

# FORSCHEN in Jülich



## :: EINBLICKE IN DIE NANOWELT

Höchstleistungsmikroskop erreicht Auflösung von 50 Pikometern

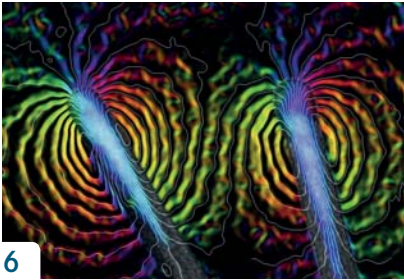
:: PEGASOS: Ein Luftschiff für die Forschung

:: Neuartige Mikrochips leiten Signale aus lebenden Zellen weiter

## :: BLICK INS DETAIL

.....  
Durch ein Sichtfenster sieht man das Innere eines einzigartigen Jülicher Universalwerkzeugs: des Nano-Spintronic-Cluster-Tools. Forscher des Peter Grünberg Instituts haben es entwickelt, um darin elektronische Nanobauteile für die Spintronik im Ultrahochvakuum zu erzeugen, abzubilden und zu untersuchen. Die Spintronik nutzt nicht nur elektronische, sondern auch magnetische Eigenschaften eines Elektrons - eine Möglichkeit, in Zukunft bei der Informationstechnologie Energie zu sparen.  
.....





6



16



22

# INHALT

:: NACHRICHTEN	4
.....	
:: TITELTHEMA	6
.....	
<b>6 Einzigartige Einblicke in die Nanowelt</b>	
Ein einzigartiges Höchstleistungsmikroskop verschafft Zugang zur Welt der Atome.	
.....	
:: FORSCHUNG IM ZENTRUM	12
.....	
<b>12 Ein Luftschiff für die Forschung</b>	
Ein Zeppelin NT fliegt in wissenschaftlicher Mission für die Klimaforschung über Süd- und Nordeuropa.	
.....	
<b>14 Supercomputing im Dienst der Forschung</b>	
Das in Europa führende Zentrum für Supercomputing ermöglicht Wissenschaft und Industrie die effiziente Nutzung von Supercomputern für Simulationen.	
.....	
<b>16 Sehen, hören, bewegen – dank neuartiger Mikrochips</b>	
Neuartiger Mikrochip aus Graphen nimmt Signale von lebenden Zellen auf und leitet sie weiter.	
.....	
:: INNOVATIONEN	18
.....	
<b>18 Stabiler Stahl für höchste Ansprüche</b>	
Innovative Legierung beflügelt Entwicklung von Brennstoffzellen und energiesparenden Antrieben.	
.....	
:: NACHWUCHS	20
.....	
<b>20 Sicherheit, Synthese und Spintronik</b>	
Spitzen-Nachwuchs mit eigenem Budget.	
.....	
:: SCHLUSSPUNKT	22
.....	
<b>22 GLORIA</b>	
Klimaforschung in 20 Kilometern Höhe.	

Jetzt auch als  
**Tablet-Magazin!**  
[www.fz-juelich.de/app](http://www.fz-juelich.de/app)



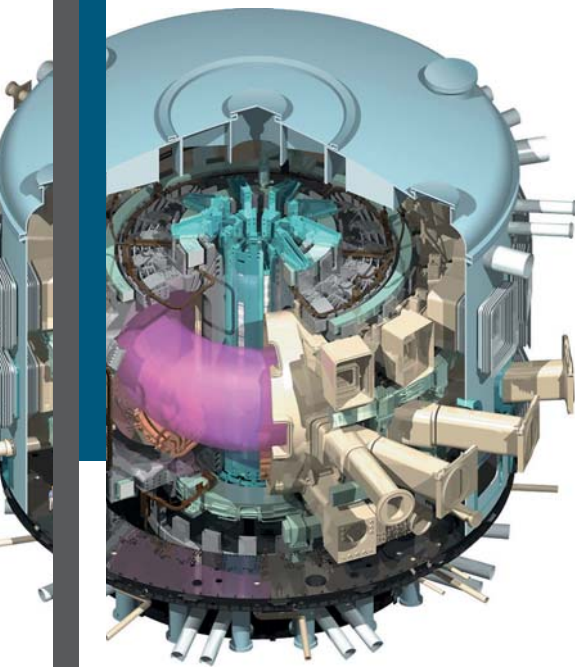
Oder direkt mit  
dem Tablet QR-  
Code scannen:



iOS (iPad)



Android



Ende 2019 soll ITER in Frankreich in Betrieb gehen und die technologische Machbarkeit der Fusionsenergie im Kraftwerksmaßstab demonstrieren.

# Jülicher Know-how für Fusionsanlagen

Jülicher Wissenschaftler und Ingenieure haben für das weltweit führende EU-Kernfusionsexperiment JET wesentliche Komponenten der Brennkammer-Innenwand neu konzipiert und gebaut.

Mit der aus massivem Wolfram bestehenden „ITER-like Wall“ tragen sie zum Erfolg des internationalen Fusionsreaktors ITER bei.

In der Brennkammer entsteht ein 100 Millionen Grad heißes Plasma; erforscht werden die Materialien, die diese ungeheure Belastung aushalten können. Jülich hat dabei umfangreiche wissenschaftliche Erkenntnisse erlangt sowie

einzigartige Verfahren und technologische Komponenten für Fusionsexperimente entwickelt.

Die von Jülicher Wissenschaftlern entwickelte „ITER-like Wall“, die Innenwand im „Joint European Torus“ (JET), hat eine lamellenartige Struktur aus über 9000 Einzelteilen und hält sehr hohe Temperaturen aus. In der JET-Brennkammer befindet sie sich an denjenigen Stellen, die am höchsten mit der viele Millionen Grad heißen Fusionsmaterie belastet werden. Mit diesem Jülicher Design wird der Weg bereitet für die Brennkammer von ITER und schließlich für ein energierzeugendes Fusionsplasma. ::

## Strategien gegen das Vergessen

Laufen gewohnte Gedankengänge nicht mehr reibungslos, entwickelt das Gehirn neue Kommunikationsstrategien. Das zeigt eine Studie der Jülicher Forscherin Dr. Heidi Jacobs, basierend auf Untersuchungen, die sie an der Universität Maastricht durchgeführt hat. Dr. Jacobs ließ gesunde Probanden sowie Patienten mit beginnender Alzheimer-Krankheit Knobelaufgaben lösen. Dabei stellte sie Unterschiede in der Aktivität der beteiligten Gehirnregion – dem Parietallappen – fest, einer Region, die stark mit zentralen, für das Langzeitgedächtnis wichtigen Arealen verknüpft ist.

Erstaunlich war, dass beide Gruppen die Aufgaben gleich gut lösen konnten. Offenbar verstärken Hirnregionen, die an der Lösung einer bestimmten Aufgabe bislang nur wenig beteiligt waren, ihre Kooperation. Andere Bereiche des Gehirns, die auch im Normalfall an der Problemlösung arbeiten, erhöhen ihre Aktivität. Mit diesem Kniff versucht unser Denkorgan, weiterhin optimal zu



funktionieren. So zögert das Gehirn womöglich die Folgen des Zerfalls hinaus, wie sie auch bei Alzheimer auftreten. Die Forscher hoffen, so Demenzerkrankungen besser zu verstehen und neue Therapieansätze zu schaffen. ::

## Informationscodes im Gehirn

Jülicher und Berliner Forscher haben mit Hilfe mathematischer Modelle herausgefunden, dass schleifenförmige Nervenzellverbände eine enorme Vielfalt von verschiedenen Mustern – und somit Informationscodes – bilden können. Solche Schleifen sind grundlegende Strukturen im menschlichen Gehirn und unter anderem für die Koordination von Bewegungen von Bedeutung.

Das Computermodell, das Dr. Oleksandr Popovych vom Institut für Neurowissenschaften und Medizin des Forschungszentrums Jülich gemeinsam mit seinem Jülicher Kollegen Prof. Peter Tass und Dr. Serhiy Yanchuk von der Humboldt-Universität Berlin entwickelt hat, kann die Signalstärke und -zeit innerhalb von Nervenzell-Schleifen variieren.

Die überraschende Vielzahl an stabilen und dynamischen Informationsmustern ist eine wichtige Erkenntnis, um im Umkehrschluss gestörte Kommunikation im Gehirn zu verstehen.

## Wie Hirnströme entstehen

Wissenschaftler des Forschungszentrums Jülich und der norwegischen University of Life Sciences haben ein Modell entwickelt, das Zusammenhänge zwischen der Aktivität der Nervenzellen und messbaren elektrischen Signalen erklärt.

