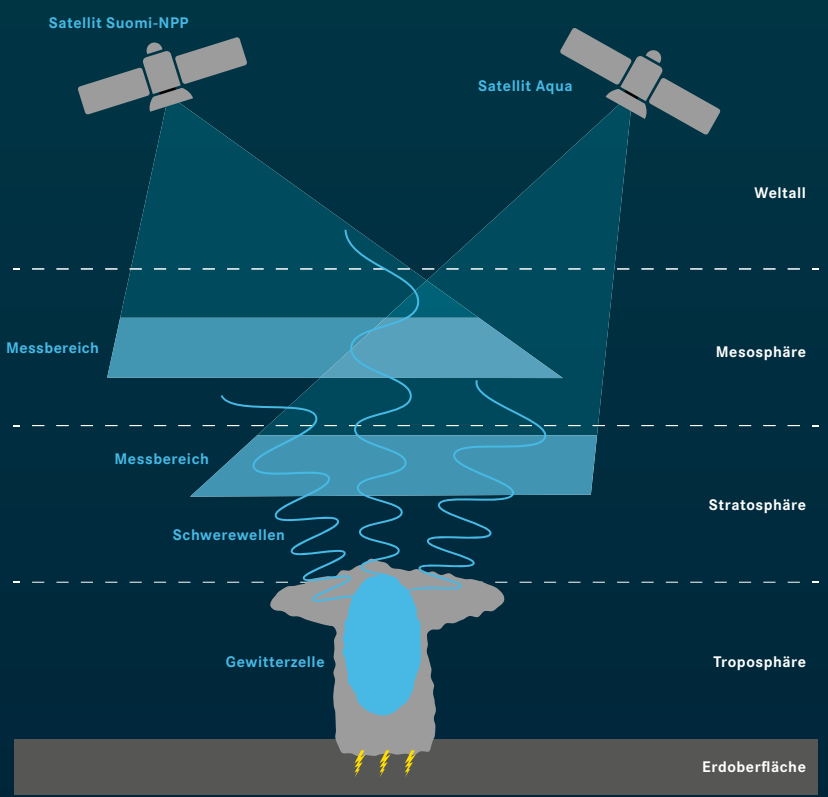
„Die Entdeckung der Schwerewellen in den neuen NASA-Daten war ein unverhoffter Glücksfall“, freut sich Dr. Lars Hoffmann. Er leitet das Klima-SimLab am Jülich Supercomputing Centre und war an der Auswertung der Satellitendaten beteiligt. „Außerdem konnten wir erstmals zeigen, dass sogar Vulkanausbrüche Schwerewellen erzeugen können.“

Möglich wurde die Entdeckung durch die extreme Lichtempfindlichkeit eines neuen Infrarot-Sensors namens Day/Night Band an Bord des Satelliten Suomi-NPP. Seine eigentliche Aufgabe ist es, die Erdoberfläche sowie Wolkenformationen auch nachts aus dem All sichtbar zu machen. Durch seine Sensitivität zeichnet er jedoch auch eine schwache Infrarot-Strahlung auf, die als Nightglow bekannt ist. Das ist ein schwaches Leuchten des Nachthimmels, verursacht durch verschiedene photochemische Prozesse in der Mesosphäre. Atmosphärische Schwerewellen beeinflussen diese Strahlung und sind deshalb in den Aufnahmen des Sensors zu erkennen.

Da der Day/Night Band Sensor nur Daten in 80 bis 90 Kilometern Höhe liefert, kombinierten die Forscher ihre Auswertungen mit Infrarot-Messungen des NASA-Satelliten Aqua, der Schwerewellen in der Stratosphäre auf einer Höhe von etwa 30 bis 40 Kilometern untersucht. So konnten sie die Wellen durch verschiedene Höhenschichten der Atmosphäre verfolgen. Ziel der Forscher ist es nun, die Entstehung und die Ausbreitung der Schwerewellen in den nächsten Jahren kontinuierlich zu beobachten. Das neue Wissen soll dann in die Überprüfung und Verbesserung bestehender Klimamodelle fließen.

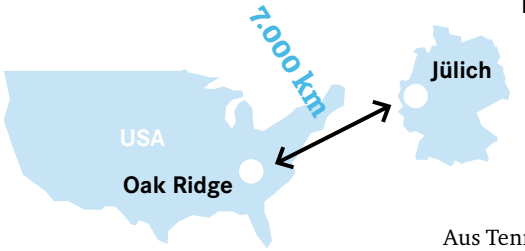
KATHARINA MENNE

Durch ein Gewitter wird Energie freigesetzt. Diese versetzt die Atmosphäre in Schwingungen. Sensoren an Bord von Satelliten können den Weg der Schwerewellen verfolgen. ↓



Forschen, wo andere Whiskey brennen

Im Jülicher Auftrag arbeitet Dr. Niina Jalarvo in Oak Ridge im US-Staat Tennessee. Sie betreut dort ein Messgerät an der stärksten gepulsten Neutronenquelle der Welt.



2,2 Quadratkilometer misst der Campus des Forschungszentrums. Jülicher Wissenschaftler sind aber weit über den Campus hinaus aktiv. Wo sie überall forschen, stellen wir Ihnen regelmäßig an dieser Stelle vor. Diesmal geht es nach Oak Ridge im US-Bundesstaat Tennessee.

Aus Tennessee stammt der international bekannteste US-Whiskey. Der Hersteller filtert ihn tropfenweise durch Holzkohle und lässt ihn mehrere Jahre lang in handgefertigten Fässern reifen. Ein völlig anderes Tempo herrscht anderswo in Tennessee, an der Neutronenquelle SNS. Dort sausen Neutronen – elektrisch neutrale Elementarteilchen – mit mindestens 1.000 Stundenkilometern durch verschiedenste Materialien. Auf diese Weise wollen Forscher herausfinden, wo sich die Atome in Materialien befinden und wie sich die Atome bewegen. „Man benötigt dieses fundamentale Wissen über die Vorgänge auf der atomaren Skala, wenn man Materialien verbessern und für künftige technologische Anwendungen maßschneidern will“, erklärt Jalarvo. Die Finnin erforscht für Jülich unter anderem Elektrolyten für Batterien oder Brennstoffzellen.

Außerdem unterstützt sie Wissenschaftler aus aller Welt, die für ihre Forschung das Messinstrument BASIS einsetzen. Das ist eines von drei Instrumenten an der SNS, die vom Jülich Centre for Neutron Science (JCNS) betrieben oder mitbetrieben werden. Zum Vorteil für beide Einrichtungen: Wissenschaftler aus Jülich und anderen deutschen Forschungseinrichtungen haben dadurch Zugang zu der weltweit einzigartigen Neutronenquelle in Oak Ridge. Und die SNS bekommt eigens entwickelte Messinstrumente zur Verfügung gestellt samt kompetenten Betreuern.

2,2 plus

Nicht nur deutsche Experten kommen nach Oak Ridge. „Ich schätze es, dass hier Forscher aus aller Welt arbeiten“, sagt Jarvalo. Wissenschaft prägt die Stadt. Das National Laboratory ist beispielsweise nicht nur Heimat der Neutronenquelle SNS, sondern auch eines der schnellsten Supercomputer der Welt. Mit dem gemütlichen Leben in Tennessee aus der Whiskey-Werbung hat der Alltag in Oak Ridge wenig gemein. Doch bei aller Betriebsamkeit an der SNS: Geduldig müssen nicht nur Whiskey-Hersteller sein, sondern auch die Wissenschaftler bei ihren Messungen – oft dauern die mehrere Tage.

FRANK FRICK

Blick in das Innere von BASIS: Mit dem Jülicher Messinstrument können Forscher Experimente an der Neutronenquelle SNS in Oak Ridge durchführen. ↓

SNS in Zahlen

6 JCNS-Mitarbeiter sind an der SNS tätig.

Insgesamt **17** Messinstrumente sind hier in Betrieb.

Mehr als **700** Gastwissenschaftler sind jährlich an der SNS.

GEFÄLLT'S IHNEN?