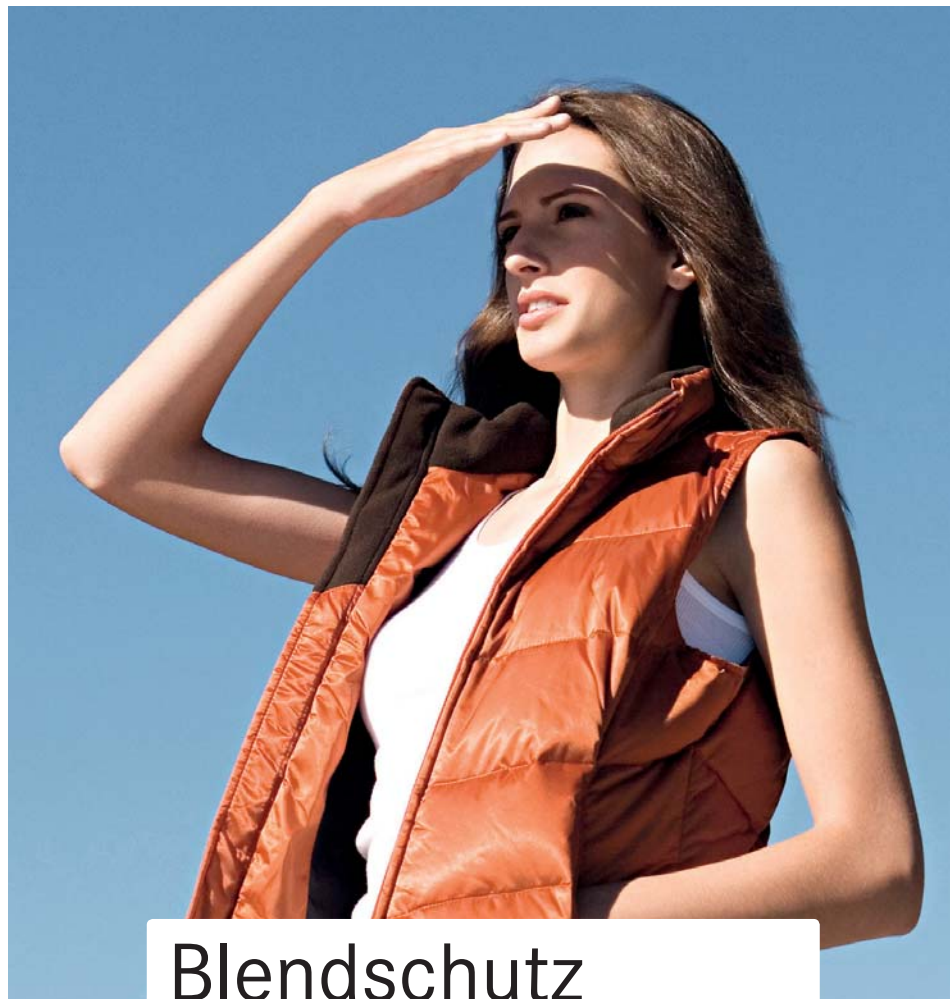
Nervenzellen erzeugen Strom, wenn sie aktiv sind. Bei der Elektroenzephalografie (EEG) werden die elektrischen Signale mit Elektroden gemessen und können verschiedenen Krankheiten, wie der Epilepsie, zugeordnet werden. Wie sie aber auf mikroskopischer Ebene im Netzwerk der Gehirnzellen entstehen, war bisher kaum bekannt.

Das Modell, an dessen Entwicklung Prof. Markus Diesmann vom Institut für Neurowissenschaften und Medizin beteiligt war, liefert ein entscheidendes Resultat: Die Reichweite einer Messelektrode ist keine konstante Größe, sondern abhängig von der Aktivität der Nervenzelle, die selbst beeinflusst, wie groß der Bereich im Gehirn ist, den eine Elektrode erfasst.

Mit den Ergebnissen lassen sich Messwerte künftig besser auswerten, um detaillierte Diagnosen bei Hirnerkrankungen wie Epilepsie oder Parkinson zu stellen und geeignete Behandlungen auszuwählen. ::



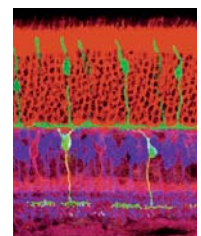
*Eine Messelektrode zeichnet elektrische Signale in einem „Wald“ von Nervenzellen auf.*



## Blendschutz im Auge

.....

**D**as menschliche Auge ist sehr anpassungsfähig, es sieht im grellen Sonnenlicht ebenso wie in der Dämmerung oder bei Nacht. Dafür nutzt es zwei verschieden empfindliche Typen von Sinneszellen: die Zapfen bei Sonnenschein und die Stäbchen in der Dunkelheit. In einem Übergangsbereich, zum Beispiel der Dämmerung, arbeiten beide Sehzelltypen parallel.



Wie das Auge sicherstellt, dass zwei so unterschiedliche Systeme optimal zusammenarbeiten können, haben Jülicher Forscher vom Institute of Complex Systems zusammen mit Kollegen aus Tübingen, Oldenburg und Dublin herausgefunden.

Da die Stäbchen ihre Signale an die gleichen Nervenzellen wie die Zapfen senden, würden die empfindlichen Stäbchen bei hohem Lichteinfall die Zapfen blockieren, und Blendungsempfindungen wären die Folge. Die Wissenschaftler haben nun einen molekularen Schalter identifiziert, der wie eine Notbremse dafür sorgt, dass die Nervenzellen für die eintreffenden Signale aus den Zapfen empfangsbereit bleiben. Es handelt sich dabei um einen sogenannten Ionenkanal, der bei zunehmendem Lichteinfall aktiviert wird. ::



# :: Einzigartige Einblicke in die Nanowelt

Mit den besten Elektronenmikroskopen unserer Zeit im Ernst Ruska-Centrum (ER-C) können Forscher die Anordnung von Atomen in einem Material abbilden und sehr detailliert untersuchen. Das ist für den Fortschritt in der Materialwissenschaft und der Nanotechnologie entscheidend, denn das Zusammenspiel der Atome bestimmt die Eigenschaften von Werkstoffen und Bauelementen. Das ER-C, das vom Forschungszentrum Jülich und von der RWTH Aachen gemeinsam betrieben wird, hat nun seinen Gerätepark um ein europaweit einzigartiges Höchstleistungsmikroskop ergänzt: PICO korrigiert neben der sphärischen Aberration noch einen weiteren Linsenfehler – die chromatische Aberration – und erreicht so eine Rekordauflösung von 50 milliardstel Millimetern.

**E**in kleines Gedankenexperiment macht deutlich, in welche winzige Dimension Wissenschaftler mit den modernsten Elektronenmikroskopen vordringen: Um die Atome in einem Haar – Durchmesser: rund 1/20 Millimeter – sichtbar zu machen, müsste man seine Querschnittsfläche zunächst auf die Maße eines Fußballfeldes vergrößern. Die Dicke der Grashalme des Feldes entspricht dann dem Durchmesser der Atome, die es einzeln zu erkennen gilt.

Nach der Erfindung der Elektronenmikroskopie in den 1930er Jahren gelang es jahrzehntelang nicht, Atome sichtbar zu machen. Wesentliche Ursache dafür waren zwei Linsenfehler, die sich nicht korrigieren ließen. „Wobei man wissen

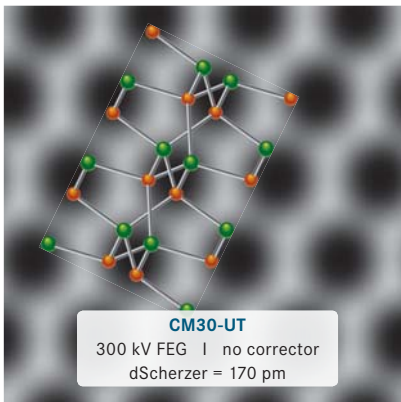
muss, dass in Elektronenmikroskopen keine Glaslinsen wie in Lichtmikroskopen zum Einsatz kommen, sondern magnetische Felder die Funktion der Linsen übernehmen“, erläutert Dr. Karsten Tillmann, Geschäftsführer des ER-C und Wissenschaftler am Peter Grünberg Institut 5 des Forschungszentrums Jülich. Erst in den 1990er Jahren erfanden Forscher der Technischen Universität Darmstadt, vom Europäischen Molekularbiologischen Laboratorium in Heidelberg und vom Forschungszentrum Jülich den sogenannten Hexapol-Korrektor, der einen der Linsenfehler beheben konnte. Seine Schlüsselemente sind zwei Bauteile, in denen sechs (griechisch: hexa) Magnetspulen die zentrale Öffnung für den Elektronenstrahl umgeben. „Ausgestattet mit diesem Korrektor, konnte ein Elektronenmikroskop, das zunächst in Heidelberg und später in Jülich beheimatet war, erstmals die atomare Struktur von Materialien sichtbar machen“, so Tillmann. Ab 2004 boten dann nach und

nach alle führenden Elektronenoptik-Unternehmen Geräte mit Korrektor für die sphärische Aberration an. Sie erreichen ein Auflösungsvermögen von 80 Pikometern (1 Pikometer = 1 milliardstel Millimeter). Das Auflösungsvermögen ist ein Maß dafür, wie weit Punkte beispielsweise in einem Präparat voneinander entfernt sein dürfen, um noch getrennt voneinander abgebildet zu werden.

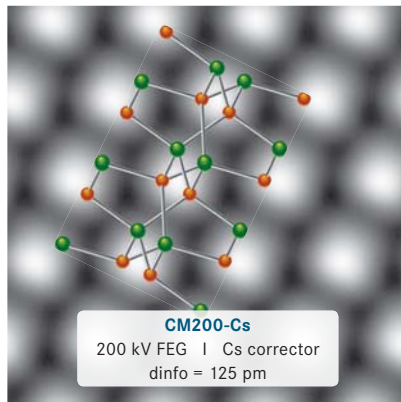
#### AUFLÖSUNG: 50 PIKOMETER

Seit wenigen Monaten verfügt das ER-C neben drei Elektronenmikroskopen mit Hexapol-Korrektor zusätzlich über ein Gerät namens PICO, das auch den zweiten Linsenfehler – die chromatische Aberration – korrigieren kann. Es ist das einzige seiner Art in Europa und erreicht eine Auflösung von 50 Pikometern. „Das höhere Auflösungsvermögen wird sich besonders bemerkbar machen, wenn wir nur verhältnismäßig gering beschleunigte Elektronen einsetzen können. Dies ist unter anderem bei weichen oder biologischen Materialien

1992

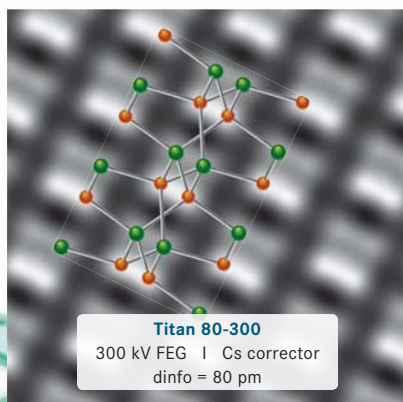


1998

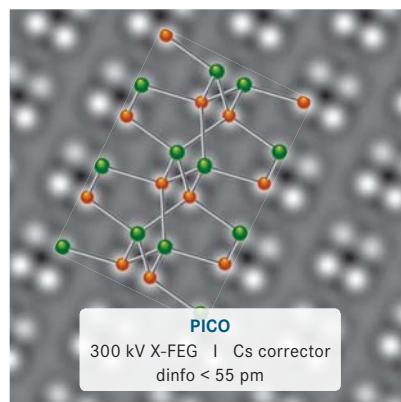


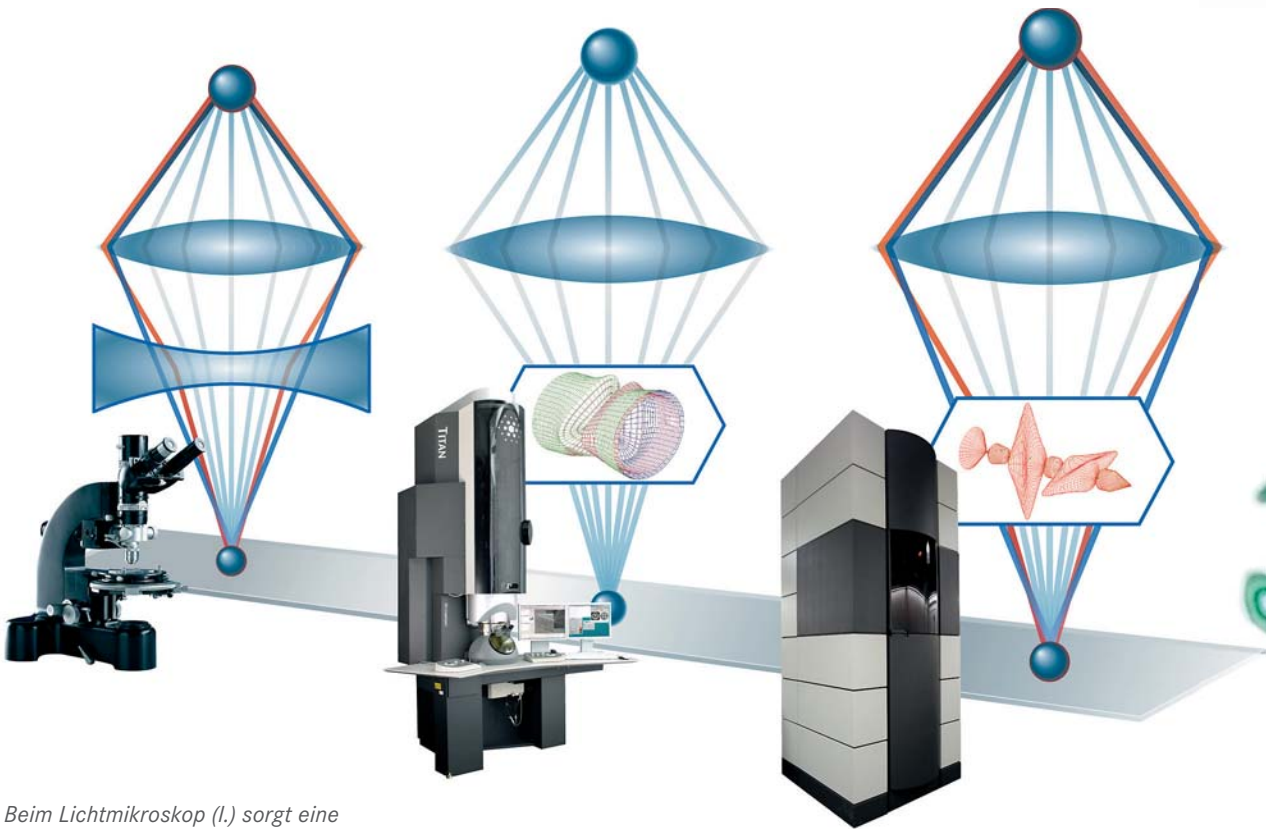
*Diese simulierten Aufnahmen von Aluminiumnitrid verdeutlichen, wie sich mit jeder Elektronenmikroskop-Generation das Auflösungsvermögen verbessert hat. Erst mit PICO ist die Anordnung der Atome (grüne und rote Kugeln) tatsächlich zuzuordnen.*

2005



2012





Beim Lichtmikroskop (l.) sorgt eine Zerstreuungslinse für die Korrektur der Abbildungsfehler. Elektronenmikroskope der letzten Generation (M.) können dank einem Hexapol-Korrektor die sphärische Aberration beheben. PICO (r.) korrigiert mit einem System aus magnetischen und elektrostativen Multipol-Elementen nun auch die chromatische Aberration.

der Fall, die häufig strahlungsempfindlich sind“, sagt Prof. Rafal Dunin-Borkowski, einer der beiden Direktoren des ER-C und zugleich Leiter des Peter Grünberg Instituts 5 am Forschungszentrum Jülich. Zusätzlich zur Auflösung verbessert sich die Genauigkeit, mit der sich Atomabstände und Atomverschiebungen messen lassen, von fünf Pikometern auf lediglich einen Pikometer.

Auch wenn Verbesserungen im Bereich von einem milliardstel Millimeter winzig erscheinen mögen, so sind Atomverschiebungen in dieser Dimension doch wesentlich für die elektrischen, optischen und sonstigen Eigenschaften von Materialien. „Solch kleinste Lageveränderungen von Atomen bestimmen etwa die Eigenschaften moderner Transistoren“, sagt Dunin-Borkowski. Ferroelektrische Datenspeicher, wie man sie in Chipkarten oder auch in manchen elektronischen Autoschlüsseln findet, sind ein weiteres Beispiel: Wenn dort Informationen eingeschrieben werden, ver-

schiebt sich die Position der Sauerstoffionen im Material gegenüber ihren Nachbaratomen um rund 20 Pikometer. Auch die Wirkung von Katalysatoren, die bei rund 70 Prozent aller Herstellungsverfahren in der chemischen Industrie im Einsatz sind, beruht häufig auf kleinsten Positionsveränderungen der Atome nahe der Katalysatoroberfläche.

„Wir erforschen mit Hilfe der Elektronenmikroskope beispielsweise Materialien für CO<sub>2</sub>-freie Kraftwerke oder für leistungsfähigere Datenspeicher“, sagt Prof. Joachim Mayer, der zweite Direktor des ER-C. Der Physiker von der RWTH Aachen weiter: „Mithin setzen wir die Geräte ein, um globale Herausforderungen wie eine energieeffiziente Informationstechnologie oder eine klimafreundliche Energieversorgung anzugehen.“

#### MEMBRANEN GEGEN ERWÄRMUNG

So gehören Wissenschaftler des ER-C einem Forschungsverbund der Jülich Aachen Research Alliance JARA mit Univer-

sitäten, Forschungseinrichtungen und industriellen Partnern an, der Membranen zur Gastrennung entwickelt. Mit solchen Membranen soll der Kohlendioxid(CO<sub>2</sub>)-Ausstoß von Kohle- und Gaskraftwerken verringert werden, der erheblich zur globalen Klimaerwärmung beiträgt. Beim scheinbar einfachsten der denkbaren Konzepte würden die Abgase aus der Kohle- oder Gasverbrennung über eine CO<sub>2</sub>-durchlässige Membran geschickt, die das Treibhausgas gewissermaßen aussiebt. Es könnte danach unterirdisch gespeichert werden. Tatsächlich gibt es bereits Kohlekraftwerke, bei denen CO<sub>2</sub> nach prinzipiell ähnlichem Muster mittels Laugen ausgewaschen wird. Aber die Technik ist komplex, benötigt so viel Platz wie ein Fußballfeld und mindert den Wirkungsgrad des Kraftwerks um mehr als zehn Prozentpunkte. „Zwei andere prinzipiell mögliche Verfahren haben ein höheres Potenzial, CO<sub>2</sub> einzusparen. Für sie benötigt man Membranen, die Sauerstoff aus der

Luft abtrennen“, erläutert Dr. Stefan Roitsch, Wissenschaftler am ER-C.

Auf der Suche nach den effizientesten Membranen stellen die kooperierenden Wissenschaftler auf unterschiedliche Weise zahlreiche Materialien her. Anschließend testen sie, wie gut und wie lange sie bei den Bedingungen funktionieren, die in einem Kraftwerk herrschen. Dank der Forscher und der Elektronenmikroskope des ER-C tapen sie nicht im Dunkeln, wenn sie nach den Ursachen für die unterschiedliche Leistungsfähigkeit der Materialien suchen. Denn diese wird letztlich durch die Anordnung der Atome bestimmt, die im Elektronenmikroskop sichtbar wird. So haben die Forscher des ER-C Proben eines Materials mit dem Namens Kürzel BSCF untersucht, das prinzipiell geeignet erscheint, um Sauerstoff und Stickstoff bei 700 bis 900 Grad Celsius voneinander zu trennen.

#### ENERGIESPARENDE DATENSPEICHER

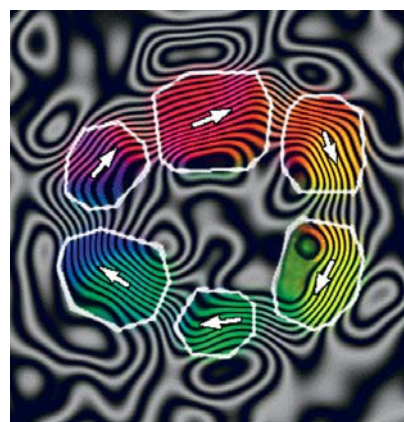
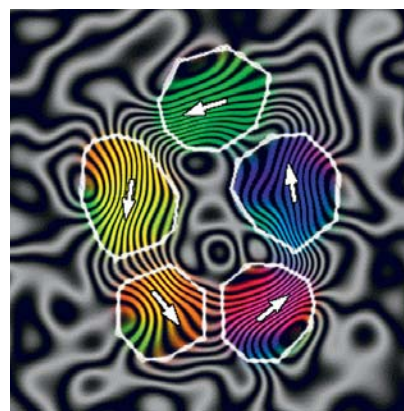
„Dabei haben wir festgestellt, dass sich bei diesen Temperaturen nach mehreren Hundert Stunden Bereiche bilden, in denen die Atome anders als ursprünglich angeordnet sind – mit negativen Folgen für die Sauerstoffleitfähigkeit des Materials“, sagt Roitsch. Dadurch haben die Forscher nun einen Ansatzpunkt, um das potenzielle Membranmaterial weiter zu verbessern: Sie müssen beispielsweise durch chemische Zusätze verhindern, dass sich die Atome umordnen.