LESERUMFRAGE

Medienexperten haben der effzett im Herbst 2015 einen Preis verliehen (siehe S. 4). Nun sind wir auf Ihr Urteil gespannt, denn für Sie schreiben und gestalten wir das Magazin: Finden Sie die Themen interessant? Sind die Artikel verständlich? Gefallen Ihnen die Grafiken und die Fotos? Und wir wollen auch wissen, was Sie in der effzett vermissen. Haben Sie Vorschläge, Anregungen oder Kritik? Kurz: Gefällt‘s Ihnen?

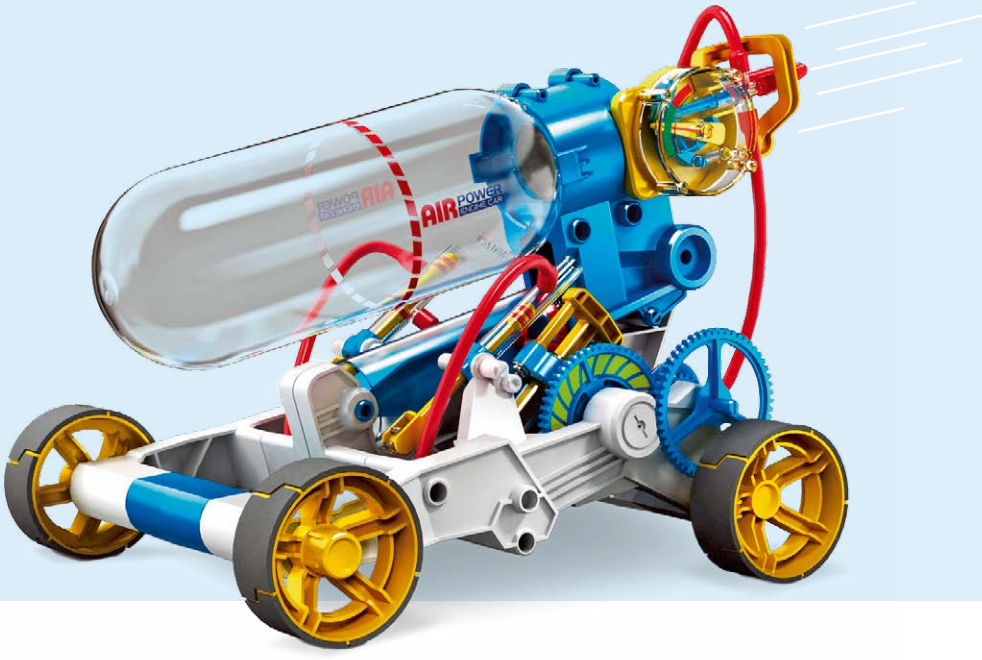
Wir haben dazu online eine Leserumfrage vorbereitet. Die Fragen finden Sie unter der folgenden Adresse: **fz-juelich.de/effzett-umfrage**

Wir freuen uns auf Ihre Antworten!

Mitmachen und gewinnen!

Für Ihre Meinung können Sie auch etwas von uns bekommen. Unter den Teilnehmern der Leserbefragung verlosen wir fünf Modell-Bausätze für Luftautos. Die Tankfüllungen sind gratis, kräftig Luft pumpen reicht. Die Druckluft treibt dann den Motor an. Bis zu 15 Stundenkilometer schnell kann das 26 Zentimeter lange Auto fahren, dabei legt es bis zu 50 Meter Strecke zurück. Und zumindest für den Handbetrieb gilt: garantiert emissionsfrei!

Bitte beachten Sie:
Einsendeschluss ist der 20. Mai 2016.



FORSCHUNG IN EINEM TWEET

Heiße Sache! Die Fusionsanlage #Wendelstein 7-X hat erstmals ein Wasserstoff-Plasma erzeugt – unsere Forschung hält es in Schach.

Dr.-Ing. Olaf Neubauer

untersucht mit Kollegen, wie sich die Wände der Fusionsanlage vor dem 100 Millionen Grad heißen Plasma schützen lassen. Für Wendelstein 7-X haben die Forscher außerdem eine supraleitende Versorgung für Magnete entwickelt – Letztere halten das Plasma von der Wand fern. Ziel der Fusionsforschung ist es, nach dem Vorbild der Sonne Energie zu gewinnen. *www.fz-juelich.de/kernfusion*

Mitglied der:
HELMHOLTZ GEMEINSCHAFT

JÜLICH FORSCHUNGSZENTRUM