Ein anderes Arbeitsgebiet der Wissenschaftler des ER-C sind Materialien

für die Informationstechnologie, die längst unseren Alltag und die Produktivität von Industrie- und Dienstleistungsunternehmen bestimmt. Auch weiterhin sollen nicht nur die Prozessoren ständig kleiner, leistungsfähiger und energieeffizienter werden, sondern außerdem die Datenspeicher.

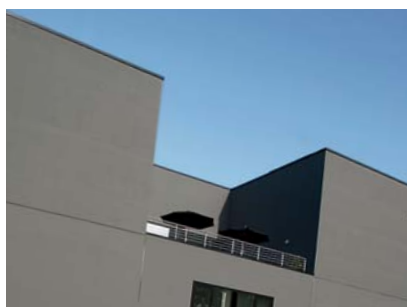
Besonders bei der Erforschung von ferroelektrischen Materialien, in denen Daten anders als in heutigen Computer-Arbeitsspeichern auch nach dem Ausschalten des Rechners erhalten bleiben, haben die Wissenschaftler des ER-C rund um den ehemaligen Direktor des ER-C und heutigen JARA Senior Professor Knut Urban viele Erkenntnisse gewonnen, die in der Fachwelt für Aufsehen gesorgt haben.

Heutige Computer-Festplatten beruhen auf magnetischen Materialien. Rafal Dunin-Borkowski, Urbans Nachfolger im Amt des Direktors, treibt seit Jahren die sogenannte Elektronenholografie zur Untersuchung magnetischer Materialien voran und hat das entsprechende Know-how mit an das ER-C gebracht. Er sagt: „Mit speziell ausgerüsteten Höchstleistungselektronenmikroskopen und bestimmten Aufnahme- und Auswertetechniken lassen sich die magnetischen Felder mit einer Auflösung von wenigen Nanometern sichtbar machen – eine Auflösung, die von keiner anderen Methode erreicht wird.“ Auf diese Weise ist er bereits auf Strukturen in magnetischen Materialien gestoßen, die kleiner sind als entsprechende Speichereinheiten heutiger Datenspeicher. ::



*Mit speziell ausgerüsteten Höchstleistungselektronenmikroskopen lassen sich Magnetfeldlinien (schwarz) und ihre Richtung (weiße Pfeile) sichtbar machen, hier in einer ringförmigen Anordnung von Kobalt-Partikeln (weiße Umrandung), die lediglich 20 bis 30 Nanometer groß sind. Die selbstorganisierte ringförmige Struktur ist eine Kandidatin für die Datenspeicher der Zukunft, denn sie ist kleiner als entsprechende Einheiten heutiger Speicher.*

## Ernst Ruska-Centrum (ER-C)



Mit dem ER-C betreiben das Forschungszentrum Jülich und die RWTH Aachen auf dem Campus des Forschungszentrums ein Kompetenzzentrum für atomar auflösende Elektronenmikroskopie und -spektroskopie auf international höchstem Niveau. Das ER-C entwickelt wissenschaftlich-technische Infrastruktur und Methoden für die Materialforschung von heute und morgen. Es ist zugleich ein nationa-

les Nutzerzentrum für höchstauflösende Elektronenmikroskopie. Die Hälfte der verfügbaren Messzeit wird nach wissenschaftlichen Kriterien an externe Nutzer aus Universitäten, Forschungseinrichtungen und Industrie vergeben.

→ [www.er-c.org](http://www.er-c.org)

# „Tiefes Verständnis“

Drei Fragen an die Direktoren des Ernst Ruska-Centrums.

**Frage:** Es gibt eine Vielzahl von Methoden, mit denen sich Wissenschaftler Informationen über den Aufbau der Welt im Bereich von Mikro- und Nanometern verschaffen. Was kann die Elektronenmikroskopie, was andere Methoden nicht können?

**Mayer:** Das Elektronenmikroskop wurde einst erfunden, um die Beschränkungen der Lichtmikroskopie zu überwinden. Tatsächlich könnte man einen Transistor, wie er in heute üblichen Laptops eingebaut ist, mit einem Lichtmikroskop nicht abbilden, weil er dafür zu klein ist. Und man könnte mit einem Lichtmikroskop beispielsweise auch nicht die Defekte sichtbar machen, die – wenn sie sich ausbreiten – für das plastische Verformen vieler Werkstoffe verantwortlich sind. Dies sind nur zwei Beispiele dafür, dass man Elektronenmikroskope braucht, um die Funktion von Bauelementen oder die Eigenschaften von Materialien zu ergründen.

**Dunin-Borkowski:** Die Durchstrahlungselektronenmikroskopie liefert Informationen über die innere Struktur von Materialien. Damit unterscheidet sie sich beispielsweise von der Rastertunnel- und Rasterkraftmikroskopie. Diese zwei Methoden sind ebenfalls sehr gebräuchlich, um die Nanowelt zu erkunden, bilden aber nur die Oberfläche von Materialien ab.

**Frage:** Man kauft sich also möglichst gute Elektronenmikroskope, präpariert eine Materialprobe und erhält dann die Informationen, die man braucht. Ist es wirklich so einfach?

**Dunin-Borkowski:** Nein. Die hochauflösende Elektronenmikroskopie ist keinesfalls eine Technik, die auf Knopfdruck perfekt funktioniert. So ist auch ein Gerät der Spitzenklasse nicht der Garant dafür, dass man Spitzenforschung be-

treibt. Man benötigt sehr viel Wissen und Know-how, um Bilder zu erhalten und zu interpretieren. Das ist übrigens ein wesentliches Charakteristikum des Ernst Ruska-Centrums: Wir entwickeln die Methoden rund um die Korrektur von Linsenfehlern und zur Bildinterpretation weiter. Es gibt weltweit wohl kein anderes Zentrum, das in diesen Bereich so viel investiert.

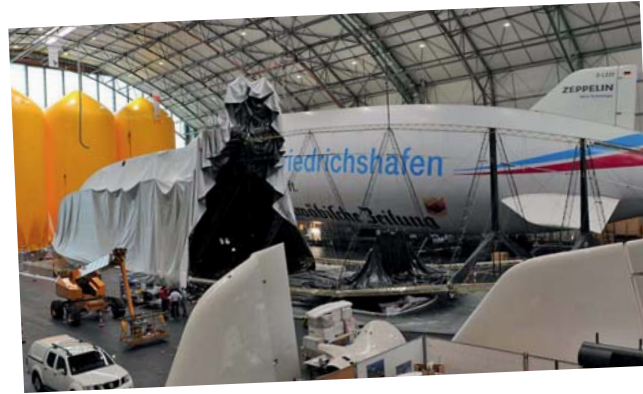
**Frage:** Das Ernst Ruska-Centrum ist Teil der Jülich Aachen Research Alliance JARA. Warum ist es wichtig, dass es als Gemeinschaftseinrichtung der RWTH Aachen und des Forschungszentrums Jülich angelegt ist?

**Mayer:** Eine Forschungseinrichtung alleine – selbst wenn sie so groß ist wie das Forschungszentrum Jülich – kann es nicht rechtfertigen, mehrere aberrationskorrigierte Elektronenmikroskope anzuschaffen, denn ein solches Gerät kos-

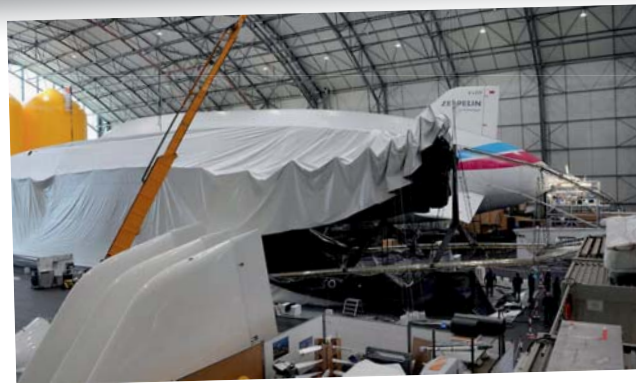
tet zwischen 4 und fast 7 Millionen Euro. Letztlich geht es darum, möglichst viel Nutzen aus den Geräten zu ziehen. Und das kann man nur dann, wenn man Wissenschaftler beschäftigt, die an den Methoden arbeiten, aber auch Wissenschaftler, die Forschungsprojekte und Anwendungen einbringen. Dann muss man auch noch den wissenschaftlichen Nachwuchs entsprechend ausbilden. Das alles kann eine Forschungseinrichtung alleine nicht leisten. Innerhalb der JARA teilen die RWTH Aachen und das Forschungszentrum Jülich das, was jede Institution am besten kann, und bringen so echten Mehrwert hervor. ::



Prof. Rafal Dunin-Borkowski (l.) und Prof. Joachim Mayer.



**PEGASOS:**  
Pan-European Gas-  
AeroSOIs-climate  
interaction Study



# Ein Luftschiff für die Forschung

Im Mai 2012 startet die bisher größte wissenschaftliche Mission eines Zeppelin NT. Das Jülicher Institut für Energie- und Klimaforschung (IEK-8) koordiniert dabei die zahlreichen Experimente an Bord. Das Besondere: Extra für die Forschung baut die ZLT Zeppelin Luftschifftechnik in Friedrichshafen ein neues Luftschiff auf.

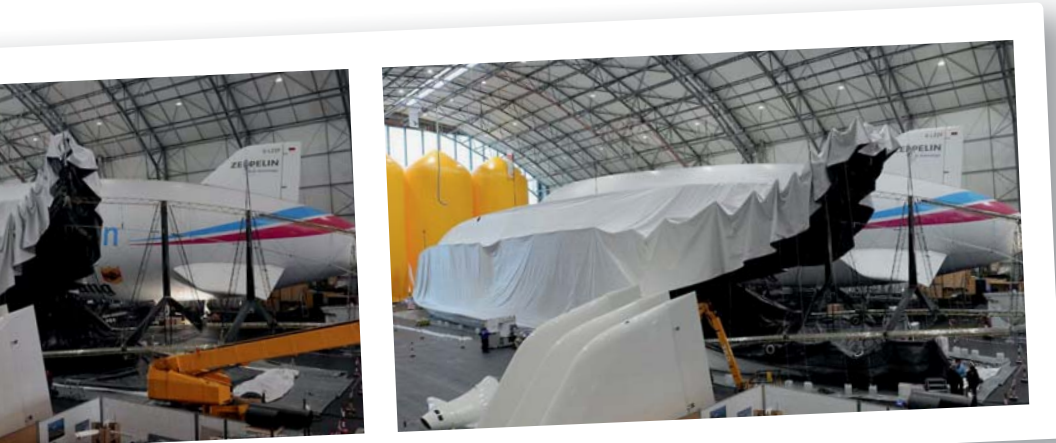
**D**as Ziel: In mehreren Etappen soll zwischen Mai 2012 und Juni 2013 die Zusammensetzung der Luft über den Niederlanden, Italien, dem Mittelmeer und Finnland gemessen werden. Ein Megaprojekt, von dem sich die Wissenschaftler wichtige Erkenntnisse über die Luftqualität und für die Klimafor-

schung versprechen. Es ist eingebettet in die EU-Kampagne PEGASOS, an der 26 wissenschaftliche Institutionen aus ganz Europa beteiligt sind.

## SONDERAUSSTATTUNG FÜR JÜLICH

Die Vorbereitungen für die Messkampagne laufen nicht nur in Jülich, sondern

auch in der ZLT Zeppelin Luftschifftechnik in Friedrichshafen auf Hochtouren. Ein Zeppelin NT, der von 2005 bis 2010 in Japan für Werbezwecke eingesetzt war, wurde zurück nach Friedrichshafen verlegt. Der Zusatz NT steht bei dieser neuen Generation von Luftschiffen mit schwenkbaren Propeller-Antrieben für



*Rund vier Wochen dauert die Montage der neuen Luftschiff-Hülle. In Handarbeit befestigen Mitarbeiter der Zeppelin-Reederei die maßgeschneiderte Außenhaut an über 4 000 Punkten am Längsgestänge des Zeppelins.*



„Neue Technologie“. Die ZLT überholt das Luftschiff mit dem Taufnamen „Bodensee“ zurzeit komplett, baut es neu auf und bringt es technisch auf den neuesten Stand, sodass es pünktlich im Frühjahr 2012 einsatzbereit ist.

Eine Besonderheit ist die Top-Plattform, die oben auf dem Zeppelin installiert wird. Sie hat ein Eigengewicht von circa 130 Kilogramm und trägt Messgeräte von circa 350 Kilogramm. Hierzu wird die Innenstruktur des Zeppelins verstärkt. „Die Flugeigenschaften beeinträchtigt dieser Sonderaufbau nicht“, bestätigt Dorit Knorr, Sprecherin der Zeppelin-Reederei. Zusätzlich befinden sich bis zu 500 Kilogramm Geräte in der Gondel. Wobei einige der Instrumente in der Gondel während der Messkampagne getauscht werden können. Die Forscher haben insgesamt drei Kabinenlayouts mit jeweils variierenden Gerätezusammenstellungen entworfen, sodass es je eine Variante für je eine andere Fragestellung zur Atmosphärenchemie gibt. Abhängig von der meteorologischen und der chemischen Situation in den durch-

flogenen Luftschichten werden die Layouts während der Kampagne gewechselt.

**GENERALPROBE BESTANDEN**

Damit dieser Umbau auch unter Feldbedingungen reibungslos klappt, probten Spezialisten der Zeppelin Luftschifftechnik und Forscherinnen und Forscher aus Jülich im November 2011 erfolgreich alle Funktionen sowie den Ein- und Aus-

bau der wissenschaftlichen Geräte unter realen Bedingungen. Dr. Astrid Kiendler-Scharr (IEK-8) erläutert: „Dieser Testlauf war enorm wichtig und gibt uns Sicherheit, damit wir später draußen im Feld schnell reagieren können – zum Beispiel wenn wir aufgrund von Wetterbedingungen oder anderen Faktoren einen raschen Wechsel der Geräte durchführen müssen.“ ::



*Jülicher Klimaforscher bestücken die Top-Plattform mit Instrumenten. Sie sitzt oben auf dem Zeppelin und sammelt Daten zur Selbstreinigungskraft der Atmosphäre.*

*Aus Staub geboren: Im John von Neumann-Institut für Computing erforschen Wissenschaftler ungeklärte Aspekte der Planetenentstehung.*

# Supercomputing im Dienst der Forschung

Es war ein Meilenstein des deutschen Supercomputing: 1987 gründeten das Deutsche Elektronen-Synchrotron (DESY), das Forschungszentrum Jülich sowie die Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung das spätere John von Neumann-Institut für Computing (NIC). Damit entstand erstmals in Deutschland ein bundesweit agierendes Supercomputingzentrum, das Wissenschaft und Industrie die effiziente Nutzung von Supercomputern für anspruchsvolle Simulationen ermöglicht.



*Verstaut in 16 Racks, machten über 65 000 Prozessoren JUGENE bei Inbetriebnahme zum schnellsten zivilen Supercomputer der Welt.*

**D**ieses Konzept hat den Standort Jülich zu Europas führendem Zentrum für Supercomputing gemacht. Die Anfragen nach Rechenzeiten kommen aus Physik, Materialforschung, Klimawissenschaften oder Medizin. Hierfür entwickeln Wissenschaftler am NIC die benötigten Methoden und Verfahren ständig weiter – mit Erfolg: Das demonstriert nicht nur die mit dem Polymer Physics

Prize 2011 gekrönte Festkörperforschung von Kurt Kremer oder die erste ganz grundlegende Berechnung der Masse des Protons, ein Bestandteil des Atomkerns, im Jahr 2008. Jedes der gut 200 aktuell an den Jülicher Supercomputern JUGENE und JUROPA durchgeführten Projekte ist wegweisend in seiner Disziplin. Vier davon stellen wir näher vor, sie zeigen die Vielfalt der Rechnungen:

Astrophysik

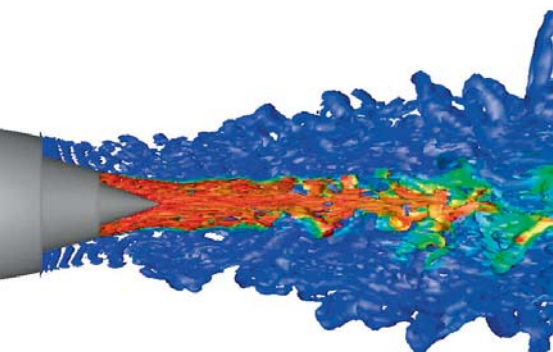
## Wie Planeten entstehen

Am Ursprung der modernen Wissenschaften stand das Experiment. Damit tut sich die Astronomie schwer – Sterne und Planeten entstehen und vergehen in Milliarden von Jahren, ihre schiere Größe macht Versuchsanordnungen nahezu unmöglich. Abhilfe bringt die Simulation durch Supercomputer. „Die Hochleistungsrechner haben unsere Forschung komplett verändert“, erzählt die Heidelberger Astrophysikerin Natalie Raettig. Die Max-Planck-Forscherin untersucht mit Hilfe komplexer Simulationen auf JUGENE einen bisher ungeklärten Aspekt der Planetenbildung: Wie bilden sich durch Turbulenzen in Staubwolken die ersten meter- bis kilometergroßen Steinbrocken, genannt Planetesimale? Die Simulation berücksichtigt etwa magneto-hydrodynamische Prozesse oder die Gravitation. „Mit steigender Rechenleistung können wir unsere Simulationen an die Komplexität der echten Welt annähern“, so die Wissenschaftlerin, die mit ihren Forschungen das Rätsel der Planetenentstehung ein Stück weiter lüftet.

Aeroakustik

## Dem Flugzeuglärm auf der Spur

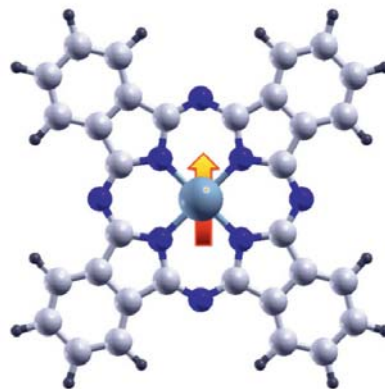
Vom Physik-Nobelpreisträger Werner Heisenberg wird erzählt, er hätte Gott zwei Fragen gestellt: „Warum Relativität? Warum Turbulenz?“ Eine Antwort hätte er nur auf die erste Frage erwartet. Mit dem Problem, wie Schall durch Turbulenz entsteht, beschäftigt sich Ge-



org Geiser vom Aerodynamischen Institut der RWTH Aachen. Er simuliert auf JUGENE die Entstehung und Ausbreitung des von Jet-Turbinen verursachten Schalls. Turbulente Strömungen wie der Freistrah, der aus Flugzeugtriebwerken austritt, gelten als eines der schwersten Rätsel seiner Disziplin. Sie verlaufen so chaotisch, dass sie sich sogar unter messbar gleichen Bedingungen nicht zwingend gleich verhalten. Um die Quellen des Lärms von Jet-Turbinen zu identifizieren, benötigt Geiser enorm viel Rechenleistung: „Die Variablen der zugrundeliegenden Gleichungen interagieren stark auf unterschiedlichen Skalen. Sie aufzulösen, ist enorm aufwendig, kann aber Kontrollmöglichkeiten aufzeigen“, so der Ingenieur. Das gibt Flughafenwohnern Hoffnung auf mehr Ruhe.

Materialforschung

## Organische Datenspeicher

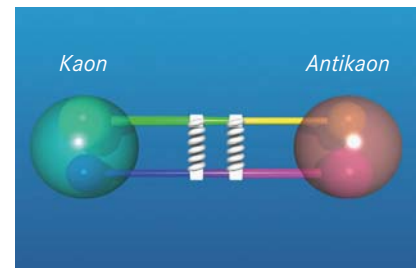


Die Zukunft der Computer hängt vom Material ab. Wie speichert man immer mehr Daten auf immer weniger Raum? Weil die bisherige Silizium-Technik künftig an ihre Grenzen stößt, setzt man zunehmend auf organische Materialien. Die Anwendung steckt allerdings noch in den Anfängen. Weltweit vielbeachtete Grundlagenforschung betreibt Dr. Nicolae Atodiresei vom Forschungszentrum Jülich. Er untersucht, wie man die Spins der Elektronen von Molekülen kontrollieren kann, um mittels dieser Spintronik Daten zu speichern. Nicolae Atodiresei simuliert dafür das Verhalten pi-konjugierter Moleküle auf einer Wolfram-Eisen-Oberfläche. Die Rechenlei-

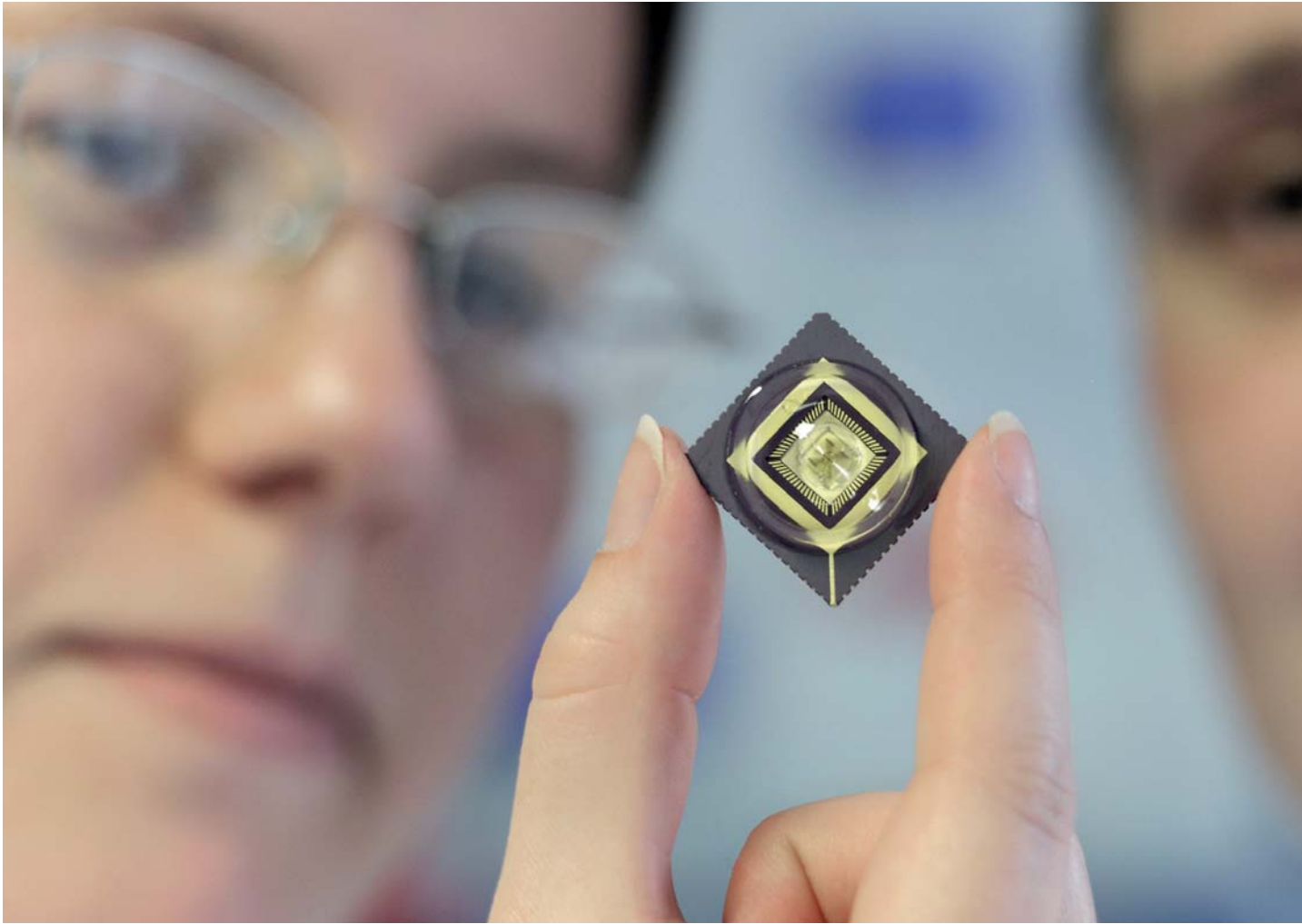
stung von JUGENE benötigt er nicht nur, um das Verhalten großer Atomgruppen zu simulieren, sondern auch, um den theoretischen Rahmen für das neue Feld der Molekular-Elektronik und -Spintronik abzustecken. „Ich verbinde Elemente physikalischer und chemischer Theorien. Das erhöht die Komplexität deutlich – und damit die nötige Rechenleistung.“

Elementarteilchenphysik

## Überschuss-Rechnung



Was ist Materie, warum gibt es uns? Das Standardmodell der Elementarteilchenphysik erklärt, was die Welt im Innersten zusammenhält, aus welchen Teilchen sie besteht und welche Kräfte zwischen ihnen wirken. Damit ist es so etwas wie das Fundament der Physik. Ein offenes Problem stellt allerdings der Überschuss von Materie gegenüber Antimaterie dar – ohne diesen wäre unsere Existenz undenkbar. Einen Beitrag zu dieser Asymmetrie konnte die Budapest-Marseille-Wuppertal Collaboration mit Hilfe von JUROPA und JUGENE genau bestimmen. Aus Experimenten ist schon länger eine winzige Unregelmäßigkeit beim Zerfall von Kaonen – instabilen, kurzlebigen Teilchen – und ihren Antiteilchen, den Antikaonen, bekannt. Diese sogenannte indirekte CP-Verletzung stellt einen Ansatz dar, um die überschüssige Materie zu erklären. Die Forscher simulierten die Anomalie auf den Jülicher Superrechnern so, wie sie das Standardmodell vorhersagt. Dies erforderte einen enormen Rechenaufwand, bestätigte aber das Standardmodell in bisher unerreichter Präzision. ::



# Sehen, hören, bewegen – dank neuartiger Mikrochips

Blinde sehen, Taube hören, Lahme gehen – ein jahrtausendealter Traum könnte dank neuartiger Mikrochips wahr werden. Forscher aus München und Jülich haben einen bioverträglichen Chip entworfen und eingesetzt, der Signale von lebenden Zellen aufnimmt und weiterleitet. Dabei verwenden sie ein vielversprechendes Material, das erst seit 2004 intensiv erforscht wird: Graphen.

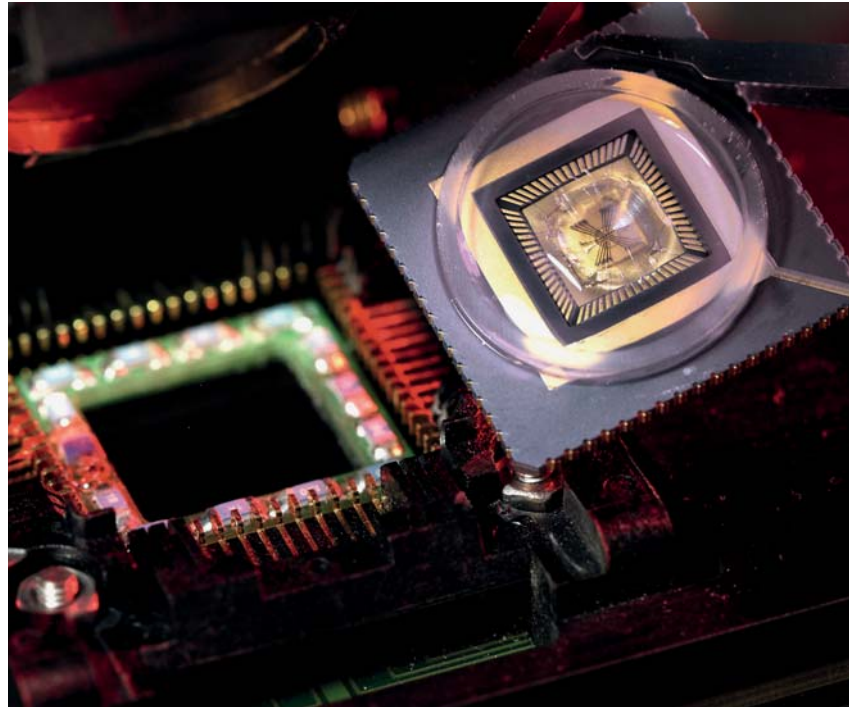
**G**raphen besteht aus reinem Kohlenstoff und bildet ein zweidimensionales Netz aus. Dieses bienenwabenförmige Netz ist unvorstellbar dünn: es misst nur eine Atomlage. Trotzdem ist Graphen extrem stabil. So hat es beispielsweise eine 125-mal höhere Zugfestigkeit als Stahl. Wegen seiner hohen elektrischen Leitfähigkeit gilt es als mög-

licher Nachfolger von Silizium als Transistormaterial. Zudem ist es chemisch stabil und zeigt sich in bisherigen Versuchen als besonders bioverträglich.

„Für uns ist Graphen deshalb spannend, weil sich mit ihm flexible und hauchdünne Matten oder Folien herstellen lassen – diese könnte man beispielsweise auf das Gehirn auflegen und so

großflächig und sehr nah an den Zellen Signale ableiten“, sagt der Jülicher Physiker Michael Jansen. Er beschreibt eine zukunftsweisende Vision, die zum Beispiel vom Hals abwärts gelähmten Patienten völlig neue Möglichkeiten der Kommunikation und Handlungsfähigkeit eröffnen würde.

*Im Projekt NeuroCare experimentieren die Forscher unter anderem mit elektronischen Bauelementen aus Graphen mit dem Ziel, eine bessere Verbindung zwischen Nervenzellen und Elektronik zu erhalten, um sie später in Neuroimplantaten einzusetzen.*



**GESUNDER PULSSCHLAG**

Um diese Vision ein gutes Stück in Richtung Realität zu rücken, haben Münchener Wissenschaftler einen Mikrochip aus Graphen entwickelt. Jülicher Forscher ließen anschließend eine Schicht Herzzellen auf ihm wachsen und testeten, ob sich Signale der Zellen ableiten lassen. „Wir konnten beobachten, dass sich die Herzzellen sehr gut auf dem Graphenchip entfalten und einen gesunden Pulsschlag entwickelten“, bestätigt die Jülicher Biolo-

gin Dr. Vanessa Maybeck. Die für Herzmuskelzellen typische Ausbreitung von elektrischen Aktionspotenzialen konnten die Forscher dank des Chips und eines in Jülich entwickelten Messaufbaus elektronisch verfolgen und aufzeichnen. Als sie der Nährlösung das Stresshormon Noradrenalin beigaben, reagierten die Herzzellen mit einer erhöhten Schlagfrequenz. Vergleichsmessungen der Münchener Kollegen mit Silizium-basierten Elektronikbausteinen zeigten darüber hinaus, dass

die Graphen-Transistoren ein deutlich geringeres Grundrauschen besitzen.

Auch Nervenzellen wuchsen problemlos auf dem neuen Material, bestätigen die Forscher. Kollegen aus dem in Paris ansässigen Vision-Institute untersuchen zurzeit die Biokompatibilität von Graphen-Schichten mit Kulturen von Sehnervenzellen. Diese Aktivitäten sind eingebettet in das breit angelegte europäische Projekt NeuroCare, das am 1. März 2012 gestartet ist. Hier arbeiten zwölf Institute aus sechs Ländern an neuen Konzepten für Seh-, Gehör- oder Gehirnimplantate. Das Ziel ist es, verträglichere und hochsensible Implantate zu entwickeln, die zerstörte Sinneszellen ersetzen oder Prothesen steuern. ::



*Aufzeichnung der für Herzmuskelzellen typischen Ausbreitung von elektrischen Aktionspotenzialen.*

**Linktipps**

- [www.fz-juelich.de/pgi/pgi-8/](http://www.fz-juelich.de/pgi/pgi-8/)
- [www.wsi.tum.de/Research/GarridogroupE25/Research/tabid/356/Default.aspx](http://www.wsi.tum.de/Research/GarridogroupE25/Research/tabid/356/Default.aspx)

# Stabiler Stahl für höchste Ansprüche

Mechanisch stabil, hoch belastbar, hitzefest und leicht zu verarbeiten – eine neue Stahl-Legierung aus Jülich beflügelt die Entwicklung von Brennstoffzellen und energiesparenden Antrieben. Die rasche Markteinführung des neuen Stahls ist das Ergebnis einer engen Zusammenarbeit mit dem Industriepartner ThyssenKrupp VDM.

Das Geheimnis des neuen Werkstoffs ist die Zugabe geringer Mengen der Elemente Wolfram, Niob, Lanthan und Silizium. So entsteht ein Stahl, der insbesondere den hohen Temperaturen von bis zu 900 Grad Celsius in Brennstoffzellen widersteht. Ein weiterer Pluspunkt des neuen Materials: Seine Ausdehnung bei Wärmezufuhr entspricht der in den Brennstoffzellen verwendeten

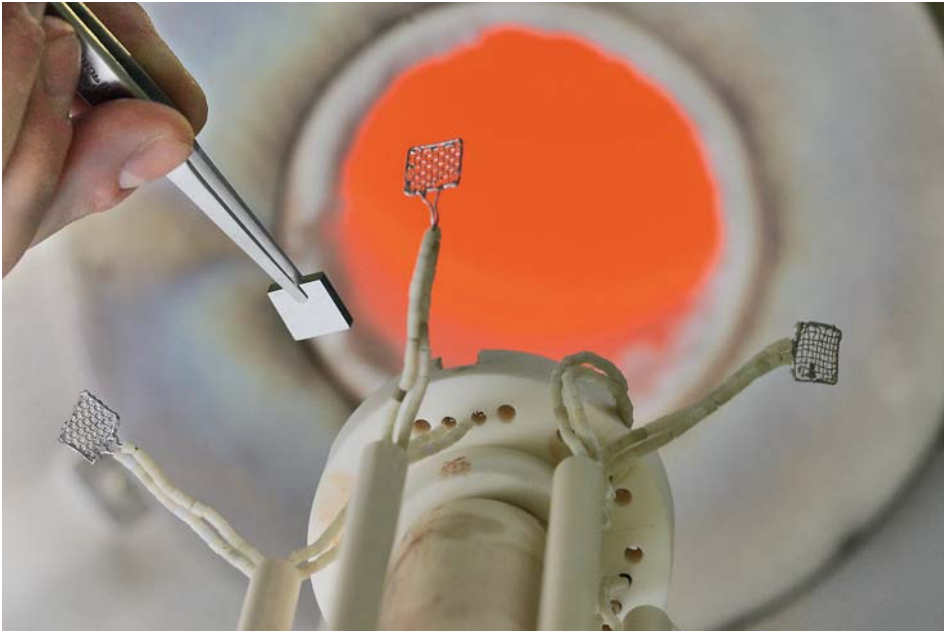
Keramik. So kommt es zwischen den beiden Materialien nicht zu mechanischen Spannungen, die die Keramik beschädigen – und damit zum Ausfall der Brennstoffzelle führen könnten.

Prof. Willem J. Quadackers und sein Team im Jülicher Institut für Energie und Klimaforschung haben diesen Stahl basierend auf einer Vorläufer-Legierung entwickelt. „Es war ein mehrstufiger Prozess“,

bestätigt Prof. Quadackers, „die erste Legierung, die wir 2000 zum Patent angemeldet hatten, musste noch aufwendig in einem Vakuuminduktionsofen hergestellt werden. Zur Produktion des neuen Stahls genügt nun ein gängiges Schmelzverfahren.“ Die neue Legierung erhielt den Markennamen Crofer® 22 H und wurde gemeinsam mit dem Industriepartner ThyssenKrupp VDM optimiert. Nun kommt das



Forscher analysieren die neue Stahl-Legierung auf chemische Veränderungen der Oberflächen für den Einsatz in der Brennstoffzelle (SOFC).



*Materialprüfung bei hohen Temperaturen: Die neue Stahl-Legierung muss bei Betriebstemperatur gute elektrische Leitfähigkeit aufweisen.*

strapazierfähige Material beispielsweise in Hochtemperatur-Brennstoffzellen zum Einsatz. Und zwar in Form von sogenannten metallischen Interkonnektoren – das sind Platten, die mehrere Zellen zu einem leistungsfähigeren Stapel verbinden. Diese können, dank der hohen Stabilität des neuen Edelstahls Crofer® 22 H, in der Dicke reduziert werden. Dies ist eine enorme Gewichts- und Materialersparnis.

**HITZEFESTE ABGASANLAGEN**

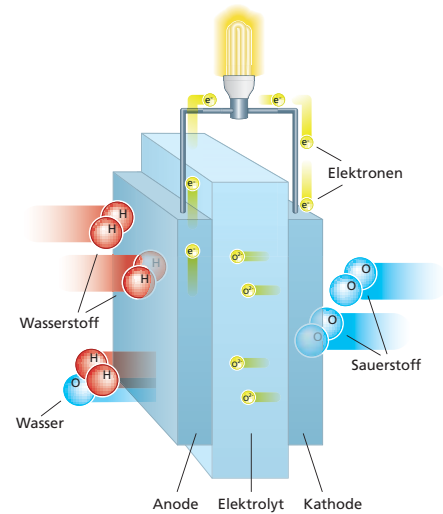
Im Zuge der anstehenden Energiewende und steigender Preise für fossile Energieträger ist die flächendeckende Verbreitung von Brennstoffzellen unaufhaltsam. Sie werden zukünftig als Stromversorger in Autos, Lkw, Flugzeugen oder auf Schiffen und stationär in Gebäuden als Blockheizkraftwerk eingesetzt. Der strapazierfähige Stahl hat darüber hinaus auch in anderen Anwen-

dungsfeldern eine Zukunft: Abgasanlagen in Autos müssen aufgrund des Trends zu kleineren Motoren immer höheren Temperaturen standhalten, in Kohlekraftwerken steigen die Dampftemperaturen, weil das den Gesamtwirkungs-

grad steigert. So untersucht das Institut für Energie- und Klimaforschung zurzeit, ob man, aufbauend auf den Erkenntnissen aus der Entwicklung des Crofer® 22 H, Abgasanlagen oder Rohrleitungen hitzefester machen kann. ::

**Effiziente Wandler chemischer Energie**

Am Pluspol der Zelle, der Kathode, wird Luft eingelassen. Deren Sauerstoffmoleküle (O<sub>2</sub>) nehmen Elektronen vom Kathodenmaterial auf und wandern als negativ geladene Ionen (O<sup>2-</sup>) durch den Elektrolyten zur Anode, dem Minuspol. Dort reagieren sie mit dem Wasserstoff (H<sub>2</sub>) zu Wasser (H<sub>2</sub>O). Dabei bleiben überschüssige Elektronen übrig, die an die Elektrode abgegeben werden. Dadurch schließt sich der Stromkreis, und zwischen den beiden Polen fließt ein elektrischer Strom.



*Mehrere planare Festoxidbrennstoffzellen (SOFC) lassen sich zusammen zu einem Stapel, einem sogenannten Stack, verbinden. Dieser Stack hat eine Leistung von 5 Kilowatt.*

# Sicherheit, Synthese und Spintronik

In neuen Bahnen denken, kreative Lösungen finden – das gelingt oft jungen Forschern besonders gut. Als Nachwuchsgruppenleiter der Helmholtz-Gemeinschaft haben sie dafür die geeigneten Rahmenbedingungen: ein jährliches Budget von mindestens 250 000 Euro für fünf Jahre, die Möglichkeit, eigene Mitarbeiter einzustellen, und die Aussicht auf Festanstellung bei positiver Begutachtung. Zu den 13 in Jülich bereits geförderten Gruppen kommen dieses Jahr drei weitere hinzu.



AM FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH SCHÄTZE ICH ...  
*... die gute Mischung aus jungen Wissenschaftlern  
und „alten Hasen“ und die ausgezeichnete  
Infrastruktur.*

Dr. Martina Müller

## Datenspeicher der Zukunft

„Wir brauchen neue Ansätze“, ist sich Dr. Martina Müller vom Jülicher Peter Grünberg Institut sicher. Immer schneller und leistungsfähiger sollen Computer zukünftig Daten verarbeiten – und dabei gleichzeitig mit weniger Energie auskommen. Bei diesen Herausforderungen stößt die konventionelle Halbleitertechnik an ihre Grenzen. „Zukünftige Bauteile müssen neben der Ladung der Elektronen auch deren magnetische Eigenschaften nutzen, den Spin“, sagt Martina Müller. „Wir entwickeln und erforschen Materialien, die genau das können.“ Spintronik nennt sich das noch junge Forschungsgebiet, in dem die 32-jährige Physikerin zu Hause ist. Die Materialien, mit denen sie sich beschäftigt, sind sogenannte Oxide. Ein erster Schritt auf dem Weg zu neuen Bauteilen gelang der Forscherin erst kürzlich: Sie hat mit ihrer Arbeitsgruppe eine hochreine, wenige Atomlagen dicke Schicht aus Europiumoxid auf Silizium hergestellt – und damit eine vielversprechende Verbindung zwischen der bestehenden Siliziumtechnologie und neuen Materialien geschaffen. ::

Originalartikel:

→ <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pssr.201105403/abstract>

## Lösungen für radioaktiven Abfall

„Unseren Planeten ein bisschen sicherer machen“, das ist ein erklärtes Ziel von Dr. Evgeny Alekseev vom Institut für Energie- und Klimaforschung. Der 31-jährige Chemiker forscht an den wissenschaftlichen Grundlagen zur Endlagerung radioaktiver Abfälle. Im Zentrum seiner Arbeit stehen dabei die sogenannten Actinoiden: eine Gruppe chemischer Elemente, zu der auch Uran und Plutonium zählen. Alekseev untersucht ihre Festkörperchemie, also ihre Kristallstruktur, und die außergewöhnlichen chemischen und physikalischen Eigenschaften von Verbindungen mit diesen besonders langlebigen radioaktiven Elementen. „Wir wollen wissen, zu welchen Strukturen sich die Actinoide in Kombination mit anderen Stoffen zusammenfügen, und wie sich das und äußere Bedingungen auf ihre Eigenschaften auswirken“, sagt Alekseev. „So lassen sich Modelle verbessern, um abzuschätzen, wie sich die radioaktiven Substanzen unter den Bedingungen eines Endlagers verhalten könnten.“ Er beabsichtigt außerdem, mit diesem Wissen gezielt neue Materialien aufzubauen, bei denen die Actinoide Teil der Kristallstruktur sind und damit besonders effektiv zurückgehalten werden. ::



AM FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH SCHÄTZE ICH ...  
 ... *die spannende Mischung brillanter Köpfe aus den unterschiedlichsten Disziplinen.*

Dr. Evgeny Alekseev



## Sanfte Synthese

„Für jedes Bauprojekt das richtige Werkzeug im Kasten“, das ist die Vision von Dr. Dörte Rother. Mit Hammer und Feile hat sie dabei aber wenig im Sinn. Die Bauprojekte der 33-jährigen Biotechnologin aus dem Institut für Bio- und Geowissenschaften sind chemische Moleküle – genauer: Grundbausteine für Medikamente –, ihre Werkzeuge sind hochspezialisierte Eiweiße. Diese Enzyme sollen klassische chemische Produktionswege, etwa bei der Herstellung von Medikamenten, ersetzen und ergänzen. So können die Enzyme aus günstigen Ausgangssubstanzen auch gezielt hochwertige Grundbausteine synthetisieren, die in dieser Reinheit chemisch sehr schwer herzustellen sind. Weitere Vorteile: Bei der Synthese mit Enzymen fallen keine gefährlichen Abfälle an, und die eingesetzten Ressourcen sind erneuerbar. Um für jeden Bauabschnitt das richtige Werkzeug zur Hand zu haben, nutzt Rother natürliche und speziell veränderte Enzyme. Sie entwickelt außerdem Verfahren, wie diese Enzyme zusammenarbeiten, beispielsweise als Kaskade hintereinander geschaltet. „Unser Ziel ist eine Sammlung von Enzymen, die Enzymtoolbox, aus der sich durch geschicktes Kombinieren eine Vielzahl von Produkten aufbauen lässt.“ Ein Ansatz, der ankommt. So zeigen erste Industriepartner bereits Interesse an der enzymatischen Mehrschrittsynthese. ::

AM FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH SCHÄTZE ICH ...  
 ... *die Entfaltungsmöglichkeiten. Gerade in neuen Projekten oder bei Versuchen mit ungewöhnlichen Methoden finden sich Experten, mit denen man interdisziplinär nach kreativen Lösungen suchen kann.*

Dr. Dörte Rother



# GLORIA

Einzigartiges Experiment  
für die Klimaforschung.

**P**räzise Messungen der Atmosphäre sind für Vorhersagen des Klimawandels und seiner Folgen unentbehrlich. Eine Forschergruppe der Helmholtz-Gemeinschaft aus Jülich und Karlsruhe startete im nordschwedischen Kiruna ein weltweit einzigartiges Experiment: Das von den Forschern gemeinsam entwickelte Instrument GLORIA flog zum ersten Mal an Bord des Forschungsflugzeugs Geophysica in über 20 Kilometern Höhe und beobachtete klimarelevante Gase und atmosphärische Bewegungen mit bisher unerreichter Genauigkeit. Diese Messungen tragen zu wesentlich verbesserten Klimamodellen bei.

GLORIA ist die Abkürzung für „Gimballed Limb Observer for Radiance Imaging of the Atmosphere“. Dahinter verbirgt sich eine neuartige Infrarot-Kamera, die die von den atmosphärischen Gasen ausgesandte Wärmestrahlung in ihre Spektralfarben zerlegt. Dadurch können diese Gase und ihre großräumigen Bewegungen sehr genau abgebildet werden. GLORIA ist weltweit das erste einer neuen Generation von Messinstrumenten, die in Zukunft auch auf Satelliten, zum Beispiel zur Wetterbeobachtung, eingesetzt werden sollen.

Das Gerät registriert in 10 bis 20 Kilometern Höhe zahlreiche klimarelevante Spurengase, die hier vertikal und horizontal vermischt werden. Es misst diese Prozesse erstmals mit einer sehr hohen räumlichen Auflösung. So wird es für die Wissenschaftler möglich, aktuelle Klimamodelle zu testen und zu verbessern.



Ein weiterer Schwerpunkt der Messungen mit GLORIA sind die sogenannten Schwerewellen in der Atmosphäre – starke Luftturbulenzen, die bei bestimmten Wetterlagen unter anderem an der Rückseite von Gebirgszügen entstehen. In der Luftfahrt sind diese Wellen gefürchtet, sie spielen aber auch für das Klima eine wichtige Rolle: Sie treiben in der mittleren und oberen Atmosphäre globale Zirkulationssysteme an. Mit dem Anstieg des Kohlendioxids in der Erdatmosphäre ändert sich die Dynamik dieser Wellen. Für zukünftige Klimaprognosen ist es sehr wichtig, diese Effekte genau zu verstehen.

Das Spektrometer wird ab Sommer 2012 an Bord des neuen deutschen Forschungsflugzeugs HALO installiert. Und ab 2020 soll eine weltraumtaugliche Version des Gerätes wichtige Klimadaten an Bord eines ESA-Satelliten sammeln. ::

*Im ständigen Kontakt mit den Wissenschaftlern: der russische Pilot der Geophysica, Oleg Schibitkow.*

**IMPRESSUM**

**Forschen in Jülich** Magazin des Forschungszentrums Jülich, ISSN 1433-7371 **Herausgeber:** Forschungszentrum Jülich GmbH | 52425 Jülich **Konzeption und Redaktion:** Annette Stettien, Dr. Barbara Schunk, Dr. Anne Rother (v. i. S. d. P.) **Autoren:** Brigitte Stahl-Busse, Dr. Frank Frick, Dr. Barbara Schunk, Christoph Mann, Erhard Zeiss **Grafik und Layout:** SeitenPlan GmbH, Corporate Publishing, Dortmund **Bildnachweis:** Forschungszentrum Jülich (2, 3 m., 5 u. r., 14 u., 16 - 21), ER-C (3 o. l., 10), Arndt Lorenz/ Forschungszentrum Jülich (3 o.r., 22/23), iStockphoto/Thinkstock.com(4 u.), ITER Organization (4 o.), iStockphoto(4 u.), Hermann Cuntz - modified by Klas Pettersen (5 u. l.), Valueline/Thinkstock.com (5 o.), SeitenPlan/ Forschungszentrum Jülich (Titel, 6/7), JARA (8/9/11), Felix Kästle/ Forschungszentrum Jülich (12, 13), Hemera/Thinkstock.com (14 o.), Nicolae Atodiresei (15 li.), Gröschel et all. (15 m.), Dr. Christian Hölbling - Bergische Universität Wuppertal (15 r.), SeitenPlan (19 u.), Redshinestudio/Shutterstock.com (S. 20 o.), Gorgev/Shutterstock.com (S. 22/23 Hintergrund) **Kontakt:** Geschäftsbereich Unternehmenskommunikation | Tel.: 02461 61-4661 | Fax: 02461 61-4666 | E-Mail: info@fz-juelich.de **Druck:** Schloemer Gruppe GmbH **Auflage:** 4 000



Mitglied der:

