

# Jahresbericht 2012



## Das Forschungszentrum Jülich auf einen Blick

Das Forschungszentrum Jülich betreibt interdisziplinäre Spitzenforschung und stellt sich drängenden Fragen der Gegenwart. Mit seinen Kompetenzen in der Materialforschung und Simulation und seiner Expertise in der Physik, der Nano- und Informationstechnologie sowie den Biowissenschaften und der Hirnforschung entwickelt es die Grundlagen für zukünftige Schlüsseltechnologien. Damit leistet das Forschungszentrum Beiträge zur Lösung großer gesellschaftlicher Herausforderungen in den Bereichen Energie und Umwelt, Gesundheit sowie Informationstechnologie.

Das Forschungszentrum Jülich geht neue Wege in strategischen Partnerschaften mit Hochschulen, Forschungseinrichtungen und der Industrie im In- und Ausland. Mit mehr als 5.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern gehört es als Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft zu den großen interdisziplinären Forschungszentren Europas.

### Gründung

11. Dezember 1956

### Gesellschafter

Bundesrepublik Deutschland (90 Prozent)

Land Nordrhein-Westfalen (10 Prozent)

Stammkapital 520.000 Euro

### Erlöse

557 Millionen Euro

### Fläche

2,2 Quadratkilometer

### Vorstand

Prof. Dr. Achim Bachem

(Vorsitzender)

Karsten Beneke

(Stellvertretender Vorsitzender)

Prof. Dr. Sebastian M. Schmidt

(Mitglied des Vorstands)

Prof. Dr. Harald Bolt

(Mitglied des Vorstands)

### Aufsichtsrat

Ministerialdirektor

Dr. Karl Eugen Huthmacher

(Vorsitzender)

### Wissenschaftlicher Beirat

Dr. Heike Riel (Vorsitzende)

### Wissenschaftlich-Technischer Rat

Prof. Dr. A. Wahner (Vorsitzender)

### Gastwissenschaftler

860 aus 40 Ländern



## Forschungszentrum Jülich at a Glance

Forschungszentrum Jülich pursues cutting-edge interdisciplinary research addressing the pressing issues of the present. With its competence in materials science and simulation, and its expertise in physics, nanotechnology and information technology, as well as in the biosciences and brain research, Jülich is developing the basis for the key technologies of tomorrow. In this way, Forschungszentrum Jülich helps to solve the grand challenges facing society in the fields of energy and the environment, health, and information technology.

Forschungszentrum Jülich is also exploring new avenues in strategic partnerships with universities, research institutions and industry in Germany and abroad. With more than 5,000 employees, Jülich – a member of the Helmholtz Association – is one of the large interdisciplinary research centres in Europe.

### Founded

11 December 1956

### Partners

Federal Republic of Germany (90%)  
Federal State of North Rhine-Westphalia (10%)

Share capital € 520,000

### Revenue

€ 557 million

### Area

2.2 km<sup>2</sup>

### Staff

Total	5,236
-------	-------

Including:

Scientists	1,658
------------	-------

(inc. PhD students 469)

Technical staff	1,662
-----------------	-------

Trainees & students on placement	303
----------------------------------	-----

(As of: 31.12.2012)

### Visiting scientists

860 from 40 countries

### Board of Directors

Prof. Dr. Achim Bachem (Chairman)

Karsten Beneke (Vice-Chairman)

Prof. Dr. Sebastian M. Schmidt

(Member of the Board)

Prof. Dr. Harald Bolt

(Member of the Board)

### Supervisory Board

Ministerialdirektor

Dr. Karl Eugen Huthmacher (Chairman)

### Scientific Advisory Council

Dr. Heike Riel (Chairman)

### Scientific and Technical Council

Prof. Dr. A. Wahner (Chairman)

# Jahresbericht 2012

## Inhalt



## 25 Wissensmanagement

Wissen schaffen, Wissen weitergeben, Wissen teilen und Wissen nutzen – das sind die Elemente eines effektiven Wissensmanagements im Forschungszentrum Jülich. Das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung wird dabei mit dem Projekt Zukunftscampus sowohl in der Wissenschaft als auch in der eigenen Arbeitspraxis verfolgt.

## 17 Highlight Energieforschung

Das Forschungszentrum Jülich baut seine Energieforschung weiter aus, um die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen für den Umbau unseres Energiesystems zu legen. Ein Schwerpunkt ist dabei die Erforschung von Materialsystemen für eine nachhaltige und sichere Energieversorgung in der Zukunft.



Diesen Jahresbericht erhalten Sie auch als E-Paper mit Links zu multimedialen Inhalten:  
[www.fz-juelich.de/portal/DE/Presse/Publikationen/jahresberichte/\\_node.html](http://www.fz-juelich.de/portal/DE/Presse/Publikationen/jahresberichte/_node.html)

<b>Das Forschungszentrum Jülich auf einen Blick</b>	<b>2</b>
<b>Vorwort des Vorstands</b>	<b>6</b>
<b>Chronik</b>	<b>8</b>
<b>Highlight Energieforschung</b>	<b>17</b>
• Batterien der nächsten Generation	18
• Innovativer Werkstoff für die Brennstoffzelle	20
• Smartes Material für Solarzellen	21
• Laden ab Mitternacht – Studie zur Elektromobilität	22
• Kraftstoffe aus Ökostrom, Kohlendioxid und Wasser – Interview mit Christian von Olshausen	23
<b>Wissensmanagement</b>	<b>25</b>
Unsere Verantwortung: Der Zukunftscampus	26
Unsere Leistung: Wissen	27
<b>Wissen schaffen</b>	
Neue Erkenntnisse gewinnen und publizieren	28
Falsche Faltung – fatale Folgen	30
Das Design molekularer Datenspeicher	32
Preise	34
Drittmittel	36
Außenstellen und Plattformen	38
Computersimulationen auf königlichem Niveau	43
Personal	44
<b>Wissen weitergeben</b>	
Ausbildung mit Perspektive	48
Wissenschaftlicher Nachwuchs	50
<b>Wissen teilen</b>	
Wissen weltweit	54
Daten & Fakten	57
Mission Gehirn: Das Human Brain Project	62
Über den Wolken – grenzenlose Klimaforschung	63
Jülich Aachen Research Alliance (JARA)	64
JARA-FAME: Elementare Bausteine und Kräfte erkunden	65
<b>Wissen anwenden</b>	
Wirtschaft und Gesellschaft verwerten Jülicher Know-how	66
Forschung für die Praxis	67
<b>Anhang</b>	<b>71</b>
Finanzen	72
Organe und Gremien	76
Organigramm	78
Kontakt	80
Impressum	81

# Vorwort des Vorstands

**E**norme Forschungsanstrengungen sind nötig, damit es gelingt, den Energiebedarf der Menschheit künftig klimaverträglich und sicher zu decken. Das Forschungszentrum Jülich wird sich daher noch stärker als bisher darauf ausrichten, die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen – vor allem von Materialsystemen für die Energieversorgung – für den Umbau unseres Energiesystems zu legen.

Diese Strategie wurde im Jahr 2012 mit einem deutlichen Ausbau der Jülicher Energieforschung weiter verfolgt. So wuchs die Zahl der ursprünglich sechs Bereiche im früheren Institut für Energieforschung durch Neugründung und Reorganisation auf zehn im neuen Institut für Energie- und Klimaforschung. Neu hinzugekommen ist zum Beispiel der Forschungsbereich zu Grundlagen der Elektrochemie. Damit werden auch zusätzliche Leistungsstellen und künftig weitere Nachwuchsgruppen für die Jülicher Energieforschung geschaffen. Hinzu kommen weitere energierelevante Forschungsvorhaben in anderen Instituten des Forschungszentrums.

Vor allem im Bereich Schlüsseltechnologien wird dieser Bereich mit mehr Ressourcen ausgestattet. Insgesamt investieren wir einen zweistelligen Millionenbetrag in den Ausbau der Energieforschungsinfrastruktur. In der kommenden Förderperiode der Helmholtz-Gemeinschaft plant das Forschungszentrum Jülich, die Mittel für die Energieforschung allein im Forschungsbereich Energie um mehr als ein Drittel auf 76,5 Millionen Euro zu erhöhen. Unsere Position als führende deutsche Forschungseinrichtung in der Erforschung von Material-

systemen für die Energieversorgung der Zukunft wollen wir weiter ausbauen – auch international.

Ausgewählte Beispiele für solche neuen Materialien und Werkstoffe stellen wir in diesem Jahresbericht vor. Dazu gehören ein innovativer Stahl für Brennstoffzellen und eine smarte Siliziummischung für Solarzellen. Von entscheidender Bedeutung sind außerdem neue Speichertechnologien – stehen doch erneuerbare Energien nicht immer dann zur Verfügung, wenn sie am dringendsten benötigt werden.

Das Forschungszentrum Jülich ist an der gesamten Wertschöpfungskette der Forschung und Entwicklung beteiligt – von ersten Laborexperimenten bis zur Übergabe an die Industrie. Wie ein Unternehmen erneuerbare Energien nutzt, um aus dem Treibhausgas Kohlendioxid und Wasser Treibstoffe herzustellen, und dabei Jülicher Know-how nutzt, lesen Sie ebenfalls in diesem Jahresbericht.

Auch auf dem Jülicher Campus selbst haben wir uns die nachhaltige Nutzung von Energie und anderen Ressourcen

## „Das Forschungszentrum Jülich ist an der gesamten Wertschöpfungskette der Forschung und Entwicklung beteiligt – von ersten Laborexperimenten bis zur Übergabe an die Industrie.“

Zusammen mit Helmholtz-Partnern und ausgewählten Universitäten arbeiten Jülicher Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an Vorhaben, welche die größtmögliche Betriebssicherheit gewährleisten, Leistungsfähigkeit und Lebensdauer von Speichersystemen verbessern sowie Materialeinsatz und Kosten senken. Nachhaltige Mobilitätskonzepte sind ebenfalls wichtig, um die Energiewende zu schaffen. Hier legten Jülicher Wissenschaftler eine umfangreiche Studie dazu vor, wie sich die politische Zielvorgabe von sechs Millionen Elektrofahrzeugen auf deutschen Straßen im Jahr 2030 auf Stromnetze und Klima auswirken würde.

auf die Fahnen geschrieben und hierfür eine Stabsstelle „Zukunftscampus“ geschaffen. Erste Projekte, wie energieeffiziente Neubauten und einen fahrradfreundlichen Campus, konnten wir 2012 bereits umsetzen.

Das Forschungszentrum Jülich setzt also Schwerpunkte in der Energieforschung – und spielt eine wichtige Rolle in zentralen Zukunftsprojekten der europäischen Wissenschaft. So wurde das „Human Brain Project“ zu Beginn des Jahres 2013 als „Flagship“ des EU-Programmes „Future and Emerging Technologies“ ausgewählt. In einem Gesamtumfang von bis zu 100 Millionen Euro pro Jahr wollen Forscher aus 23



*Der Vorstand des Forschungszentrums Jülich: Prof. Dr.-Ing. Harald Bolt, Prof. Dr. Achim Bachem,  
Prof. Dr. Sebastian M. Schmidt und Karsten Beneke (v. li. n. re.)*

Ländern das menschliche Gehirn auf einem Supercomputer der Zukunft simuieren. Ziel ist es, das Gehirn besser zu verstehen und dadurch Diagnosen und Therapien von Hirnerkrankungen zu verbessern. Jülicher Wissenschaftler bringen dabei ihre Expertise in der Hirnforschung und ihr Know-how beim Höchstleistungsrechnen ein, gemeinsam mit den regionalen Forschungspartnern der Jülich Aachen Research

Alliance (JARA), den Universitäten Düsseldorf und Wuppertal sowie der German Research School for Simulation Sciences (GRS).

Um den veränderten Anforderungen an die Jülicher Rolle in der internationalen Forschungslandschaft entsprechen zu können, bedarf es eines zeitgemäßen Umbaus der Gremien und Strukturen. So wurde im November 2012 ein neuer Gesellschaftsvertrag unterzeichnet, der

mehr Freiheit, Flexibilität und Transparenz zum Ziel hat. Er erleichtert die Kooperation mit anderen wissenschaftlichen Einrichtungen und Unternehmen. Ein international besetzter Wissenschaftlicher Beirat für das Forschungszentrum Jülich wurde vom Aufsichtsrat eingesetzt und wird das Forschungszentrum zukünftig beraten.

Prof. Dr. Achim Bachem  
(Vorstandsvorsitzender)

Karsten Beneke  
(Stellvertretender  
Vorstandsvorsitzender)

Prof. Dr.-Ing. Harald Bolt  
(Mitglied des Vorstands)

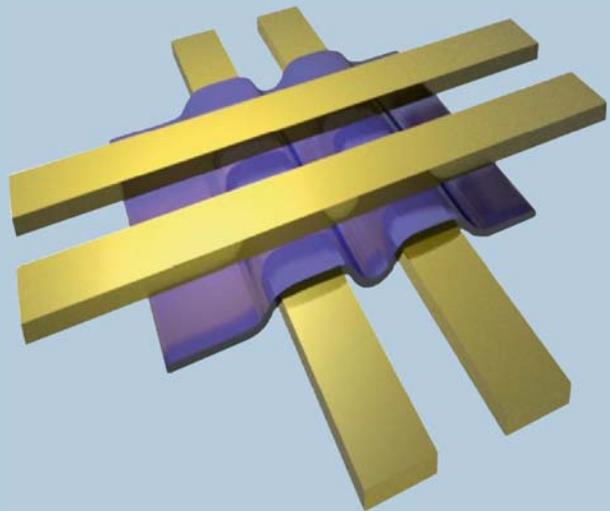
Prof. Dr. Sebastian M. Schmidt  
(Mitglied des Vorstands)

# Chronik

März 2012 bis März 2013

## Bioelektronik-Chips drucken

**21. März 2012** | Die Fachzeitschrift „Advanced Functional Materials“ veröffentlicht als Titelstory eine Arbeit von Wissenschaftlern des Forschungszentrums Jülich und der Sony Deutschland GmbH. Darin stellen die Forscher ein Verfahren vor, um günstig und einfach elektronische Schaltungen mit empfindlichen Polymeren oder biologischen Molekülen herzustellen. Sie kombinieren dabei geschickt Nanopräge- und Stempeltechniken, bei denen die Biomoleküle nur Raumtemperatur und normalen Druck aushalten müssen.

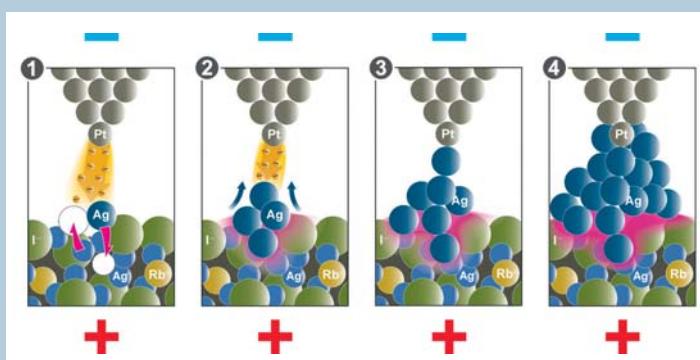


## Elektrochemie auf atomarer Ebene

**29. April 2012** | Forscher der Jülich Aachen Research Alliance (JARA) stellen in der Fachzeitschrift „Nature Materials“ gemeinsam mit japanischen Kollegen eine neue Methode vor, um elektrochemische Metallisierungszellen (ECM) auf der Ebene der Atome zu untersuchen. ECM könnten künftig einmal die Arbeitsspeicher der heutigen Computertechnologie ablösen, da sie prinzipiell schneller und energieeffizienter schalten können.

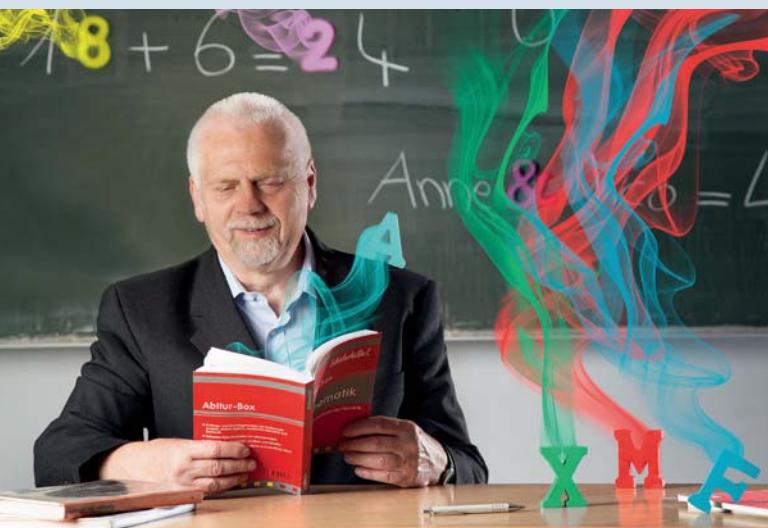
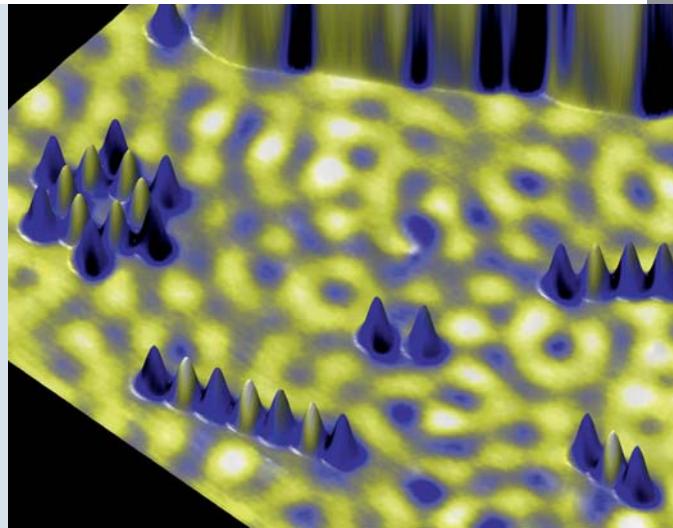
## ◀ Einblick in die Plaques-Entstehung

**20. April 2012** | Bei Krankheiten wie Alzheimer und Creutzfeldt-Jakob entstehen im Gehirn auffällig viele verklumpte Proteinablagerungen – Fachsprache: Amyloid-Plaques. Im Magazin „Science“ berichtet ein internationales Team um den Jülicher Forscher Philipp Neudecker, dass es mit der NMR-Spektroskopie ein wichtiges Zwischenstadium bei der Bildung dieser Plaques beobachten konnte. Dieser fehlgefaltete Protein-Zustand existiert nur wenige tausendstel Sekunden (siehe auch „Falsche Faltung – fatale Folgen“, S. 30).



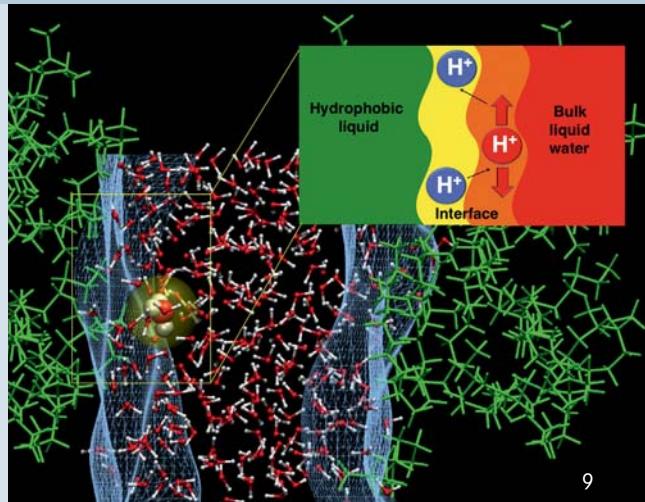
## Nanomagnete nach Maß

**29. April 2012** | Die Fachzeitschrift „Nature Physics“ veröffentlicht Forschungsergebnisse, die den Weg zu maßgeschneiderten Nanomagneten für eine künftige Informations-technologie zeigen: Forscher der Uni Hamburg setzten auf einer Kupferoberfläche einzelne Eisenatome zu Mustern zusammen. Jülicher Wissenschaftler berechneten die magnetischen Eigenschaften dieser Strukturen, wobei sie eine selbst entwickelte Methode der theoretischen Physik nutzten.



## Protonen-Rennen simuliert

**6. Juni 2012** | Jülicher Forscher haben die Protonenwanderung auf der Zellmembran simuliert, die beispielsweise bei der Bildung von ATP wichtig ist, der Hauptenergiequelle in Zellen. Die Simulation erklärt die hohe Geschwindigkeit der Protonen, die Linzer Kooperationspartner gemessen hatten: Demnach existiert eine bisher unbekannte Grenzschicht, in der sich die Protonen nahezu ungehindert bewegen können, ohne die Bindung zur Membranoberfläche zu verlieren. Die Fachzeitschrift „PNAS“ publiziert die Ergebnisse.



## Günstiger Katalysator

**10. Juni 2012** | Wissenschaftler aus Jülich, Dresden, Berlin, München und Budapest stellen in der Fachzeitschrift „Nature Materials“ eine günstige Alternative zu einem Katalysator aus dem teuren Edelmetall Palladium vor, der eine wichtige Reaktion bei der Produktion von Polyethylen vermittelt. Der neue Katalysator ist eine komplexe intermetallische Verbindung aus Aluminium und Eisen. Unter den Kunststoffen ist Polyethylen derjenige, von dem weltweit die größten Mengen hergestellt werden.

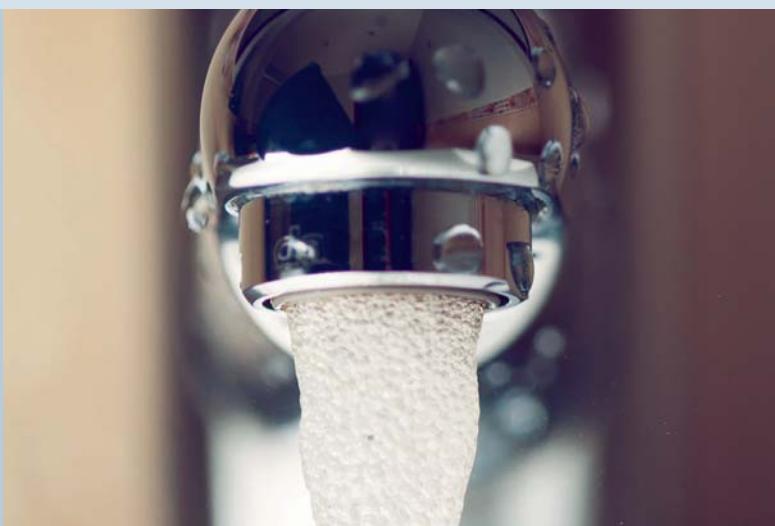


## Wann Dichtungen undicht werden

**19. Juni 2012** | Unter dem Titel „Gummidichtungen halten länger als gedacht“ berichtet „Der Tagesspiegel“ über Simulationen auf Jülicher Superrechnern. Sie hatten ergeben, dass sich nur 42 Prozent der Oberfläche von Dichtung und Anschlussstück direkt berühren müssen, um die Verbindung undurchlässig für Flüssigkeiten abzuschließen – und nicht mindestens 50 Prozent, wie bisherige Theorien vermuten ließen.

## ◀ Hämoglobin im Neutronenstrahl

**13. Juni 2012** | Hämoglobin in den roten Blutkörperchen transportiert Sauerstoff von der Lunge in den gesamten Körper, beim Menschen ebenso wie beim Huhn, Krokodil oder Schnabeltier. Wie Neutronenstrahlmessungen eines internationalen Teams um den Jülicher Forscher Dr. Andreas Stadler zeigen, sind die Hämoglobine dieser Lebewesen unterschiedlich flexibel. Dadurch sind sie optimal an die ungleichen Körpertemperaturen angepasst, die beim Schnabeltier 33 Grad Celsius und beim Huhn 42,8 Grad Celsius betragen. Die Ergebnisse erscheinen in der Fachzeitschrift „Journal of the Royal Society Interface“.

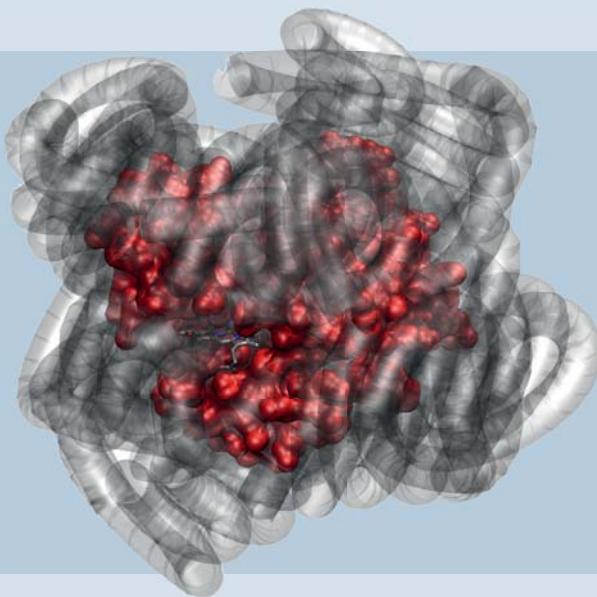


## ◀ Angriff auf Tuberkulose-Erreger

**25. Juni 2012** | Biotechnologen aus Jülich und Birmingham haben die Struktur eines Enzyms entschlüsselt, das für Tuberkulose-Erreger unverzichtbar ist. Wie die Forscher in der Fachzeitschrift „PNAS“ schreiben, identifizierten sie dabei zwei Regionen, an denen die Vertreter einer neuen Gruppe von Antibiotika angreifen. Die Erreger der Tuberkulose, einer der weltweit häufigsten Infektionskrankheiten, werden gegenüber gängigen Antibiotika zunehmend resistent.

## Mission Klimaforschung erfüllt

**23. Juli 2012** | Der Zeppelin NT landet in Friedrichshafen, nachdem er in zwei Kampagnen rund sieben Wochen lang die Luftqualität über den Niederlanden und dem Mittelmeerraum gemessen hat. Das Forschungszentrum Jülich hat die Messkampagnen koordiniert, die Teil des EU-Projekts PEGASOS sind. Die Wissenschaftler konnten viele hochqualitative Daten sammeln, die neue Erkenntnisse zum Prozess der Partikelbildung und der Selbstreinigung der Atmosphäre erwarten lassen.

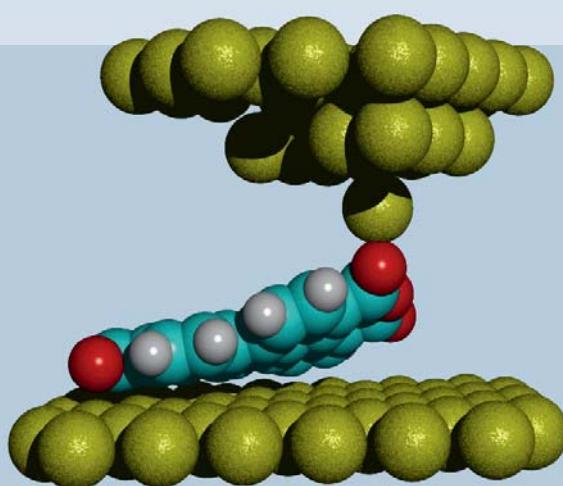
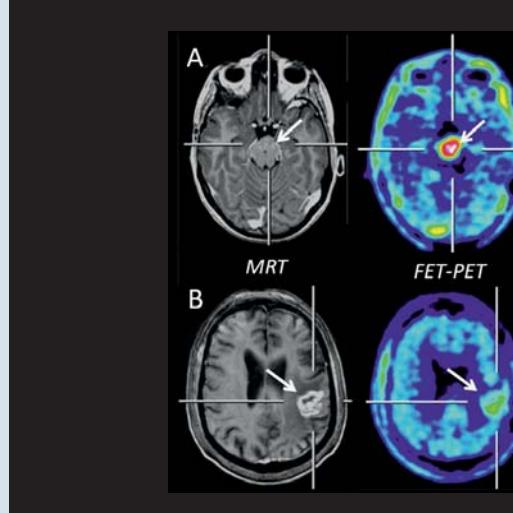


## Hirnmetastasen auf der Spur

**7. August 2012** | Bösartige Tumoren wie Lungen- oder Mammakarzinome verursachen häufig Metastasen im Gehirn. Werden diese durch Bestrahlungen bekämpft, kann es anschließend zu strahlenbedingten Veränderungen im Gewebe kommen. Jülicher, Aachener und Kölner Wissenschaftler publizieren dazu im „Journal of Nuclear Medicine“ eine Patientenstudie: Sie zeigt, dass sich die Strahlenschäden mit Hilfe des diagnostischen FET-PET-Verfahrens von einem erneuten Metastasenwachstum unterscheiden lassen.

## ◀ Biologisch aktiv ohne Wasser

**2. August 2012** | Proteine sind winzige biologische Maschinen, die Prozesse in Zellen katalysieren oder Gewebe stützen. Die Fachzeitschrift „JACS“ veröffentlicht die Ergebnisse eines internationalen Forscherteams, das unter anderem mit Hilfe von Jülicher Messinstrumenten an Neutronenstrahlquellen gezeigt hatte, warum Proteine in einer Polymerhülle auch ohne Wasser funktionieren: Diese können sich ähnlich bewegen wie Proteine, die von einer Schicht Wasser bedeckt sind.



## ◀ Kraftmesser für Moleküle

**16. August 2012** | Jülicher Wissenschaftler präsentieren in der Fachzeitschrift „Physical Review Letters“ eine Möglichkeit, mit einem Rasterkraftmikroskop die winzige Haftkraft einzelner Moleküle an einer Oberfläche experimentell zu ermitteln. Mit ihrer Methode gelang es ihnen, den Anteil der Van-der-Waals-Kräfte und anderer Bindungstypen präzise zu bestimmen.



## Gestärkte Energieforschung

**29. August 2012** | Das Forschungszentrum Jülich koordiniert die Helmholtz Energy Materials Characterization Platform (HEMCP), für die es vom Bundesforschungsministerium Projektmittel in Höhe von 6,5 Millionen Euro erhält. Die sechs Forschungseinrichtungen, die an der HEMCP beteiligt sind, werden innovative Materialien für effiziente Energiewandlungstechnologien und neue Energiespeicher untersuchen – vor allem mit Methoden, die über strukturelle, elektronische und chemische Eigenschaften unter Betriebsbedingungen Auskunft geben.

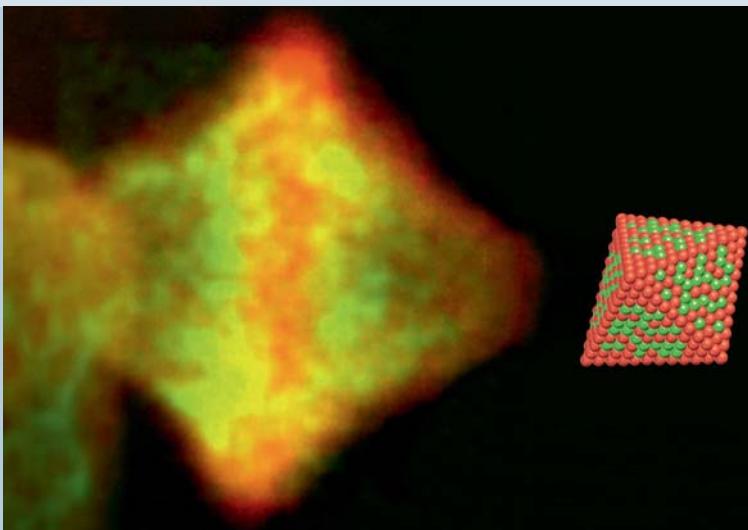


## Wie Halbleiter magnetisch werden

**14. Oktober 2012** | Ein internationales Team, zu dem Jülicher Physiker gehören, beantwortet in der Fachzeitschrift „Nature Materials“ die Frage, wie der Magnetismus in dem Halbleiter Galliummanganarsenid bei tiefen Temperaturen entsteht. Sie hatten ihn dazu an der weltweit stärksten Synchrotronanlage in Japan mit einer innovativen Methode untersucht. Diese könnte auch bei der Suche nach Materialien helfen, die bei Raumtemperatur halbleitend und magnetisch und somit für eine künftige Informationstechnologie interessant sind.

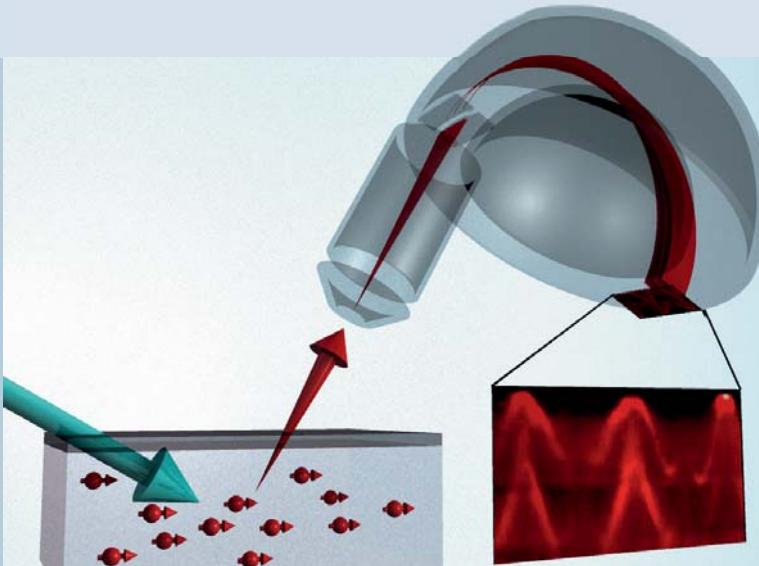
## ► Neues Forschungsflugzeug

**20. August 2012** | Bei einem Festakt in Oberpfaffenhofen wird das Forschungsflugzeug HALO offiziell in Dienst gestellt. Mit dabei ist der Jülicher Forscher Prof. Andreas Wahner, Leiter des wissenschaftlichen Lenkungsausschusses von HALO. Im Anschluss startet der erste von sechs Flügen der Mission TACTS. Drei Jülicher Messinstrumente sind Teil der Mission, bei der das Vorkommen wichtiger Treibhausgase und deren Austausch in der Atmosphäre studiert werden („Über den Wolken – grenzenlose Klimaforschung“, S. 63).



## ► Dauertest gestartet

**6. September 2012** | Jülicher Forscher nehmen ein neues 20-Kilowatt-Demonstrationssystem für Blockheizkraftwerke mit oxidkeramischen Brennstoffzellen in Betrieb. Solche Anlagen können mit einem deutlich höheren Gesamtwirkungsgrad als große Kraftwerke Strom und Wärme für Wohnhäuser und Industriegebäude produzieren. Die Anlage soll sich zunächst bei konstanter Leistung in mehreren Tausend Stunden Dauerbetrieb bewähren, bevor dynamische Tests mit Lastwechseln folgen.



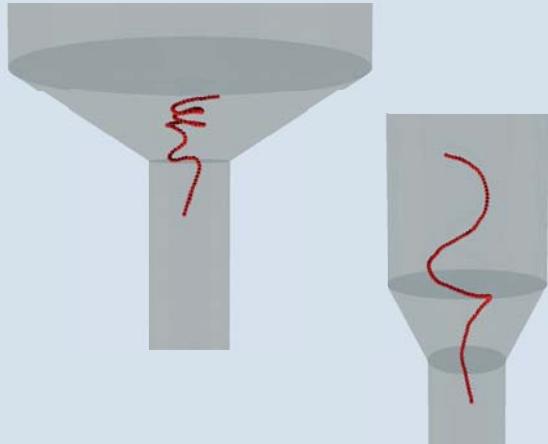


## Molekulare Spiralen

**24. Oktober 2012** | Fadenförmige Moleküle wie die DNS kringeln sich zu Spiralen, wenn sie durch mikroskopisch kleine Kanäle fließen. Welche Kräfte diese Verformung bewirken, erläutern Jülicher Wissenschaftler in der Fachzeitschrift „Physical Review Letters“. Das Strömungsverhalten solcher Moleküle zu verstehen, ist beispielsweise wichtig für die Entwicklung medizinischer Testplättchen, mit denen winzige Mengen Blut kostengünstig untersucht werden können.

## ◀ Wo Koffein wirkt

**23. Oktober 2012** | „Die Welt“ und andere Zeitungen informieren über die Ergebnisse Jülicher Forscher: Diese haben nachgewiesen, dass Koffein seine anregende Wirkung vor allem in Arealen des Großhirns entfaltet, die für komplexe kognitive Assoziations- und Bewertungsprozesse zuständig sind. Im Mittelpunkt der Berichterstattung steht dabei, dass Koffein damit in den Gehirnregionen wirkt, die auch bei der Alzheimer-Krankheit betroffen sind.

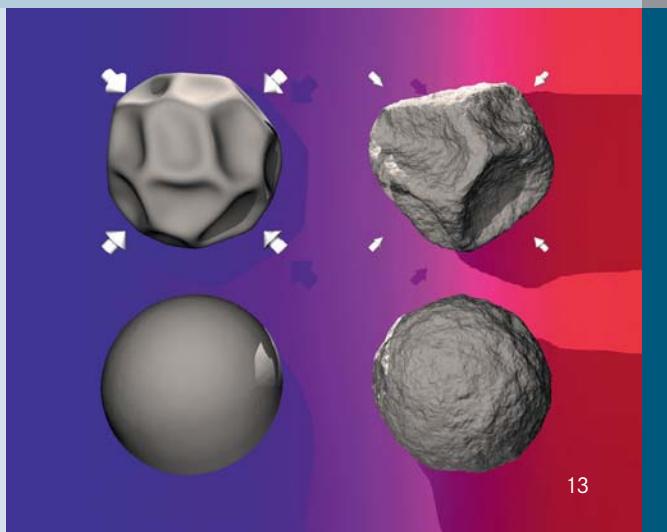


## Wärmekollaps berechnet

**12. November 2012** | Kapseln mit einem Durchmesser von wenigen Mikro- oder Nanometern gelten als mögliche Transporter, die Arzneistoffe im Körper gezielt zu einem Organ bringen können. Computersimulationen zufolge, die Wissenschaftler aus Jülich und Harvard in der Fachzeitschrift „PNAS“ beschreiben, beeinträchtigen wärmebedingte Molekularbewegungen die Stabilität solcher Kapseln, die daher unter Druck schneller kollabieren als bisher vorhergesagt.

## ◀ Festvortrag

**12. November 2012** | 300 Gäste aus Politik, Wissenschaft und Industrie hören im Rheinischen Landesmuseum in Bonn den Jülicher Festvortrag zum Jahresabschluss. Prof. Thomas Lippert zeigt ihnen auf, wie Höchstleistungsrechner die Wissenschaft verändert haben und welche neuen Erkenntnisse die Supercomputer ermöglichen. Als Brücke zwischen Theorie und Praxis sind Computersimulationen unter anderem aus der Klima-, Energie- und Hirnforschung nicht mehr wegzudenken.



## Klimakiller Ruß

**23. Januar 2013** | Schwarzer Kohlenstoff, auch Ruß genannt, beeinflusst den Klimawandel fast doppelt so stark wie bislang angenommen. Die „Neue Zürcher Zeitung“ und weitere Medien berichten über diese Erkenntnis einer internationalen Forschergruppe, an der auch das Forschungszentrum Jülich beteiligt ist. Nur Kohlendioxid ist für die vom Menschen verursachte Klimaerwärmung bedeutsamer als Ruß.

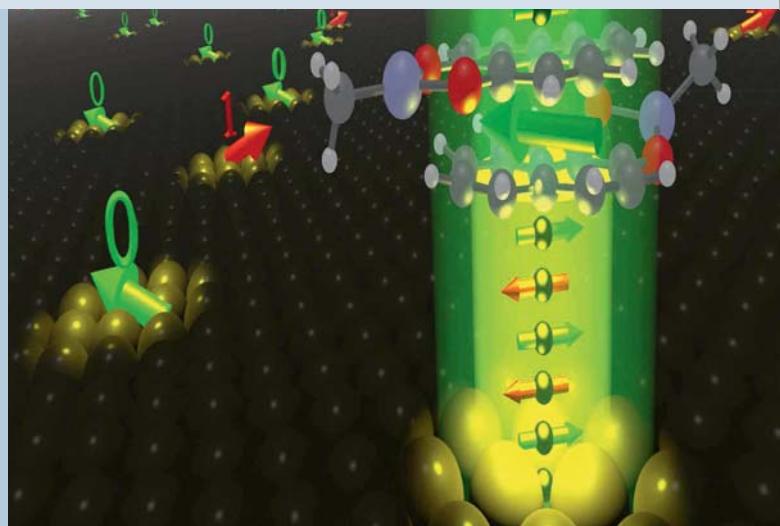


## Molekulare Magnete

**24. Januar 2013** | Die Zeitschrift „Nature“ veröffentlicht die Ergebnisse eines internationalen Forscherteams, darunter drei Jülicher Physiker. Die Wissenschaftler haben ein dünnes Schichtsystem aus Kobalt und organischen Molekülen hergestellt, das zur Speicherung von Informationen mittels Magnetismus dienen kann. Damit nähern sie sich der Vision einer molekularen Spintronik an, die einmal die aktuelle Informationstechnologie ablösen könnte (siehe auch „Das Design molekularer Datenspeicher“, S. 32).

## Netzwerk für Pflanzenforschung

**23. Januar 2013** | Thomas Rachel, Parlamentarischer Staatssekretär im Bundesforschungsministerium, überreicht zum Start des Deutschen Pflanzen Phänotypisierungs-Netzwerkes (DPPN) Förderbescheide über 35 Millionen Euro. Neben dem Forschungszentrum Jülich gehören zum DPPN das Helmholtz-Zentrum München und das IPK Gatersleben. Im Netzwerk wollen die Partner vor allem nicht-invasive Technologien für Pflanzenforschung und Züchtung entwickeln.



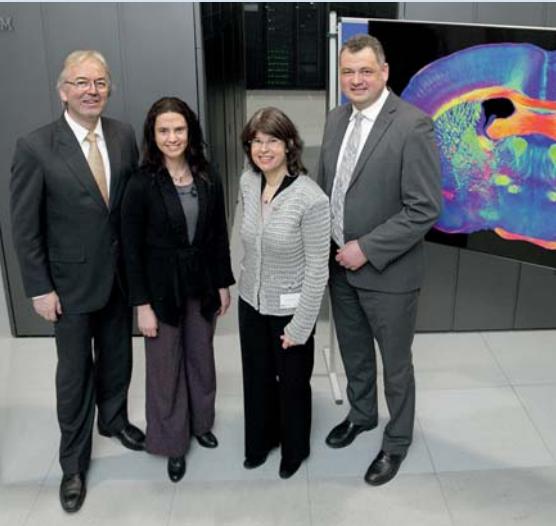
## Europas schnellster Rechner

**14. Februar 2013** | Der Superrechner JUQUEEN wird in Jülich mit einem Festakt eingeweiht. Er kommt auf eine maximale Leistung von rund 6 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde und ist damit beim Start der schnellste Supercomputer Europas. Zudem ist er einer der weltweit energieeffizientesten Superrechner. Finanziert hat ihn die Helmholtz-Gemeinschaft und – zu gleichen Teilen aus Bundes- und Landesmitteln – das Gauss Centre for Supercomputing.



## Umweltfreundliches Stromaggregat ▶

**19. Februar 2013** | Jülicher Wissenschaftler stellen ein System mit Hochtemperatur-Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen vor, das LKW besonders effizient, umweltschonend und leise mit Strom versorgen kann. Betrieben mit Diesel oder Kerosin, lieferte es bei Tests eine elektrische Leistung von 5 Kilowatt. Fernverkehr-Trucks oder Kühlwagen für Gefriergut verbrauchen unter anderem für die Klimatisierung mit 3 bis 10 Kilowatt so viel Energie wie ein Mehrfamilienhaus.

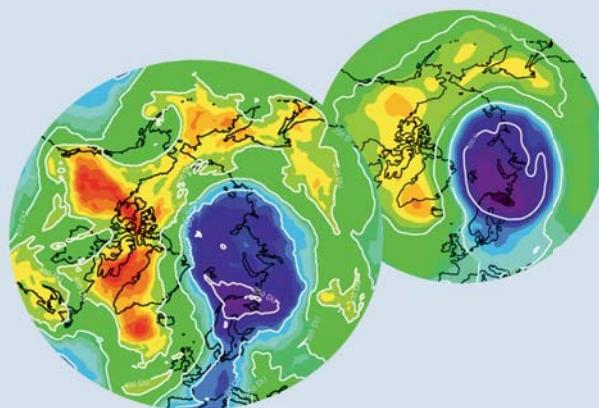


## Ozonschicht erholt sich ▶

**28. Februar 2013** | Eines der zentralen Ergebnisse des nun abgeschlossenen EU-Projektes RECONCILE ist eine gute Nachricht: Die Ozonschicht über dem Nordpol wird sich nach heutigem Ermessen bis Ende des Jahrhunderts erholt haben. Vier Jahre lang hatten Jülicher Wissenschaftler und ihre Kollegen von 35 Forschungseinrichtungen und Universitäten aus 14 Ländern den chemischen Prozess der Ozonzerstörung im Detail untersucht.

## ◀ Neue Simulationslabore

**26. Februar 2013** | Das Simulation Laboratory (SimLab) Terrestrial Systems nimmt seine Arbeit auf, nachdem im Januar schon das Simulation Laboratory Neuroscience eingeweiht wurde. In dem einen SimLab sind Jülicher Geowissenschaftler, in dem anderen Hirnforscher organisiert, die zugleich an Simulationsmethoden und Algorithmen für Supercomputer forschen. Vor allem aber helfen sie Wissenschaftlern des jeweils anderen Fachs, die Supercomputer optimal zu nutzen.



## ◀ PET-Zentrum eröffnet

**7. März 2013** | Das neue Jülicher Zentrum für Positronen-emissionstomografie (PET) wird eingeweiht. Es vereinigt Wissenschaftler, Ärzte und Patienten unter einem Dach und bringt Ergebnisse aus der Hirnforschung schnell in den klinischen Alltag. Die PET liefert Bilder vom Gehirn, die beispielsweise bei der Früherkennung von Alzheimer, der verbesserten Diagnose von Tumoren und der Entwicklung neuer Wirkstoffe helfen können.



# Highlight Energieforschung

- 18 Batterien der nächsten Generation
- 20 Innovativer Werkstoff für die Brennstoffzelle
- 21 Smartes Material für Solarzellen
- 22 Laden ab Mitternacht – Studie zur Elektromobilität
- 23 Kraftstoffe aus Ökostrom, Kohlendioxid und Wasser





*Das Silizium im Sand und der Sauerstoff im Luftballon: Prof. Rüdiger Eichel zeigt symbolisch, wie allgegenwärtig die Rohstoffe für die Silizium-Luft-Batterie sind.*

## Batterien der nächsten Generation

Lithium-Ionen-Akkus sind gegenwärtig noch das Maß aller Dinge, wenn es darum geht, möglichst viel Energie in möglichst wenig Material zu speichern. Jülicher Wissenschaftler entwickeln umweltfreundliche und robuste Batterien, die noch höhere Energiedichten haben – und ohne knappe Rohstoffe auskommen.

**N**eue Batterietypen, die leistungsfähiger sind als die heutigen, sind der Schlüssel für unsere künftige Energieversorgung. Denn Windkraft- und Solaranlagen erzeugen Strom nach Wetterlage und nicht nach Bedarf, so dass der Ausbau der erneuerbaren Energien darauf angewiesen ist, große Energiemengen zu speichern und schnell wieder bereitzustellen. Die Lithium-Luft-Batterie ist ein Kandidat für einen solchen Energiespeicher, denn sie kann theoretisch die 50-fache Energiedichte heutiger Lithium-Ionen-Akkus erreichen.

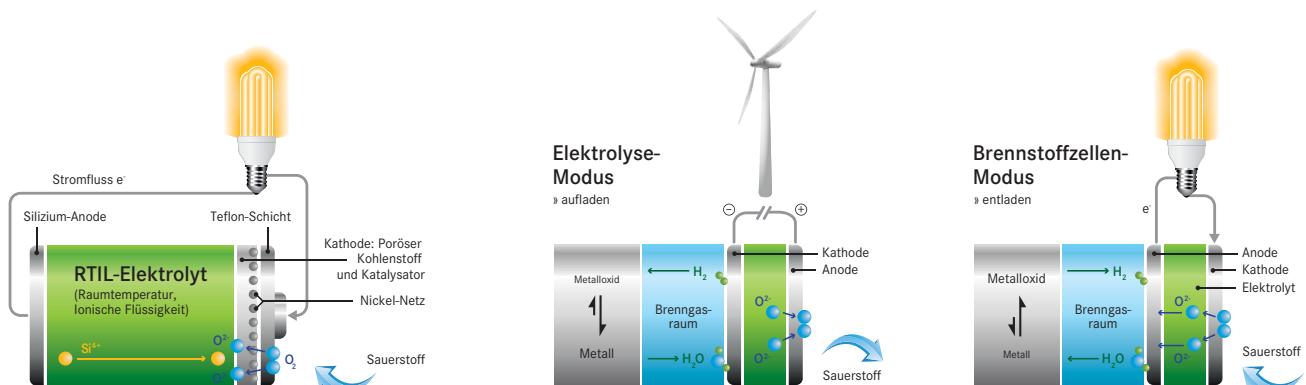
„Doch die Verwendung von Lithium bereitet einige Schwierigkeiten: Es reagiert heftig mit Luftfeuchtigkeit oder Wasser. Außerdem ist das Metall ein knapper Rohstoff, der sich bei stark steigender Nachfrage rasch verteuern wird“, sagt der Jülicher Wissenschaftler Prof. Rüdiger Eichel. Hier sieht er wesentliche Vorteile für eine Alternative:

die Silizium-Luft-Batterie. Silizium wird aus Sand gewonnen und ist praktisch unbegrenzt verfügbar. Die Silizium-Luft-Batterie besteht aus ungiftigen und umweltverträglichen Komponenten: Der eine Pol, die Anode, ist aus Silizium. Am anderen Pol, der Kathode, wird molekularer Sauerstoff zu Sauerstoff-Ionen „reduziert“, wie es in der Fachsprache heißt (siehe Grafik). Der Sauerstoff muss nicht in der Batterie mitgeführt werden, sondern wird beim Entladevorgang aus der umgebenden Luft aufgenommen. Daher ist eine solche Batterie kleiner und leichter als eine konventionelle Batterie und kann viel Energie auf geringem Raum speichern.

Um das Potenzial dieses neuen Batterietyps voll auszuschöpfen, müssen die Wissenschaftler noch einige Hürden meistern. Eichel und sein Team vom Bereich „Grundlagen der Elektrochemie“ des Instituts für Energie- und Klimaforschung arbeiten eng mit den Erfindern

der Silizium-Luft-Batterie vom Israelischen Institut für Technologie – Technion – zusammen. Die Jülicher Wissenschaftler erkunden vor allem die Reaktionen im Inneren der Batterie, die dazu führen, dass diese bei der Entladung noch nicht so viel Energie liefert, wie theoretisch zu erwarten wäre. Dabei fanden sie heraus: Mangandioxid, das bislang als Katalysator an der Kathode eingesetzt wird, reagiert mit dem flüssigen Elektrolyten der Batterie. Mit zwei unerwünschten Folgen: Erstens verlieren die Katalysator-Teilchen an Aktivität. Zweitens vergrößern sie sich und verstopfen dadurch wahrscheinlich die Poren der Elektrode, so dass weniger Sauerstoff hindurchgelangen kann. Inzwischen haben die Wissenschaftler in Tricobalttetroxid ( $\text{Co}_3\text{O}_4$ ) einen leistungsfähigeren Katalysator gefunden.

Noch eine weitere – sehr überraschende – Erkenntnis haben die Forscher aus Jülich und Haifa gewonnen. „Bislang



## Silizium-Luft-Batterie

Beim Entladen wird Silizium zu Silizium-Ionen oxidiert. Dabei frei werdende Elektronen fließen von der Silizium-Anode durch ein Stromkabel bis zu einem Nickel-Netz in der Kathode. Dort wird molekularer Sauerstoff zu Sauerstoff-Ionen reduziert. Zugleich wandern Silizium-Ionen durch eine ionische Flüssigkeit und reagieren an der Kathode mit Sauerstoff-Ionen zu Siliziumdioxid.

galt es als sicher, dass es vor allem an der Kathode liegt, wenn Metall-Luft-Batterien nicht wie gewünscht funktionieren“, sagt Eichel. Doch die Wissenschaftler fanden heraus, dass es bei der Silizium-Luft-Batterie vor allem Vorgänge an der Silizium-Anode sind, die derzeit die Entladung der Batterie hemmen. Damit ist nun ein gänzlich neuer Ansatzpunkt für Verbesserungen gefunden.

### Die Hochtemperatur-Batterie

Jülicher Wissenschaftler des Instituts für Energie- und Klimaforschung arbeiten noch an einem weiteren innovativen Energiespeicher. Er verspricht ähnliche Vorteile wie die Silizium-Luft-Batterie: Die Materialien sind kostengünstig und ungefährlich, die Speicherdichte ist hoch, Sauerstoff wird beim Entladen der Umgebungsluft entzogen und beim Laden an diese wieder zurückgegeben.

Doch dieser Energiespeicher mittlerer und hoher Kapazität unterscheidet sich erheblich von der Silizium-Luft-Batterie. Grundlage des Konzeptes sind Hochtemperatur-Brennstoffzellen, wie sie in Jülich seit langem entwickelt und gebaut werden. Diese sollen in der künftigen Hochtemperatur-Metall-Metalloxid-Batterie nicht nur im üblichen Betriebsmodus laufen, bei dem sie chemische Energie direkt und effektiv in

## Hochtemperatur-Metall-Metalloxid-Batterie

Beim Aufladen der Batterie (linkes Bild) mit Strom aus zum Beispiel überschüssiger Windenergie wird das Metalloxid zu Metall reduziert und der Wasserstoff oxidiert. Die von außen angelegte elektrische Spannung „treibt“ den dabei entstehenden Wasserdampf zur Kathode. Dort wird er zu Wasserstoff reduziert. Die Sauerstoff-Ionen wandern über den Elektrolyten zur Anode. Dort bildet sich molekularer Sauerstoff, den die Batterie an die Umgebungsluft abgibt. Beim Entladen (rechtes Bild) laufen die Vorgänge umgekehrt ab: Die Batterie nimmt Sauerstoff auf und die Sauerstoff-Ionen wandern zur Brenngaselektrode. Dort wird Wasserstoff zu Wasser oxidiert und der Sauerstoffpartialdruck im geschlossenen Brenngasraum steigt. Dadurch oxidiert das Metall.

Strom umwandeln. Sondern sie sollen auch umgekehrt – im sogenannten Elektrolyse-Modus – Strom, den etwa Windkraftanlagen zeitweilig überschüssig produzieren, in chemische Energie umwandeln. Diese chemische Energie kann dann gespeichert werden, indem ein Metalloxid zu einem Metall reduziert wird. Beim Entladen der Batterie reagiert das Metall des Speichers mit Sauerstoff zurück zum Metalloxid und das System liefert im Brennstoffzellen-Modus Strom. Damit die Lade- und Entladevorgänge ablaufen können, muss die Batterie bei mehr als 650 Grad Celsius betrieben werden.

Gefördert vom Bundesforschungsministerium, läuft seit September 2012 das

Forschungsprojekt MeMO (Elektrochemische Metall-Metalloxid-Hochtemperaturspeicher für zentrale und dezentrale stationäre Anwendungen), in dem diese Speichertechnologie entwickelt wird. Inzwischen haben die Jülicher Wissenschaftler schon verschiedene Materialien und Bauweisen für den Metall-Metalloxid-Speicher getestet und einige besonders geeignete Kombinationen identifiziert. „Außerdem haben wir bereits Speicher in Brennstoffzellen-Stacks eingebaut und gezeigt, dass sie grundsätzlich funktionieren und mehrfach geladen und entladen werden können“, freut sich Projektkoordinator Dr. Norbert H. Menzler vom Bereich „Werkstoffsynthese und Herstellungsverfahren“.

*Der Parlamentarische Staatssekretär im Bundesforschungsministerium Thomas Rachel (3. v. li.), das Jülicher Vorstandsmitglied Prof. Harald Bolt (2. v. li.) sowie Dr. Hans Peter Buchkremer (li.) und Dr. Norbert Menzler (re.) vom Institut für Energie- und Klimaforschung beim Start des Projektes MeMO.*



# Innovativer Werkstoff für die Brennstoffzelle

Um Festoxid-Brennstoffzellen miteinander zu Systemen zu koppeln, die effizient und klimafreundlich Strom produzieren, sind spezielle Verbindungsplatten nötig. Jülicher Wissenschaftler haben gemeinsam mit dem Unternehmen Outokumpu VDM ein Material entwickelt, mit dem sich alle Ansprüche erfüllen lassen, die an diese Interkonnektoren gestellt werden. Dafür erhielten die Partner den Stahl-Innovationspreis 2012.



*Interkonnektoren verbinden einzelne planare Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC) zu einem Stapel, einem sogenannten Stack. Dieser hier hat eine Leistung von 5 Kilowatt.*

Festoxid-Brennstoffzellen (Solid Oxide Fuel Cells, SOFC) haben einen hohen Wirkungsgrad: Sie wandeln mehr als die Hälfte der Energie, die in Erdgas oder Wasserstoff enthalten ist, in Strom um. Jülicher Forscher treiben den praktischen Einsatz dieser ressourcenschonenden und klimafreundlichen Energietechnologie voran: So haben sie ein Demonstrationsystem für SOFC-Blockheizkraftwerke entwickelt und 2012 in Betrieb genommen. Blockheizkraftwerke dienen dazu, dezentral und effizient Strom und Wärme für Wohnhäuser und Industriegebäude zu erzeugen. SOFC sind auch aussichtsreiche Kandidaten für die Stromversorgung von Lkws, Autos oder Schiffen.

Damit solche Systeme ausreichend hohe Spannungen erzeugen, werden die SOFC darin elektrisch in Reihe geschaltet. Leitfähige Interkonnektorplatten ver-

binden die Zellen miteinander und geben dem System die notwendige mechanische Stabilität. 2001 begannen Prof. Willem Quadakkers vom Jülicher Institut für Energie- und Klimateforschung und das Unternehmen Outokumpu VDM zusammenzuarbeiten, um einen Werkstoff für die Interkonnektoren zu finden, der bei Arbeitstemperaturen zwischen 700 und 900 Grad Celsius über Tausende Betriebsstunden hinweg möglichst gut funktioniert. Tatsächlich gelang es den Forschungspartnern schnell, einen Stahl zu entwickeln, der sich bei Hitze ähnlich ausdehnt wie der SOFC-Elektrolyt und zudem eine elektrisch leitfähige Schutzschicht ausbildet. Outokumpu VDM marktet den Stahl unter dem Namen Crofer® 22 APU. Wesentlicher Nachteil: Weil er nur sehr geringe Mengen Silizium enthalten darf, muss er mittels teurer Vakuumtechnologie erschmolzen werden.

„Um dieses Manko zu beseitigen, verfielen wir auf einen metallurgischen Trick“, berichtet Quadakkers. Die Forscher erhöhten den Anteil an Silizium in der Stahllegierung, aber zugleich setzten sie geringe Mengen Niob und Wolfram zu. Zusammen bilden die drei Elemente eine spezielle Verbindung, die sich im Stahl als Ausscheidung sehr fein verteilt. „Das wirkt sich gleich zweifach positiv aus“, sagt Quadakkers. Erstens verbessern die Ausscheidungen noch einmal die Hochtemperatur-Festigkeit des Stahls. Zweitens wird die schädliche innere Oxidation des Siliziums unterdrückt. Dadurch kann der Stahl so viel Silizium enthalten, dass er mit gängigem Schmelzverfahren produziert werden kann. Inzwischen ist er als Crofer® 22 H auf dem Markt.



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

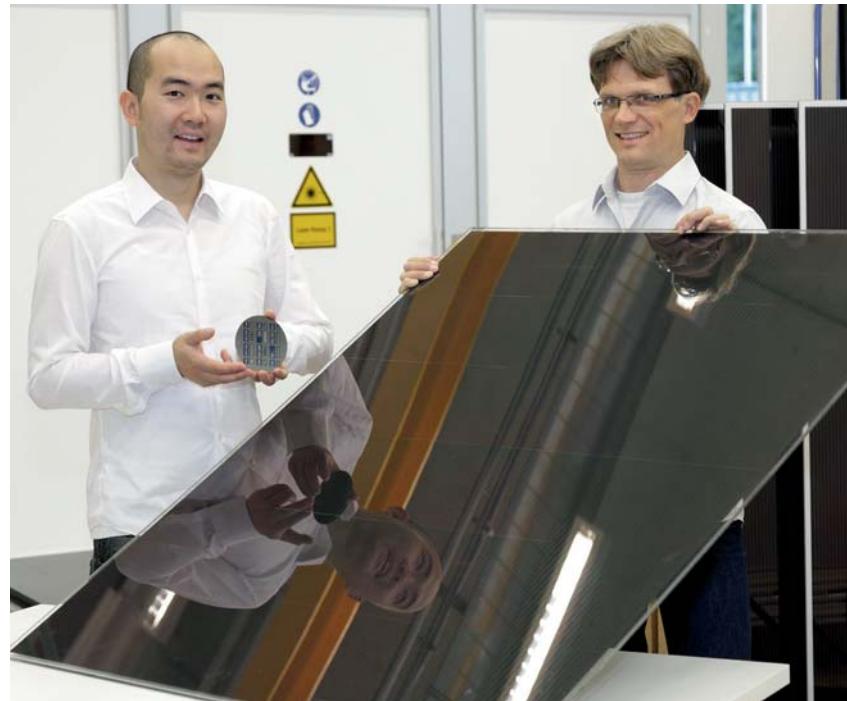
# Smartes Material für Solarzellen

Das perfekte Material für viele Schichten in einer Solarzelle wäre elektrisch leitfähig wie Silizium und zugleich lichtdurchlässig wie Quarzglas. Jülicher Wissenschaftler bauen in ihre Hightech-Solarzellen eine Stoffmischung ein, die diesem Ideal besonders nahekommt.

Ende 2012 kostete die Erzeugung einer Kilowattstunde Solarstrom bereits unter 20 Cent und damit weniger, als Haushalte durchschnittlich für diese Strommenge bezahlen. Um die Kosten weiter zu senken, arbeiten Forscher weltweit daran, Material und Energie bei der Solarzellenproduktion einzusparen und die Stromausbeute zu verbessern. Dabei verfolgen sie verschiedene Konzepte, darunter Dünnschicht- und Wafer-Solarzellen. Wissenschaftler vom Jülicher Institut für Energie- und Klimaforschung konnten im letzten Jahr zeigen, dass beide Zelltypen von einem innovativen Material profitieren.

Dabei handelt es sich um eine Mischung aus mikrokristallinem Silizium und amorphem Siliziumoxid. Mikrokristalline Stoffe bestehen aus winzigen Kristallen, in denen die Atome regelmäßig angeordnet sind, während es in amorphen Materialien keine regelmäßige Struktur gibt. „Nach unseren Untersuchungen enthalten Schichten der Materialmischung so etwas wie Kanäle aus mikrokristallinem Silizium, die den Strom leiten, während das amorphe Siliziumoxid für die hohe Lichtdurchlässigkeit der Schichten verantwortlich ist“, sagt der Jülicher Photovoltaik-Experte Dr. Friedhelm Finger.

Silizium-Siliziumoxid-Mischungen können im Zwischenreflektor und in denjenigen halbleitenden Schichten einer Dünnschicht-Solarzelle eingesetzt werden, in denen geringste Mengen Fremdatome wie Bor oder Phosphor die Zahl der beweglichen elektrischen Ladungsträger erhöhen. Diese sogenannten dotierten Schichten umschließen wie ein Sandwich eine halbleitende Schicht ohne Fremdatome. Und je mehr Licht sie auf diese mittlere Schicht



*Kaining Ding (links) mit dem Prototypen einer kleinen Wafer-Solarzelle, die Schichten aus einer innovativen Materialmischung enthält. Von diesem Material könnten künftig auch Dünnschicht-Solarmodule (im Vordergrund) profitieren.*

durchlassen, desto besser. Die Jülicher Forscher haben nachgewiesen, dass sich in dieser Hinsicht das innovative Material vorteilhaft auswirkt. Sie haben außerdem mehrere Dutzend Dünnschicht-Solarzellen mit dem Material gefertigt und deren stabilen Wirkungsgrad bestimmt – ein Maß dafür, wie effektiv eine Zelle im Dauerbetrieb Licht in Strom umwandelt. Mit einem Wert von 11,8 Prozent schnitten diese Solarzellen deutlich besser ab als baugleiche Jülicher Zellen ohne das neue Material oder als kommerziell erhältliche Module, die höchstens 10 Prozent erreichen.

Der Bau von Solarzellen mit kristallinen Silizium-Wafern erfordert zwar mehr Material und Energie als Dünns-

schicht-Solarzellen, doch erzielen sie weitaus höhere Wirkungsgrade. Mit einer speziellen Bauform, die Fachleute unter dem Kürzel HIT kennen (Heterojunction with Intrinsic Thin Layer), erreichten Jülicher Wissenschaftler 2012 einen maximalen Wirkungsgrad von 19 Prozent. Alle Kontaktsschichten bestanden dabei aus der innovativen Materialmischung. „Das zeigt das Potenzial der Siliziumoxid-Materialien“, betont Fingers Kollege Kaining Ding. Zumal noch längst nicht alle Möglichkeiten ausgeschöpft seien, den Wirkungsgrad zu steigern, etwa durch eine Texturierung der Wafer-Oberfläche.

# Laden ab Mitternacht – Studie zur Elektromobilität

Ein Team um den Jülicher Wissenschaftler Jochen Linßen hat ein schlüssiges Szenario der künftigen Energieversorgung entwickelt, um die Integration von Elektroautos in das deutsche Stromnetz zu untersuchen. 2012 stellten die Wissenschaftler ihren Abschlussbericht vor.

**D**ie derzeitige Bundesregierung setzt auf Elektrofahrzeuge, um den Klimaschutz voranzubringen. Sie sieht vor, dass die Deutschen im Jahr 2020 eine Million und 2030 sechs Millionen Elektroautos fahren. Jülicher Experten für Energiesystemanalyse haben gemeinsam mit Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft im Projekt NET-ELAN untersucht, wie sich diese politische Zielvorgabe auf Stromnetze, Energiewirtschaft und Klima auswirken würde.

2030 werden im gesamten Verkehr dank des Elektrofahrzeug-Einsatzes knapp 5 Prozent weniger Mineralölprodukte verbraucht, ergab die Studie.

*Dr. Jochen Linßen,  
Experte für Energiesystemanalysen vom  
Forschungszentrum Jülich*

Die Folge: Der Ausstoß des Treibhausgases CO<sub>2</sub> in Deutschland verringert sich um 5 bis 11 Millionen Tonnen. „Die Spannbreite bei dieser Angabe ist hauptsächlich zurückzuführen auf den wetterbedingt schwankenden Anteil der Windenergie am Strom, mit dem die Batterien der Elektrofahrzeuge aufgeladen werden“, erläutert Dr. Jochen Linßen vom Institut für Energie- und Klimaforschung, Hauptautor des NET-ELAN-Abschlussberichtes.

Darüber hinaus belegt die Studie, an der außerdem Wissenschaftler der TU Berlin, des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, des Ford Forschungszentrums Aachen sowie der Vattenfall Europe AG beteiligt waren: Der Markteintritt von Elektroautos, wie ihn die Bundesregierung anstrebt, lässt sich technisch umsetzen. Werden die Autos gezielt zu bestimmten Zeiten aufgeladen, muss Deutschland keine zusätzli-



*Werden die Elektroautos auf deutschen Straßen im Jahr 2030 ihren Ladestrom aus zeitweilig überschüssiger Windenergie beziehen können? Die NET-ELAN-Studie liefert eine Antwort.*

chen Kraftwerke bauen und die Übertragungsnetze nicht anpassen.

In anderer Hinsicht wird die Kapazität des bislang geplanten Netzes jedoch nicht reichen. Es wird überschüssigen Strom aus Windenergie nur zum Teil zu den Verbrauchsschwerpunkten und somit zu den Ladestellen der Elektroautos übertragen können. Dieser überschüssige Strom stammt von geplanten Windparks an Land und in der Nord- und Ostsee. Sie werden an windreichen Tagen mehr Strom produzieren als unmittelbar benötigt wird. Während windärmer Zeiten werden sie dagegen den Bedarf nicht decken können.

Die Studie zeigt jedoch einen Weg, damit Elektroautos im Jahr 2030 immerhin bis zu 60 Prozent des Ladestroms aus sonst ungenutzter Windenergie beziehen können. Neben dem Netzausbau an Engpassen ist folgende Strategie hilfreich: Das Laden der Elektroautos sollte gleichmäßig auf die Nachtstunden zwischen 0 und 6 Uhr verteilt werden. Dann sind die Netze nur schwach ausgelastet, die Stromnachfrage gering und die wahrscheinlichen Überschüsse aus der Windenergie besonders hoch.



# Kraftstoffe aus Ökostrom, Kohlendioxid und Wasser

Die sunfire GmbH, Dresden, entwickelt ein Verfahren, das erneuerbare Energien nutzt, um aus Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) und Wasser ( $\text{H}_2\text{O}$ ) sehr effizient Benzin, Diesel oder Kerosin herzustellen. Dazu setzt das Unternehmen auf Jülicher Know-how – in einem Verbundprojekt, das vom Bundesforschungsministerium gefördert wird. Ein Interview mit Christian von Olshausen, Technischer Leiter von sunfire.

## Welche Schritte sieht Ihr Verfahren vor, um Kraftstoffe aus Ökostrom, $\text{CO}_2$ und Wasser zu produzieren?

Der erste und wichtigste Schritt ist die Hochtemperatur-Wasserdampfelektrolyse. Dafür entwickeln wir eine Anlage, die mit Strom aus erneuerbaren Quellen Wasserdampf in Wasserstoff und Sauerstoff aufspaltet. Im Vergleich zu einer Aufspaltung von flüssigem Wasser lässt sich so sehr viel Energie einsparen. Im zweiten Schritt wird Kohlendioxid mit dem Wasserstoff zu Kohlenmonoxid ( $\text{CO}$ ) reduziert. Im dritten Schritt synthetisieren wir dann aus  $\text{CO}$  und weiterem Wasserstoff flüssige Kohlenwasserstoffe, also die Kraftstoffe. Dabei wird Wärme frei, die wir nutzen, um wieder Wasserdampf für den ersten Schritt zu erzeugen. Nach dem aktuellen Stand der Technik läge der Wirkungsgrad des gesamten Verfahrens bei rund 50 Prozent, man würde also nur die Hälfte der Elektroenergie in Kraftstoffe überführen. Wir wollen diesen Wirkungsgrad auf

bis zu 70 Prozent steigern, vor allem durch Verbesserungen bei der Wasserdampf-Elektrolyse.

## Worum kümmert sich das Forschungszentrum Jülich?

Das Forschungszentrum entwickelt zusammen mit anderen Partnern die Elektrolysezelle weiter, die auf Hochtemperatur-Brennstoffzellen basiert. Auf diesem Gebiet verfügt Jülich anerkanntermaßen über große Kompetenz. Es geht insbesondere darum, die einzelnen Schichten zu prüfen, aus denen die Zellen aufgebaut sind. Obwohl das Projekt erst 2012 an den Start ging, haben wir mit Jülicher Unterstützung schon viel erreicht: So konnten wir die Degradation der Zellen, also ihre Leistungsabnahme während des Betriebs, deutlich verringern.

**Aus dem Treibhausgas  $\text{CO}_2$  und erneuerbarer Energie Benzin produzieren – das hört sich gut an. Aber wäre es nicht sinnvoller, direkt den Strom zu verwenden, um damit Elektroautos anzutreiben? Schließlich geht mit jedem zusätzlichen Umwandlungsschritt Energie verloren.**



Wir wollen Elektroantrieben keine Konkurrenz machen, denn natürlich ist es viel besser, die Elektroenergie direkt einzusetzen. Doch zeichnet sich ab, dass es kaum möglich sein wird, Flugzeuge, Schiffe oder Lkw im Fernverkehr mit Energie aus Batterien zu betreiben. Flüssiggaskraftstoffe werden da wegen ihrer besonders hohen Energiedichte auch künftig Vorteile haben.

Durch unser Verfahren, das frühestens um 2020 in Raffineriegröße auf den Markt kommen wird, lässt sich letztlich Strom in Form von Kraftstoffen speichern. Stromspeicher benötigt man dann vermehrt, weil das Stromangebot aufgrund der Energiewende stark schwanken wird.



*Christian von Olshausen,  
Technischer Leiter der  
sunfire GmbH, erläutert die  
Zusammenarbeit mit dem  
Forschungszentrum Jülich.*



# Wissensmanagement

- 26 Unsere Verantwortung:  
Der Zukunftscampus
- 27 Unsere Leistung: Wissen
- 28 Wissen schaffen
- 48 Wissen weitergeben
- 54 Wissen teilen
- 66 Wissen anwenden

# Unsere Verantwortung: der Zukunftscampus

Das Forschungszentrum setzt auf nachhaltige Entwicklung, nicht nur in der Wissenschaft, sondern auch in der alltäglichen Arbeitspraxis. Seine Ziele sind:

- Nachhaltig forschen, also ressourceneffizient arbeiten.
- Forschen für Nachhaltigkeit, also Zukunftsthemen in gesellschaftlicher Verantwortung bearbeiten.
- Forschen mit Nachhaltigkeit, also Themen mit Kontinuität angehen.

**D**ies bewirkt Veränderungen in den Arbeitsbereichen und im Umfeld der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, mit deren aktiver Unterstützung sich das Forschungszentrum Jülich dauerhaft zu einem attraktiven und zukunftsfähigen Ort der Wissenschaft wandeln soll.

Erste Erfolge sind auf dem Campus bereits sichtbar. Dazu gehören:

- energieeffiziente Neubauten mit Büro- und Laborflächen, die teilweise die alte Bausubstanz ersetzen. Das PET-Zentrum, neue Labor-, Büro- und Infrastruktur-Gebäude und ein Erweiterungsbau des Ernst Ruska-Centrums sind Beispiele des neuen Bauens auf dem Campus;
- die Erhöhung der Energieeffizienz, beispielsweise durch ein saniertes Fernwärmenetz und die Umrüstung der Straßenbeleuchtung des Campus auf energiesparende LED-Lampen. Allein hierfür investiert das Forschungszen-

trum Jülich insgesamt 932.000 Euro. Bei einer Stromersparnis von 51 Prozent reduziert sich dadurch der CO<sub>2</sub>-Ausstoß um etwa 146 Tonnen jährlich;

- der fahrradfreundliche Campus mit Schutzstreifen für Fahrradfahrerinnen und -fahrer, neuen Fahradständern und einem ganzjährig nutzbaren Fahrradtör an der bevorzugten Fahrradabbindung nach Jülich. Seit Mai 2012 bietet die Besucherbetreuung Gästen des Forschungszentrums auch eine Radtour zum Thema „Energie und Klima“ an;
- der Neubau des Schülerlabors JuLab. Er wurde mit modernen Energieverbrauchsmessgeräten („Smartmetern“) ausgestattet. Alle Messdaten werden elektronisch erfasst. Ziel der Pilot- und Demoinstallation ist die tägliche Berechnung des „CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks“ bezogen auf die in einem Raum arbeitende Gruppe. Das pädagogische Ziel ist die Förderung eines nachhaltigen

Denkens und Wirtschaftens schon bei Schülerinnen und Schülern;

- das Online-Diskussionsformat „Zukunftscampus-Arena“. Es lädt Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zur Diskussion über nachhaltige Entwicklungen auf dem Campus und in der Forschung ein. Sie können hier Ideen einbringen und Impulse setzen. Hier werden Themen wie Mobilität oder energieeffizientes Arbeiten in Büro und Labor lebhaft diskutiert.

Um alle Themen, die mit Nachhaltigkeit verbunden sind, an einer Stelle auf dem Campus zusammenzuführen, wurde im Juli 2012 die Stabsstelle Zukunftscampus unter der Leitung von Dr. Peter Burreau eingerichtet. Seine Aufgabe ist es, die Institute und Geschäftsbereiche dabei zu unterstützen, den Campus unter ökonomischer, ökologischer und gesellschaftlicher Sicht schrittweise nachhaltiger zu gestalten.

*Marco Braun (re.) und Christoph Krahe im Heizwerk des Forschungszentrums. Sie sind zuständig für das Energiecontrolling und analysieren den Wärmeaushalt unterschiedlicher Gebäudetypen auf dem Campus.*



# Unsere Leistung: Wissen

## Wissen schaffen

Auch 2012 schnitt das Forschungszentrum Jülich bei den wichtigsten Indikatoren für Forschungsleistungen wieder hervorragend ab. So veröffentlichten Jülicher Wissenschaftler mehr als 1.400 wissenschaftliche Aufsätze in hochrangigen Fachzeitschriften und die Summe der eingeworbenen DFG-Drittmittel stieg auf fast 6,6 Millionen Euro. Grundlage für die Erfolge in der Forschung ist nicht zuletzt eine engagierte Personalpolitik. So richtete das Forschungszentrum Jülich eine Tagung aus zum Thema „Wettbewerbsvorteil Chancengleichheit – international punkten“.

## Wissen weitergeben

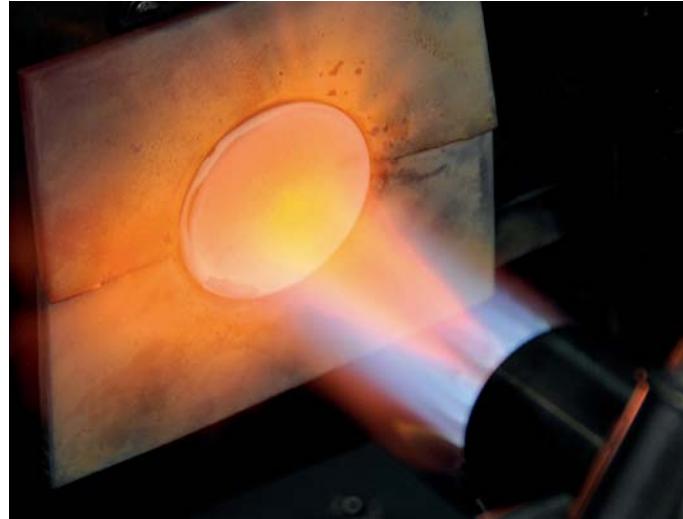
Die hervorragende Forschungsinfrastruktur in Jülich bietet Spitzenkräften von morgen beste Startbedingungen für ihre wissenschaftliche Laufbahn. Gemeinsam mit Hochschulen der Region baute das Forschungszentrum neue Masterstudiengänge auf; Graduiertenschulen schaffen Promotionsmöglichkeiten, die auch bei Doktoranden aus dem Ausland sehr begehrts sind. Besonders erfolgreich waren frisch Promovierte aus Jülich 2012 beim neuen Postdoc-Programm der Helmholtz-Gemeinschaft.

## Wissen teilen

National wie international kooperiert das Forschungszentrum Jülich eng mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie. Ein herausragendes Beispiel für die wissenschaftliche Zusammenarbeit in Europa ist das „Human Brain Project“. An diesem „Flaggschiff“ des EU-Programmes „Future and Emerging Technologies“ arbeiten Forscher aus 23 Ländern mit, um das menschliche Gehirn auf einem Höchstleistungsrechner zu simulieren. Experten des Jülich Supercomputing Centre entwickeln dafür neue Supercomputer mit, die eine Trillion Rechenoperationen pro Sekunde (Exaflop/s) durchführen können sollen.

## Wissen nutzen

Die Jülicher Kompetenz in zentralen Forschungsfeldern, zum Beispiel in der Energie- und Gesundheitsforschung sowie der Biotechnologie, die herausragende Infrastruktur und das Know-how in Schlüsseltechnologien machen Jülich zu einem begehrten Partner für die Industrie. Aktuelle Beispiele belegen, wie anwendungsnahe Jülicher Wissenschaftler forschen: Sie entwickeln Wirkstoffe gegen Alzheimer, eine umweltfreundliche Notstromversorgung für Mobilfunk-Sendestationen sowie eine Methode, um Elektronikschrott auf wertvolle Rohstoffe zu durchleuchten.



# Neue Erkenntnisse gewinnen und publizieren

Das Forschungszentrum Jülich verfügt über ein neues zentrales Nachweisinstrument für seine publizierten Forschungsergebnisse: JuSER (Jülich Shared Electronic Services). Die Jülicher Zentralbibliothek hat dieses System gemeinsam mit anderen Institutionen entwickelt und führt darin die vorhergehende Veröffentlichungsdatenbank VDB und das Open Access Repotorium JUWEL zusammen. JuSER erweitert die Möglichkeiten der Zusammenarbeit von Wissenschaftlern: Sie können nun sehr einfach eigene und fremde Forschungsliteratur austauschen, kommentieren oder einer Gruppe zugänglich machen.

- Jülicher Publikationen in den letzten fünf Jahren

	Summe	In begutachteten Zeitschriften (davon zusammen mit Forschern anderer Einrichtungen)	Bücher, sonstige Publikationen	Dissertationen, Habilitationen
2008	1.725	1.034 (753 = 72,8 %)	600	91
2009	1.720	1.133 (837 = 73,9 %)	526	61
2010	1.834	1.048 (770 = 73,5 %)	686	100
2011	2.115	1.363 (1.013 = 74,3 %)	651	101
2012	2.233	1.452 (1.100 = 75,8 %)	688	93

- Die Fachzeitschriften, in denen Jülicher Forscher 2012 am häufigsten veröffentlichten (Stichtag 31.12.2012)

Zeitschrift	Zahl der Publikationen
Physical Review B	61
Physical Review Letters	35
Applied Physics Letters	30
Atmospheric Chemistry and Physics	28
Geophysical Research Abstracts	28
PLOS one	25
Nuclear Fusion	23
Journal of Physics/Condensed Matter	23
NeuroImage	21
Forschungszeitschriften der Nature-Gruppe	15
Science	3

- Beispielhafte Publikationen 2012

**Bioelektronik-Schaltungen**

Advanced Functional Materials, 2012, 22/6, S. 1129-1135  
DOI: 10.1002/adfm.201101925  
» siehe Chronik, S. 8

**Fehlgefaltete Proteine**

Science, 2012, 336/6079, S. 362-366  
DOI: 10.1126/science.1214203  
» siehe „Falsche Faltung – fatale Folgen“, S. 30

**Elektrochemische Systeme für die IT**

Nature Materials, 2012, 11, S. 530-535  
DOI: 10.1038/NMAT3307  
» siehe Chronik, S. 8

**Neuer Katalysator**

Nature Materials, 2012, 11, S. 690-693  
DOI: 10.1038/NMAT3347  
» siehe Chronik, S. 10

**Tuberkulose-Erreger**

PNAS, published ahead of print, 25. Juni 2012  
DOI: 1073/pnas.1205735109  
» siehe Chronik, S. 10

**Datentransport im Nanomaßstab**

Physical Review Letters, 2012, 108, 197204  
DOI: 10.1103/PhysRevLett.108.197204  
[www.fz-juelich.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/UK/DE/2012/12-05-07Spinspiralen.html](http://www.fz-juelich.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/UK/DE/2012/12-05-07Spinspiralen.html)

**Simulation der Biomolekül-Helixbildung**

Physical Review Letters, 2012, 109, 178101  
DOI: 10.1103/PhysRevLett.109.178101  
» siehe Chronik, S. 13

**Koffein und Hirnrezeptoren**

Journal of Nuclear Medicine, 2012, published ahead of print, 10. September 2012  
DOI: 10.2967/jnumed.112.105114  
» siehe Chronik, S. 13

**Silizium-Luft-Batterie**

ChemSusChem, 2012, 5/11, S. 2278-2285  
DOI: 10.1002/cssc.20120019  
» siehe „Batterien der nächsten Generation“, S. 18

**Molekulare magnetische Datenspeicher**

Nature, 2013, 493, S. 509-513  
DOI: 10.1038/nature11719  
» siehe „Das Design molekularer Datenspeicher“, S. 32





## Falsche Faltung – fatale Folgen

Schon der Arzt Alois Alzheimer, der die nach ihm benannte Demenzerkrankung vor mehr als 100 Jahren erstmals beschrieb, hat sie im Mikroskop gesehen: verklumpte Proteinablagerungen im Gehirn verstorbener Alzheimer-Patienten. Wie es dazu kommt, dass Proteinmoleküle sich zu unlöslichen Gebilden – sogenannten Amyloid-Plaques – verbinden, die schließlich die Hirnzellen zugrunde gehen lassen, haben Forscher bis heute nicht in allen Details verstanden. Einen wichtigen Zwischenschritt in diesem Prozess aber konnte ein internationales Wissenschaftlerteam um Dr. Philipp Neudecker vom Forschungszentrum Jülich und der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf mit bisher unerreichter Genauigkeit beobachten. Die Ergebnisse wurden vom renommierten Wissenschaftsmagazin „Science“ im April 2012 veröffentlicht.

Jedes Protein kommt als fadenförmiges Molekül auf die Welt. Wie Perlen auf einer Schnur reihen sich darin Aminosäuren aneinander. Doch kaum entstanden, verknäult sich der Faden sekundenschnell zu einer dreidimensionalen Form. Und das nicht

irgendwie: Die genaue Gestalt des fertigen Proteinmoleküls ist entscheidend dafür, dass es seine Aufgaben erfüllen kann: Als Enzym, Antikörper, Muskelfaser oder in einer der vielen anderen Funktionen, die Proteine in unserem Körper haben.

Philipp Neudecker vom Institute of Complex Systems untersuchte den Faltungsprozess eines Proteinmoleküls, das für die Signalübertragung in der Zelle benötigt wird. Besonders interessierte er sich für ein kurzebiges Zwischenstadium, das sich im Verlauf der Faltung



brillen. Er nutzte dafür ein speziell für kurzelebige Molekülzustände weiterentwickeltes Verfahren der Kernspinresonanz-Spektroskopie, auch kurz NMR (für englisch „Nuclear Magnetic Resonance“) genannt. In atomarer Auflösung zeigt es die exakte dreidimensionale Form des flüchtigen Gebildes, das nur für wenige tausendstel Sekunden existiert. Doch Neudeckers Team gelang es, das Molekül in diesem entscheidenden Augenblick genau zu beobachten. „Dieses Stadium ist notwendig, damit sich das Protein in weniger als einer Sekunde richtig falten kann“, erklärt er. „Doch wenn es schlecht läuft, kann dieses Stadium eben auch die Bildung von Fibrillen auslösen.“

In seinen Experimenten, die er im Wesentlichen an der Universität Toronto durchführte, stellte Neudecker fest: Über das Schicksal des „Wackelkandidaten“ entscheidet die Anordnung von nur vier Aminosäuren in dem aus 59 dieser Bausteine bestehenden Molekül. Sie bilden das Ende des Proteinfadens und legen sich normalerweise annähernd parallel neben die ersten Aminosäuren des Moleküls. So können sich keine weiteren Proteine an das Molekül anlagern.

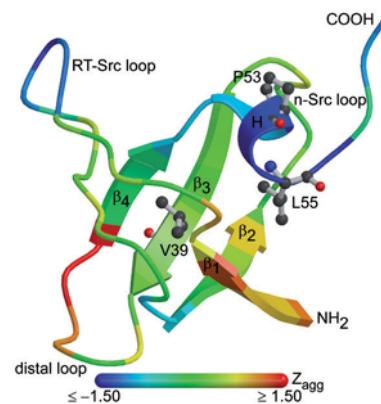
Bei dem Zwischenstadium ist aber gerade dieser schützende letzte Abschnitt des Moleküls noch nicht gefaltet. Der Anfang des Proteinfadens liegt offen und ungeschützt da, so dass sich andere Proteinmoleküle hier anheften können. Das kann der Beginn einer verhängnisvollen Kettenreaktion sein, bei der sich erst kleine, dann größere Fibrillen und schließlich Plaques bilden.

### Risiko steigt mit dem Alter

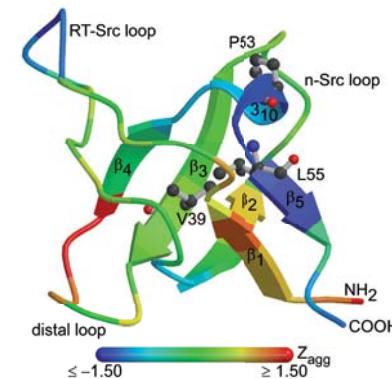
Woran es genau liegt, dass die Gratwanderung manchmal zum Absturz führt, wissen die Forscher nicht. „Zum Glück ist die Bildung der ersten Aggregate – die sogenannten Nukleation – ein recht seltenes Ereignis“, berichtet Neudecker. „Es ist stark davon abhängig, wie viele Moleküle der zur Aggregation neigenden Proteinvariante zusammentreffen.“ Doch mit zunehmendem Lebensalter steigt die Wahrscheinlichkeit, dass sich solche Moleküle ansammeln, und Reparaturmechanismen arbeiten weniger effektiv. „Auch Umwelteinflüsse, wie natürliche

oder künstliche Chemikalien, stehen als Mittäter im Verdacht, das Entstehen von Amyloid-Fibrillen zu begünstigen, ebenso wie genetische Defekte“, erläutert Neudecker.

Er hofft, dass seine Erkenntnisse dazu beitragen werden, eine frühzeitige Diagnostik der Alzheimer-Erkrankung zu ermöglichen und letztlich auch die Entwicklung von wirksamen Medikamenten. Für seine Arbeiten wurde Philipp Neudecker im September 2012 mit dem Ulrich-Hadding-Preis des Biologisch-Medizinischen Forschungszentrums der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf ausgezeichnet.



*Bei der Faltung eines Proteinmoleküls tritt dieses Zwischenstadium auf, das unter ungünstigen Umständen zur Verklumpung neigt.*



*Hier im Vergleich dazu das korrekt gefaltete Molekül.*

bildet, bevor schließlich das korrekt geformte Protein fertig ist. Denn hier ist das Molekül auf einer gefährlichen Gratwanderung: Aus dem Zwischenstadium kann einerseits das funktionsfähige Molekül hervorgehen. Andererseits kann aber auch eine fehlerhafte Variante entstehen, die dazu neigt, sich mit anderen Molekülen zu verbinden. Ist dieser verhängnisvolle Vorgang einmal angestossen, heften sich an das zunächst winzige Aggregat immer mehr Proteinmoleküle an – es entstehen die gefürchteten Amyloid-Fibrillen. Wenn diese nicht durch die „Müllabfuhr“ der Zelle beseitigt werden, gehen die Zellen daran zugrunde. An ihrer Stelle finden sich dann im Hirn die Proteinklumpen, die schon Alois Alzheimer im Mikroskop beobachtete.

Neudecker sah sich darum das Zwischenstadium genauer an, das auf der Kippe steht zwischen dem funktionierenden Protein und den gefährlichen Fi-

# Das Design molekularer Datenspeicher

Jülicher Physiker erklären mit Hilfe von Computersimulationen die magnetischen und elektronischen Eigenschaften eines dünnen Schichtsystems aus Kobalt und organischen Molekülen. Damit weisen sie den Weg zu molekularen Bauelementen einer künftigen Informationstechnologie. Ihre Ergebnisse haben sie zusammen mit internationalen Forschungspartnern in der Fachzeitschrift „Nature“ publiziert.

**B**isher wurden Prozessoren und Datenspeicher stetig verkleinert, um die Leistungsfähigkeit von Computern zu steigern. Doch diese Strategie steht vor dem Ende, weil die Physik ihr Grenzen setzt: Zu kleine

Bauteile werden instabil; Daten können darin nicht mehr sicher gespeichert und verarbeitet werden. Ein Grund dafür ist, dass in Bauteilen aus nur wenigen Atomen schon ein Atom mehr oder weniger zu ganz unterschiedlichen physika-

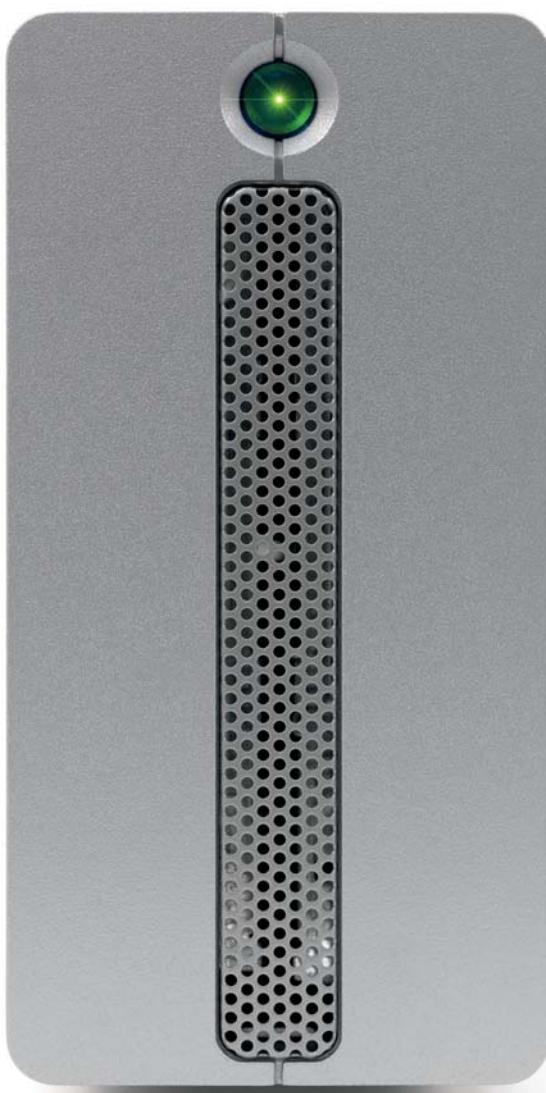
lischen Eigenschaften führen kann. Die genaue Zahl und Anordnung von Atomen in Metallen und Halbleitern, aus denen Bauteile heute bestehen, lässt sich aber kaum kontrollieren.

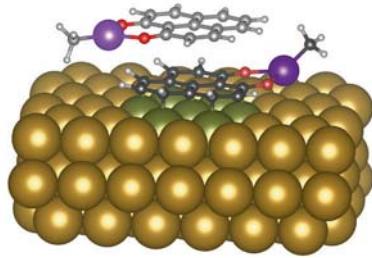
Einen Ausweg könnte eine molekulare Elektronik mit nanometerkleinen Bauteilen aus Molekülen bieten, denn Moleküle bestehen aus einer festen Anzahl von Atomen, können funktionsspezifisch entworfen und preisgünstig in immer wieder identischer Form hergestellt werden. Nutzt man dabei neben der elektrischen Ladung der Elektronen auch ihr magnetisches Moment, den Spin, scheinen sogar ganz neue Funktionen realisierbar, etwa nichtflüchtige Arbeitsspeicher oder Quantencomputer.

## Magnetisches Sandwich

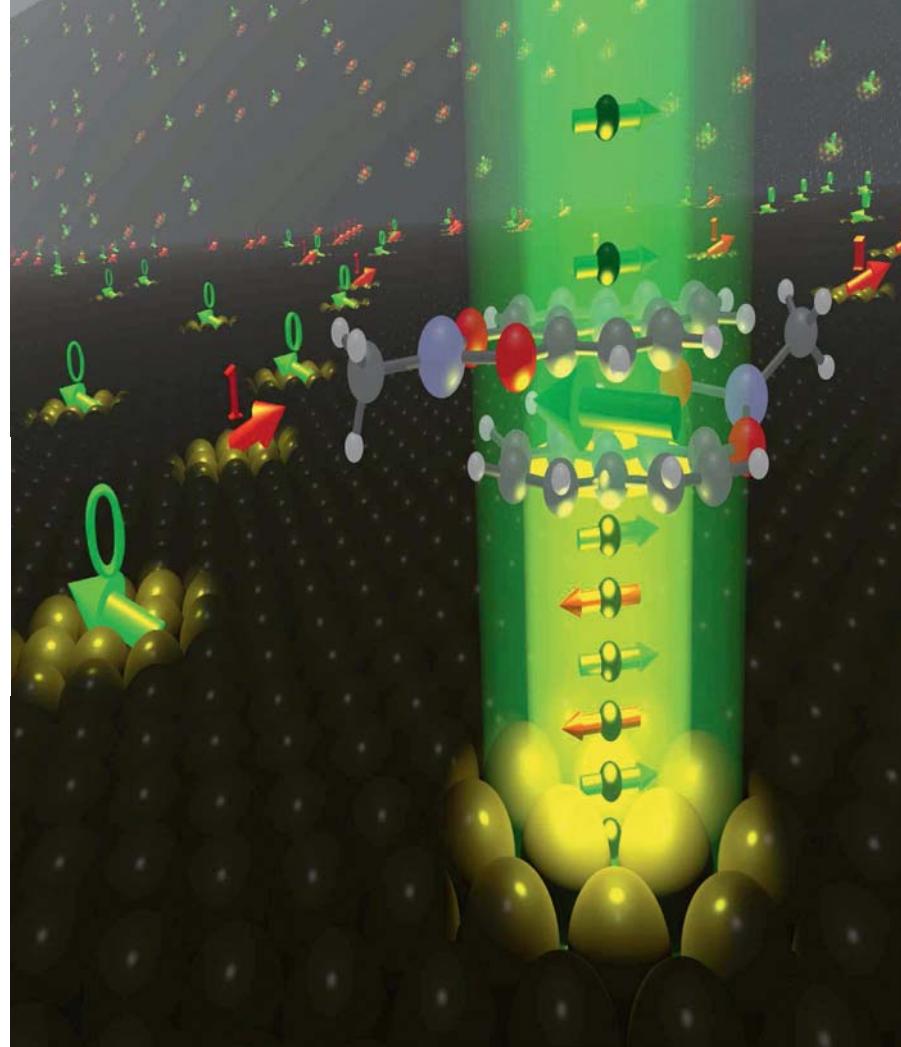
Moleküle für solch eine „molekulare Spinelektronik“ müssen bestimmte magnetische Eigenschaften aufweisen. Doch diese sind empfindlich und gehen bisher häufig verloren, wenn die Moleküle an anorganischen Materialien befestigt werden, die nötig sind, um den Strom zu leiten. Doch nun hat ein Team von Wissenschaftlern des Forschungszentrums Jülich, der Universität Göttingen, des US-amerikanischen Massachusetts Institute of Technology, des kroatischen Ruđer Bošković Institute und des indischen IISER-Kolkata ein Materialsystem entdeckt, bei dem das anders ist.

Hergestellt wird es, indem kleine metallorganische Moleküle namens Zink-methylphenylalenyl (ZMP) auf eine Kobaltoberfläche aufgebracht werden. Die Forscher zeigten, dass ZMP – das für sich genommen nicht magnetisch ist – gemeinsam mit der Kobaltoberfläche ein magnetisches „Sandwich“ bildet. Das





*Oben: Ein ZMP-Moleköl lagert sich unmittelbar an die Kobaltoberfläche (golden) an, ein zweites mit etwas Abstand darüber. Rechts: Das gebildete Schichtsystem kann zur Speicherung magnetischer Informationen dienen, die durch Einsen und Nullen angedeutet sind. Die grünen und roten Pfeile geben die Ausrichtung der magnetischen Momente (Spins) an.*



Sandwich lässt sich durch magnetische Felder gezielt zwischen zwei magnetischen Zuständen hin- und herschalten. Dabei ändert sich sein elektrischer Widerstand um mehr als 20 Prozent. Solche sogenannten magnetoresistiven Effekte können für das Speichern, Verarbeiten und Messen von Daten eingesetzt werden. Doch um sie in molekularen Systemen zu erzeugen, benötigten Forscher bisher oft Temperaturen weit unter minus 200 Grad Celsius.

Das neue Schichtsystem ist dagegen schon bei vergleichsweise warmen minus 20 Grad Celsius stark magnetoresistiv. „Dies ist ein deutlicher Fortschritt auf dem Weg zur Entwicklung von molekularen Datenspeichern und Rechenelementen, die bei Raumtemperatur funktionieren“, ist Dr. Nicolae Atodiresei vom Forschungszentrum Jülich überzeugt. Gemeinsam mit den Jülicher Team vom Peter Grünberg Institut und vom Institute for Advanced Simulation hat er das physikalische Modell entwickelt, das die

Eigenschaften des Materials erklärt. Die notwendigen aufwendigen Simulationen führten die Wissenschaftler am Jülicher Supercomputer JUGENE durch. Dabei nutzten die Forscher bis zu 8.000 Prozessoren – und trotzdem dauerten die Berechnungen insgesamt rund drei Monate.

Das Ergebnis: Entscheidend ist, dass das ZMP-Moleköl praktisch flach ist. Dann bilden jeweils zwei Moleküle einen Stapel und lagern sich dicht an der Kobaltoberfläche an. Das Kobalt und das untere Moleköl bilden das magnetische Sandwich. Das obere Moleköl wirkt als sogenannter Spinfilter: Es lässt vorwiegend Elektronen mit Spins einer bestimmten Ausrichtung passieren. Steuern lässt sich diese Ausrichtung zum Beispiel mit einem Magnetfeld.

#### Erfahren und erfolgreich

Den Jülicher Physikern kam bei ihren Simulationen zugute, dass sie schon lange erfolgreich daran arbeiten, die Eigen-

schaften und Funktionen von organischen Molekülen auf Oberflächen nur aus den Gesetzen der Quantenmechanik heraus abzuleiten. Frühere Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge auf diesem Forschungsgebiet hatten auch dazu geführt, dass das erfolgreiche internationale Team überhaupt zusammengefunden hat: Dadurch wurden die experimentell und analytisch arbeitenden Wissenschaftler aus Indien und den USA auf die Jülicher Theoretiker aufmerksam.

Aufbauend auf ihren Erkenntnissen wollen die Wissenschaftler ihr Material nun weiter optimieren. Nicolae Atodiresei wagt sich weit vor: „Ich glaube, den Weg zu kennen, wie man zu Sandwichsystemen kommt, die auch bei Raumtemperatur magnetoresistiv sind.“ Außerdem wollen die Forscher ihr System so variieren, dass sich die Spinfilter-Wirkung auch durch elektrische Felder und Lichtpulse steuern lässt.

„Nature“ (doi:10.1038/nature11719)

# Preise

**Prof. Katrin Amunts**, Direktorin des Instituts für Neurowissenschaften und Medizin, wurde in den Deutschen Ethikrat berufen. Der Ethikrat besteht aus 26 Mitgliedern. Er befasst sich mit den voraussichtlichen Folgen, die sich im Zusammenhang mit der Forschung und den Entwicklungen insbesondere auf dem Gebiet der Lebenswissenschaften und ihrer Anwendung auf den Menschen ergeben. Er soll die Öffentlichkeit informieren und gesellschaftliche Diskussionen anstoßen und fördern. Darüber hin-

aus erarbeitet der Rat Stellungnahmen und Handlungsempfehlungen für Bundestag und Bundesregierung.

**Dr. Dr. Svenja Caspers** vom Institut für Neurowissenschaften und Medizin wurde in das Junge Kolleg der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste aufgenommen. Die Aufnahme gehört zu den bedeutendsten Auszeichnungen für den wissenschaftlichen Nachwuchs in NRW. Das Junge Kolleg wurde mit finanzieller

Unterstützung der Stiftung Mercator gegründet. Die bis zu 30 Kollegiaten – herausragende junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aller Fachrichtungen – erhalten jährlich ein mit 10.000 Euro dotiertes Forschungsstipendium.

**Dr. Dmitry A. Fedosov** vom Institute of Complex Systems wurde mit dem Sofja Kovalevskaja-Preis ausgezeichnet, einem der höchstdotierten Deutschen Wissenschaftspreise. Die Alexander von Humboldt-Stiftung zeichnete ihn für die Entwicklung einer Simulationsmethode aus, die Blutströmungen unter verschiedenen Bedingungen beschreiben und vorhersagen kann. Mit dem Preisgeld in Höhe von rund 1,3 Millionen Euro baut Fedosov eine eigene Forschergruppe auf, um die Unterschiede bei der Zirkulation von Blut in gesundem Gewebe sowie in Tumoren zu untersuchen.

**Prof. Joachim Treusch**, von 1990 bis 2006 Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums Jülich, wurde mit dem Minerva-Preis 2012 des Fördervereins Museum Jülich geehrt. Mit dem Preis zeichnet der Förderverein alle zwei Jahre Menschen aus, die sich besondere Verdienste im Spannungsfeld von Kultur, Wissenschaft und Wirtschaft der Stadt und Region Jülich erworben haben.



1 | Mitglied des Deutschen Ethikrates – Prof. Katrin Amunts

2 | Aufgenommen in das Junge Kolleg der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste – Dr. Dr. Svenja Caspers

3 | Erhielt den Sofja Kovalevskaja-Preis – Dr. Dmitry A. Fedosov

4 | Geehrt mit dem Minerva-Preis – Prof. Joachim Treusch

- Weitere Preise und Auszeichnungen

Name	Auszeichnung
<b>Dr. habil. J. Sabine Becker</b> Zentralinstitut für Engineering, Elektronik und Analytik	Thermo Fisher Scientific Award in Plasma Spectrochemistry
<b>Prof. Harald Bolt</b> Mitglied des Vorstands	Als neues Mitglied in die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech) und als ordentliches Mitglied in die Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften (BBAW) aufgenommen
<b>Prof. Sebastian M. Schmidt</b> Mitglied des Vorstands	Berufen an die RWTH Aachen, Lehrstuhl Theoretische Physik
<b>Prof. Dan E. Demco</b> Institut für Neurowissenschaften und Medizin	Zum Mitglied der Sektion Physikalische Wissenschaften der Academia Romana ernannt
<b>Dipl.-Ing. Friedrich Käß</b> Institut für Bio- und Geowissenschaften	Preis für den besten Nachwuchsbeitrag auf dem „2nd BioProScale Symposium“ in Berlin
<b>Thomas Latzko</b> Institut für Bio- und Geowissenschaften	Ausgezeichnet mit dem Best Paper Award auf der ESM 2012 in Essen
<b>Prof. Werner Lehnert</b> Institut für Energie- und Klimateforschung	Mitglied des „consultative council“ des Evgeni Budevski Institute of Electrochemistry and Energy Systems der Bulgarischen Akademie der Wissenschaften
<b>Dr. Eric von Lieres</b> Institut für Bio- und Geowissenschaften	Hochschullehrernachwuchspreis 2012 der DECHEMA beim Vortragstreffen des Hochschullehrer-Nachwuchses für Technische Chemie und Biochemie
<b>Guiseppe Mercurio</b> Peter Grünberg Institut	Max Auwärter-Preis der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft für seine Dissertation
<b>Arun Nanda</b> Institut für Bio- und Geowissenschaften	Posterpreis auf der „Microbial Stress“-Tagung in Belgirate, Italien
<b>Dr. Philipp Neudecker</b> Institute of Complex Systems	Ulrich-Hadding-Forschungspreis des Biologisch-Medizinischen Forschungszentrums der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
<b>Dipl.-Biol. Steffen Ostermann</b> Institut für Bio- und Geowissenschaften	Preis für das beste Poster auf der 3rd International Conference on Acetic Acid Bacteria (AAB2012) in Cordoba (Spanien)
<b>Prof. Martina Pohl</b> Institut für Bio- und Geowissenschaften	Aufgenommen in die Exzellenz-Datenbank „AkademiaNet“
<b>Dr. Nicole Paczia</b> Institut für Bio- und Geowissenschaften	Dissertationspreis der Gesellschaft der Freunde und Förderer der Universität Bielefeld
<b>Ulrich Pätzold</b> Institut für Energie- und Klimateforschung	Young Scientist Award bei der Frühjahrstagung der European Materials Research Society
<b>Dr. Giulia Rossetti</b> Jülich Supercomputing Centre	Friedrich-Wilhelm-Preis 2012 der RWTH Aachen für seine Dissertation an der German Research School for Simulation Sciences
<b>Dr. Solvej Siedler</b> Institut für Bio- und Geowissenschaften	Posterpreis auf der „Metabolic Engineering X“ Konferenz in der Kategorie „Metabolic Engineering for Chemicals and Materials“, Biarritz, Frankreich
<b>Prof. Peter Tass</b> Institut für Neurowissenschaften und Medizin	Berufen zum Ordentlichen Mitglied der Europäischen Akademie der Wissenschaften und Künste (EASA)
<b>Robert Westphal</b> Institut für Bio- und Geowissenschaften	Posterpreis auf der „Trends in Enzymology 2012“ in Göttingen, und Posterpreis auf der „Biocat 2012“ in Hamburg
<b>Prof. Wolfgang Wiechert</b> Institut für Bio- und Geowissenschaften	Als neues Mitglied in die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech) aufgenommen

# Drittmittel

Auch 2012 wurde vom Forschungszentrum Jülich wieder ein hoher Anteil des Forschungsbudgets zusätzlich zum regulären Etat als Drittmittel eingeworben. Dass Bund und Länder ebenso wie die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) und die Industrie in die Jülicher Forschung investieren, zeigt, dass sie sich einen nachhaltigen Nutzen für die Gesellschaft und wichtige Innovationen für die Wirtschaft versprechen.

## Projektförderung

### ● Bilanz Projektförderung 2012\*

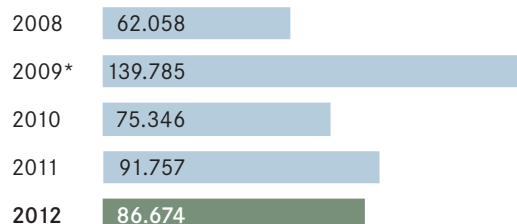
	Tausend Euro
Bund	44.949
• davon in den Forschungsbereichen	25.476
Land	8.640
• davon in den Forschungsbereichen	8.640
DFG	6.592
• davon in den Forschungsbereichen	6.527
Sonstige inländische Stellen	11.356
• davon in den Forschungsbereichen	10.545
Summe Inland	71.537
• davon in den Forschungsbereichen	51.188
EU	15.137
• davon in den Forschungsbereichen	14.232
Gesamtsumme	86.674
• davon in den Forschungsbereichen	65.420

Kommentar:

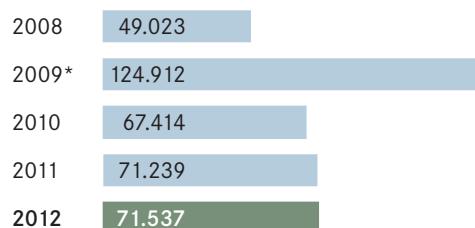
- In den Projektförderungen Bund sind 19.338 Tausend Euro für die Betriebskosten des ILL enthalten.
- Die DFG-Förderung beinhaltet nicht DFG-Einnahmen in Höhe von 67 Tausend Euro, da diese auf Grund von Privatdienstverträgen nicht Erträge des Forschungszentrums Jülich darstellen.

\* Zur Projektförderung siehe auch S. 74.

### ● Projektförderung aus öffentlichen Quellen im In- und Ausland (in Tausend Euro)



### ● Projektförderung aus öffentlichen Quellen, davon im Inland (in Tausend Euro)



\* 2009 war die nationale Projektförderung durch Mittel für die Installation eines Petaflop-Rechners stark erhöht.

### ● Die Anzahl der DFG-geförderten Projekte in Jülich ist

2012 auf **41** gestiegen:

Graduiertenkollegs	12
DFG-Schwerpunkte	19
Sonderforschungsbereiche	10

### ● DFG-Projektförderung (in Tausend Euro)



## Der Forschungsbereich Schlüsseltechnologien war 2012 der Bereich mit den größten Drittmitteleinnahmen.

● Drittmittel Jülicher Schlüsseltechnologien (in Tausend Euro)

2009*	85.324
2010	16.192
2011	26.125
2012	31.272 (inklusive Biotechnologie)

\* 2009 war die nationale Projektförderung durch Mittel für die Installation eines Petaflop-Rechners stark erhöht.

## Beispielhafte Drittmittelprojekte aus der Informationstechnologie

**DEEP – paralleles Rechnen mit Millionen von Prozessoren** | Mit dem EU-Projekt DEEP (Dynamical Exascale Entry Platform) entsteht ein neuer Prototyp für Superrechner der nächsten Generation. Die Projektpartner testen dabei eine spezielle energieeffiziente Rechnerarchitektur, die als Vorbild für künftige Exascale-Rechner dienen könnte. Mit einer Trillion Rechenoperationen pro Sekunde wäre ein solcher Exaflop/s-Computer rund tausendmal schneller als heutige Superrechner. Experten des Jülich Supercomputing Centre (JSC) koordinieren das Projekt, an dem 16 Partner aus acht Ländern beteiligt sind. Das im Dezember 2011 gestartete Projekt hat eine Laufzeit von drei Jahren und ein Budget von gut 18 Millionen Euro, davon 8 Millionen Euro aus Mitteln des 7. Forschungsrahmenprogramms der EU.

**NVIDIA Application Lab – Kooperation für die Hirnforschung und mehr** | Im Juni 2012 gaben das Forschungszentrum Jülich und das international operierende US-Unternehmen NVIDIA die Gründung des gemeinsamen „NVIDIA Application Lab“ bekannt. Damit stärkt das Forschungszentrum die Zusammenarbeit mit Firmen, die an der Entwicklung von Technologien für Exascale-Rechner arbeiten. Die Partner wollen wissenschaftliche Simulationen, vor allem im Bereich der Neurowissenschaften, mit Grafikprozessoren (GPUs) enorm beschleunigen. Auch Anwendungen aus anderen Bereichen wie der Astrophysik, der Teilchenphysik und den Material- und Biowissenschaften sollen für Superrechner

mit Grafikprozessoren optimiert werden. Bei effizienter Nutzung aller Recheneinheiten lässt sich zudem erheblich Strom sparen.



*Walter Mundt-Blum (vorne li.), Vizepräsident von NVIDIA's Professional Solution Group in Europa, und Prof. Thomas Lippert (vorne re.), Direktor des Jülich Supercomputing Centre, bei der Vertragsunterzeichnung.*

**BaSiGo – neue Sicherheitskonzepte für Großveranstaltungen** | Das Projekt „Bausteine für die Sicherheit von Großveranstaltungen“, kurz BaSiGo, soll dazu beitragen, das Verständnis für die Bewegung großer Besucherströme zu verbessern. Das Forschungszentrum Jülich führt dafür Laborexperimente sowie Simulationen von Besuchern auf Großveranstaltungen durch. Ziel ist ein computergestütztes Planungswerkzeug für Veranstalter, Kommunen und Ordnungskräfte. Das Projekt wird von der Bergischen Universität Wuppertal geleitet und ist eines von sechs derartigen Projekten im Programm „Forschung für die zivile Sicherheit“. Dieser Schwerpunkt wird mit insgesamt ca. 20,2 Millionen Euro seitens des Bundesministerrums für Bildung und Forschung

gefördert. Die Industrie beteiligt sich mit 4,3 Millionen Euro an den sechs Verbünden.

**MOLSPINTRON – molekulare Magnete für die Computer von morgen** | Der Chemiker Prof. Paul Kögerler hat 2012 einen „Starting Grant“ des Europäischen Forschungsrates (ERC) erhalten. Mit dem Projekt „Synthetic Expansion of Magnetic Molecules Into Spintronic Devices“ (MOLSPINTRON) behauptete sich der Jülicher Wissenschaftler erfolgreich im Wettbewerb der europäischen Nachwuchselite. Für seine Forschung erhält er über einen Zeitraum von fünf Jahren rund 1,5 Millionen Euro Fördermittel. Die molekularen Magnete, die Kögerler erforscht, sollen eines Tages die Mikroelektronik revolutionieren. Grundlage dafür ist die gemeinsame Nutzung der magnetischen und elektronischen Quantenzustände eines einzelnen magnetischen Moleküls. Dieses Ziel verfolgt Kögerler in enger Kooperation mit Gruppen am Peter Grünberg Institut und an der RWTH Aachen, im Rahmen der Jülich Aachen Research Alliance.



*Der Chemiker Prof. Paul Kögerler war im Wettbewerb der europäischen Nachwuchselite erfolgreich.*

# Außenstellen und Plattformen

Das Forschungszentrum Jülich stellt der Forschergemeinde einzigartige Großgeräte bereit – vom Höchstleistungsrechner JUQUEEN bis zu hochmodernen Werkzeugen der Nanotechnologie. Nicht nur auf dem eigenen Campus, auch an zahlreichen anderen Standorten in Deutschland und weltweit betreiben Jülicher Wissenschaftler Forschungsgeräte der Spitzenklasse. Hinzu kommen Aktivitäten in der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses sowie die Außenstellen der Projekträger. Im Einzelnen ist das Forschungszentrum Jülich vertreten:

- in Aachen über die German Research School for Simulation Sciences (GRS) und die Jülich Aachen Research Alliance JARA (zu JARA siehe S. 64). Die GRS GmbH ist eine eigenständige Tochter des Forschungszentrums Jülich. Als gemeinsame Graduiertenschule des Forschungszentrums Jülich und der RWTH Aachen, die jeweils

gleich große Gesellschaftsanteile halten, bietet die GRS Programme für Masterstudierende und Doktoranden in den Computer- und Ingenieurwissenschaften an;

- am Forschungsreaktor in Garching bei München durch das Jülich Centre for Neutron Science (JCNS)\*;
- an der Spallationsneutronenquelle SNS am Oak Ridge National Laboratory (ORNL), USA;
- am Höchstflussreaktor des Instituts Laue-Langevin (ILL) in Grenoble, Frankreich. Das Forschungszentrum Jülich ist – mit einem Gesellschaftsanteil von 33 Prozent – zusammen mit dem Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA, Frankreich), dem Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS, Frankreich) und dem Science and Technology Facilities Council (STFC, UK) Gesellschafter des ILL. Dies gewährleistet eine Partizipation der gesamten deutschen Neutronen-

gemeinschaft am Betrieb des ILL;

- über den Projekträger Jülich – als weitgehend selbstständige Organisation in der Forschungszentrum Jülich GmbH – an dessen Außenstellen in Berlin und Rostock-Warnemünde;
- in Düsseldorf betreibt der Geschäftsbereich Technologie-Transfer die Geschäftsstelle des Biotechnologie Clusters BIO.NRW. Dieser aktiviert Kooperationen zwischen Forschung, Unternehmen, Investoren und Politik auf Landesebene, national und international.

Als Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft (HGF) ist das Forschungszentrum Jülich über deren Büros international repräsentiert. Die HGF unterhält Büros in Brüssel, Moskau und Peking.

\* Das JCNS ist ein Institut des Forschungszentrums Jülich. Es betreibt Neutronenstreumethoden an den national und international führenden Neutronenquellen FRM II, ILL und SNS unter dem Dach einer gemeinsamen Strategie.



Die an der Forschungs-Neutronenquelle FRM II in Garching gebündelte deutsche Neutronenforschung bekam einen eigenen Namen: Seit Februar 2013 firmiert die erfolgreiche Kooperation zwischen der Technischen Universität München, dem Forschungszentrum Jülich und dem Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG) unter dem Namen Heinz Maier-Leibnitz Zentrum (MLZ).



Im Herbst 2012 wurde Wilfried Wascher, langjähriger Leiter des Geschäftsfelds Technologietransfer und Unternehmensgründung im PtJ, in den Ruhestand verabschiedet. Karsten Beneke, Stellvertretender Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums Jülich, hob in einem Grußwort Waschers besondere Leistungen in der Entwicklung der Berliner Geschäftsstelle hervor, die dieser seit 1992 leitete.

## Der Projektträger Jülich

Im Jahr 2012 war der Projektträger Jülich (PtJ) bei Ausschreibungen von Projektträgerschaften auf Bundes- und Landesebene sehr erfolgreich. Er konnte seine Position durch die Übernahme der Konsortialführung in den Bereichen Wissens- und Technologietransfer sowie Forschung für nachhaltige Entwicklungen stärken. Dies unterstreicht die führende Position, die PtJ als umsatzstärkster Projektträger in Deutschland einnimmt.

PtJ Jülich betreut Forschungs- und Innovationsförderprogramme zu Bioökonomie und Lebenswissenschaften, Energie, Werkstofftechnologien, Umwelt und Nachhaltigkeit sowie Klimaschutz, Meeres- und Polarforschung, Schifffahrt und Meerestechnik, Technologietransfer und Unternehmensgründung sowie Regionale Technologieplattformen und Cluster.

Er arbeitet im Auftrag der Bundesministerien für Bildung und Forschung (BMBF), für Wirtschaft und Technologie (BMWi), für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), im Auftrag der Bundesländer Bayern, Baden-

Württemberg, Nordrhein-Westfalen und Mecklenburg-Vorpommern sowie für die EU-Kommission. Mit seinen fünf Nationalen Kontaktstellen und der Beteiligung an zahlreichen europäischen Koordinierungsinitiativen gestaltet er den europäischen Forschungsraum aktiv mit.

### 2012

- hat der Projektträger Jülich

**1,24 Milliarden** Euro Fördermittel umgesetzt; rund **5.000** Vorhaben neu bewilligt; rund **14.500** Vorhaben insgesamt betreut. Die Zahl der Mitarbeiter ist auf **710** gestiegen.

- Mitarbeiter nach Standorten

**412** in Jülich, **269** in Berlin und **29** in Rostock.

## Der Projektträger ETN

Der Projektträger ETN ist seit über 20 Jahren für das Land Nordrhein-Westfalen tätig und wird vom Land zu 100 Prozent über Aufträge finanziert. Neben Beratung von Förderinteressenten und der Bearbeitung und Bewilligung von Anträgen begleitet ETN auch die Vorhaben während der Projektlaufzeit.

Fachlich ist ETN für die Themenkomplexe Energie (Programm progres.nrw), Gesundheits- und Ernährungswirtschaft sowie darüber hinaus für Regional- und Strukturentwicklungsprojekte zuständig. Wichtige Fördermaßnahmen im Jahr 2012 waren Elektromobilität und die

Kraft-Wärme-Koppelung im Energiebereich sowie der Projektaufruf „Alters-

gerechte Versorgungsmodelle“ in der Gesundheitswirtschaft.

### 2012

- hat der Projektträger ETN

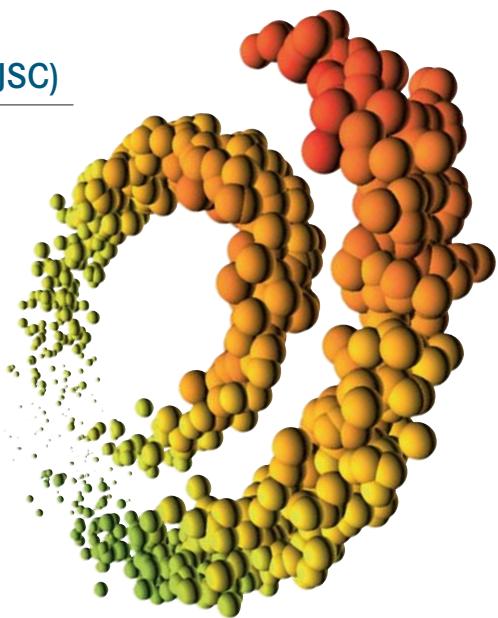
Mehr als **700** Einzelprojekte betreut; Mit einem Gesamtbudget von über **460 Millionen** Euro, davon über **340 Millionen** Euro Förderanteil. Die Mitarbeiterzahl wuchs auf **58**, wovon nahezu zwei Drittel weibliche Beschäftigte sind.

# Exzellente Plattformen

## Die Supercomputer des Jülich Supercomputing Centre (JSC)

Das Jülich Supercomputing Centre stellt Wissenschaftlern und Ingenieuren am Forschungszentrum Jülich, an Universitäten und Forschungseinrichtungen in Deutschland und in Europa sowie der Industrie Rechenkapazität auf Supercomputern der höchsten Leistungsklasse zur Verfügung, um hochkomplexe Probleme mit Simulationsrechnungen lösen zu können. Die wissenschaftliche Begutachtung wird durch das John von Neumann-Institut for Computing durchgeführt. In der zweiten Hälfte des Jahres

2012 wurde der neue Jülicher Supercomputer JUQUEEN aufgebaut und erreichte als erster Supercomputer Europas eine Rechenleistung von 5,9 Petaflops. Damit nimmt das Forschungszentrum Jülich, als momentan leistungsstärkster Teil des Gauss Centre für Supercomputing (GCS), eine Spitzenstellung sowohl in der Supercomputing-Infrastruktur Deutschlands als auch Europas ein.



### ● Nutzerstatistik

Auf JUGENE/JUQUEEN wurden in 2012 **2,2 Milliarden**

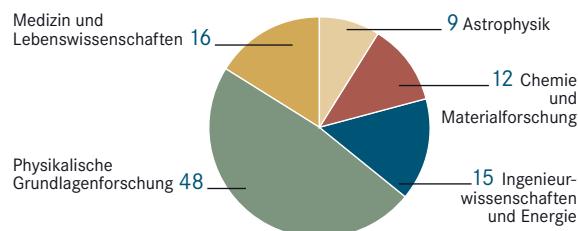
Prozessorkern-Stunden vergeben, auf JUROPA waren es knapp **125 Millionen** Prozessorkern-Stunden (wobei

die JUROPA-Prozessoren leistungsstärker sind als die JUGENE-Prozessoren).

### ● Begehrte Rechenzeit – Überbuchungsfaktor

JUGENE/JUQUEEN **2**  
JUROPA **5**

### ● JUGENE/JUQUEEN – Forschungsfelder laufender europäischer Projekte (PRACE) 2012

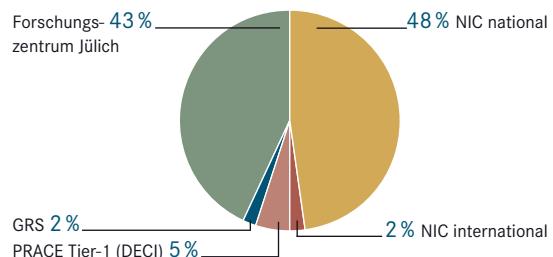


Basis sind die Zeiträume 11/2011-10/2012 und 5/2012-4/2013

2012 wurden im Rahmen des Supercomputerverbundes „Partnership for Advanced Computing in Europe“ (PRACE Tier-0) 21 europäische Projekte auf JUGENE/JUQUEEN gerechnet. Die meiste Rechenzeit – 48 Prozent – entfiel dabei auf die physikalische Grundlagenforschung, gefolgt vom Forschungsbereich Medizin und Lebenswissenschaften mit 16 Prozent.

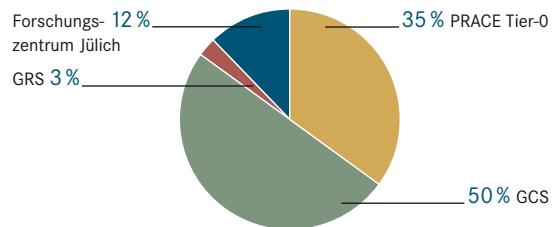
### Relative Zahlen nach Nutzern

#### ● JUROPA



Basis sind die Zeiträume 11/2011-10/2012 und 5/2012-4/2013

#### ● JUGENE/JUQUEEN



Basis sind die Zeiträume 11/2011-10/2012 und 5/2012-4/2013

Die Jülicher Supercomputer werden in erheblichem Umfang außerhalb des Forschungszentrums in Anspruch genommen. Die Rechenzeit wird durch unabhängige Gremien der Wissenschaft vergeben.

GCS: Gauss Centre for Supercomputing (Verbund der drei nationalen Höchstleistungsrechenzentren JSC, HLRS und LRZ)

NIC: John von Neumann-Institute for Computing (nationales Vergabegremium, getragen von den drei Helmholtz-Zentren FZJ, DESY, GSI)

GRS: German Research School for Simulation Sciences

PRACE: Partnership for Advanced Computing in Europe (europäische HPC Infrastruktur)

DEC1: DEISA Extreme Computing Initiative

DEISA: Distributed European Infrastructure for Supercomputing Applications (europäische HPC-Infrastruktur, Vorläufer von PRACE)

## Cooler Synchrotron COSY

COSY dient als „Mikroskop“ für die Bausteine des Atomkerns, die Protonen und Neutronen. Seit der Teilchenbeschleuniger 1993 in Betrieb ging, wird stets weit mehr Strahlzeit beantragt, als das Forschungszentrum zu vergeben hat. Über die Anträge der interessierten Wissenschaftler von ausländischen oder inländischen Universitäten sowie von Jülicher Forschern entscheidet das „Program Advisory Committee“, dem international anerkannte Physiker aus den USA und Europa angehören. Im Dezember 2012 wurde der gemeinsam mit dem russi-

schen Budker-Institut geplante 2 MeV Elektronen Kühlung aus Novosibirsk in Jülich angeliefert, der im Frühjahr in den COSY-Ring eingebaut und im Sommer 2013 in Betrieb genommen wird. Mit ihm sollen beschleunigerphysikalische Fragestellungen wie beispielsweise die Elektronen-Kühlung untersucht werden. Die Studien dienen unter anderem der Qualifizierung als Injektionskühlung für den Beschleuniger HESR im internationalen Projekt FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research).

- COSY-Nutzer

Jahr	Nutzer
2005	350
2006	380
2007	411
2008	432
2009	452
2010	502
2011	460
2012	285*

\* Die Zahl der Nutzer war in 2012 geringer als in den Vorjahren, weil eine Experimentiereinrichtung („Big Karl“) außer Betrieb genommen wurde.

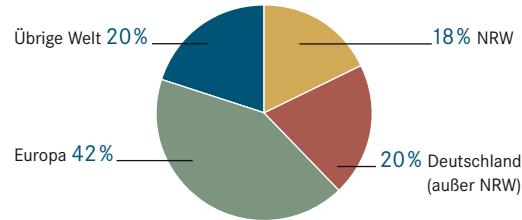
## Ernst Ruska-Centrum (ER-C)

Mit dem ER-C betreiben das Forschungszentrum Jülich und die RWTH Aachen auf international höchstem Niveau eine Einrichtung für atomar auflösende Mikroskopie und Spektroskopie mit Elektronen. Zugleich ist es das erste nationale Nutzerzentrum für höchstauflösende Elektronenmikroskopie. Rund 50 Prozent der Messzeit an den drei Mikroskopen der Titan-Klasse (PICO, TEM, STEM) des ER-C werden Universitäten, Forschungseinrichtungen und der Industrie zur Verfügung gestellt. Diese Zeit wird von einem Gutachtergremium vergeben, welches die Deutsche Forschungsgemeinschaft benennt.



- Regionaler Hintergrund

Nutzer der elektronenmikroskopischen Gerätschaften des ER-C im Jahr 2012 nach Regionen



- Vergebene Messzeit (Tage) an den elektronenmikroskopischen Instrumenten des ER-C (davon drei der Titan-Klasse)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Forschungszentrum Jülich	144	243	244	298	297	420
RWTH Aachen	63	128	164	138	161	138
Externe Nutzer	79	203	284	294	266	463
Service und Wartung	82	119	132	132	178	150

*Das fast fünf Meter hohe Elektronenmikroskop PICO steht auf einem luftfedergedämpften 200-Tonnen-schweren Betonfundament, damit es vor allen Erschütterungen geschützt ist, die sonst seine ultrahochauflösenden Messergebnisse verfälschen könnten.*

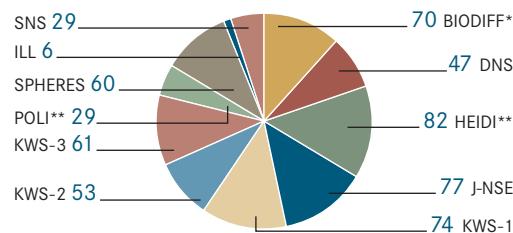
## Die Instrumente des Jülich Centre for Neutron Science (JCNS)

Das JCNS betreibt Instrumente der Neutronenforschung an den international führenden Neutronenquellen. So bündelt das JCNS die Konstruktions- und Betriebsaktivitäten der Jülicher Instru-

mente an der Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II) in Garching bei München. Diese Instrumente stehen auch externen Wissenschaftlern zur Verfügung. Außerdem be-

treibt das JCNS Instrumente am Institut Laue-Langevin, Grenoble, Frankreich, und an der Spallationsquelle in Oak Ridge, USA.

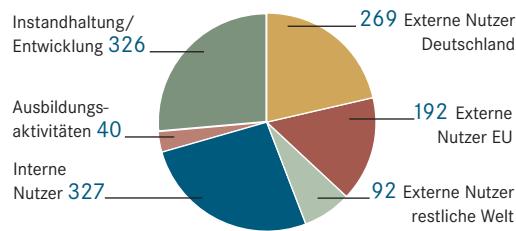
- Nutzung der JCNS-Neutronenstreuinstrumente durch externe Forscher 2012 (Tage)



\* In Kooperation mit der TU München  
\*\* Betrieben von RTWH Aachen

BioDiff Diffractometer for large unit cell  
DNS Flugzeitspektrometer mit diffuser Neutronenstreuung  
HEIDI Heißes Einkristalldiffraktometer (Single crystal diffractometer on hot source)  
J-NSE Jülich Neutronen-Spin-Echo-Spektrometer  
KWS 1 Kleinwinkelstreu-anlage 1  
KWS 2 Kleinwinkelstreu-anlage 2  
KWS 3 Kleinwinkelstreu-anlage 3  
POLI Polarized hot neutron diffractometer  
SPHERES Rückstreuspektrometer mit hoher Energieauflösung  
ILL Institut Laue-Langevin, Grenoble  
SNS Spallationsneutronenquelle, Oak Ridge (Schätzwert)

- Vom JCNS vergebene Strahlzeit (Tage) am FRM II 2012



## Die Magnetresonanztomografen des Instituts für Neurowissenschaften und Medizin (INM)

Das INM beschäftigt sich mit Struktur und Funktion des gesunden und des erkrankten menschlichen Gehirns. Ziel ist es, Struktur- und Funktionsveränderungen bei neurologischen und psychiatrischen Erkrankungen zu verstehen und dadurch Diagnostik und Therapie zu ver-

*MR-Tomografen liefern scharfe und kontrastreiche Bilder vom Gehirn.*

bessern. Dafür arbeiten Wissenschaftler mit bildgebenden Verfahren wie der strukturellen und funktionellen Magnetresonanztomografie (MRT) und der Positronenemissionstomografie (PET) beziehungsweise mit Hybridsystemen, bei denen ein MRT mit einem PET kombiniert wird. Um grundlegende Forschungserkenntnisse zu gewinnen und in die klini-

sche Anwendung zu übertragen, stehen mehrere Geräte zur Verfügung: 9,4-T-MR-PET (Forschung), 9,4-T-MRT (Tier-Forschung), 4-T-MRT, PET (Forschung und klinische Anwendung) und 3-T-MRT, 3-TMR-PET (klinische Anwendung). Einige der hochmodernen Jülicher Geräte der medizinischen Bildgebung stehen auch externen Forschern zur Verfügung.

- Nutzung des 3T-MR-PET-Hybrid-Scanners

Im Rahmen der klinischen Prüfungen dieses Gerätes werden Patienten in Kooperationsprojekten mit verschiedenen externen Kliniken untersucht.



2012 wurden **76 Patienten** der neurochirurgischen Kliniken der Universitäten Düsseldorf und Köln sowie der Strahlentherapie des Klinikums der RWTH Aachen gemessen.

Außerdem wurden **15 Patienten** der Nuklearmedizinischen Klinik des Universitätsklinikums Düsseldorf untersucht.

# Computersimulationen auf königlichem Niveau

JUQUEEN hat im Forschungszentrum Einzug gehalten. Mit ihrer Rechenleistung von 5,9 Billionen Rechenoperationen und ihrer Energieeffizienz ist sie eine Königin unter Europas Supercomputern. Bei der feierlichen Einweihungszeremonie am 14. Februar 2013 sagte Thomas Rachel, Parlamentarischer Staatssekretär im Bundesforschungsministerium: „Das Forschungszentrum Jülich präsentiert sich mit JUQUEEN erneut als führende Einrichtung für hochkomplexe wissenschaftliche Berechnungen. Der Supercomputer ist ein wichtiger Schritt beim Ausbau der europäischen Rechner-Infrastruktur.“

Der neue Jülicher Supercomputer steht Wissenschaftlern aus ganz Europa offen. Zwei Drittel der Rechenzeit werden über zwei Supercomputing-Verbünde vergeben: Der eine heißt Gauss Centre for Supercomputing (GCS) und ist ein Zu-

sammenschluss der drei nationalen Höchstleistungsrechenzentren in Jülich, Garching und Stuttgart. Der andere ist die Partnership for Advanced Computing in Europe (PRACE). Ein weiteres Drittel Rechenzeit steht Wissenschaftlern des Forschungszentrums Jülich und der Jülich Aachen Research Alliance (JARA) zur Verfügung.

Helmut Dockter, Staatssekretär im nordrhein-westfälischen Wissenschaftsministerium, zeigte sich bei der Einweihung des Supercomputers überzeugt, dass dieser auch die Attraktivität des Wissenschaftsstandortes NRW weiter steigern wird. „Von JUQUEEN profitieren nicht nur verschiedene Hochschulen, sondern auch Unternehmen in NRW“, sagte Dockter.

Jülich bietet Wissenschaftlern ideale Bedingungen, um beispielsweise aufwendige Klima- und Atmosphärensimulationen durchzuführen, umfangreiche

Gehirnmodelle zu erstellen oder neue Materialien und Teilchen zu erforschen. Sie können dabei nicht nur auf die immense Rechenkraft der Jülicher Supercomputer zugreifen, sondern finden mit dem Jülich Supercomputing Centre (JSC) und seinen „SimLabs“ auch eine perfekte Organisation zu ihrer Unterstützung vor. SimLabs (kurz für: Simulation Laboratories) gibt es momentan für die Biologie, die Plasmaphysik, die Neurowissenschaften, die Klimaforschung, die Geowissenschaften, die Ingenieurwissenschaften sowie für Molekulärphysik und Quantenchemie. In ihnen arbeiten JSC-Mitarbeiter zusammen, die das jeweilige Fach studiert haben und zugleich an Simulationsmethoden und Algorithmen für Supercomputer forschen. Vor allem aber helfen sie anderen Wissenschaftlern ihres Faches, die Supercomputer optimal zu nutzen.

*Während des Aufbaus gewährte der Jülicher Supercomputer JUQUEEN tiefe Einblicke in sein Innenleben.*





*Johanna Roussel und Andreas Fischbach vom Institut für Bio- und Geowissenschaften arbeiten im Projekt „Gardening with a Cognitive System“ (GARNICS) mit einem einarmigen Kollegen zusammen, dem Leichtbauroboter LBR 3.*

## Personal

Eine engagierte Personalpolitik ist für das Forschungszentrum Jülich ein entscheidender Faktor, um im wissenschaftlichen Wettbewerb auch künftig eine Spitzenposition einzunehmen.

- Mit der Einführung des E-Recruiting-Systems JuRS wurde die Attraktivität Jülichs für Bewerberinnen und Bewerber weiter erhöht. Mitte September 2012 startete der Pilotbetrieb des speziell auf die Jülicher Situation angepassten elektronischen Bewerbermanagementsystems JuRS (Juelich Recruiting System), zunächst für die Bewerbungen um Ausbildungsplätze. Es beschleunigt nicht nur die Abläufe, sondern verringert auch den Ressourceneinsatz, da es Papierbewerbungen und Ausdrucke reduziert. Damit leistet JuRS auch einen Beitrag zum Zukunftscampus (siehe S. 26).

- Ein Schwerpunkt der Personalentwicklung sind Aktivitäten, die den Anteil von Frauen in wissenschaftlichen Führungspositionen erhöhen sollen. Dazu gehören die gezielte Direktansprache von exzellenten Bewerberinnen durch Führungskräfte des Forschungszentrums und die frühzeitige Förderung von weiblichen Nachwuchsführungskräften, beispielsweise durch Mentoringprogramme (siehe S. 50).
- Im November 2012 richtete das Forschungszentrum Jülich eine Tagung zum Thema „Wettbewerbsvorteil Chancengleichheit – international punkten“ aus, die der Arbeitskreis Frauen in Forschungszentren mit der Helmholtz-Gemeinschaft veranstaltete. Zur Eröffnung sprach Londa Schiebinger, John L. Hinds Professor of History of

Science at Stanford University, über „Gendered Innovations in Science, Medicine and Engineering“. In Podiumsdiskussionen wurden neue Ideen und Maßnahmen zur Chancengleichheit diskutiert.

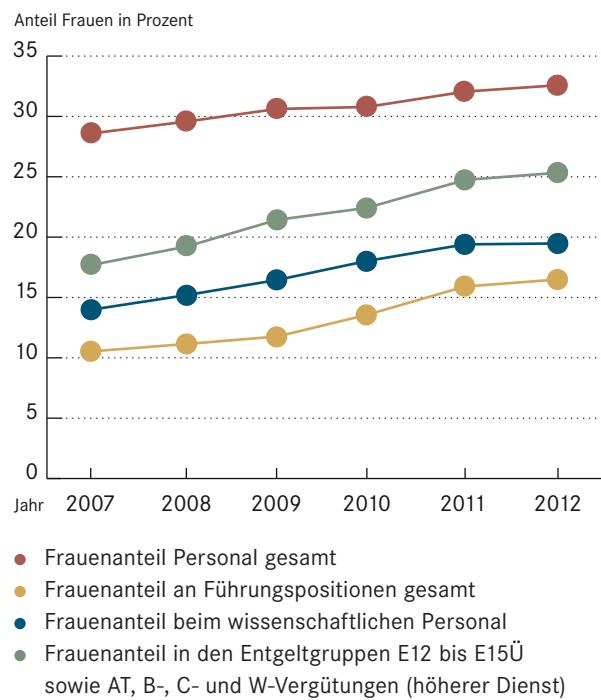
- Ein wesentliches Element, um Eltern zu unterstützen, sind die Betreuungsmöglichkeiten für Kinder, die das Forschungszentrum Jülich seinen Beschäftigten anbietet und vermittelt – vom Eltern-Kind-Arbeitszimmer über eine Krabbelgruppe und die Kindertagesstätte „Kleine Füchse“ bis zu einem organisierten Betreuungsprogramm während der Schulferien. 2012 ergab eine Umfrage zum Betreuungsbedarf, dass die Eltern sich durchweg einen weiteren Ausbau dieser Angebote wünschen.

- Personalübersicht in Köpfen zum 31.12.2012

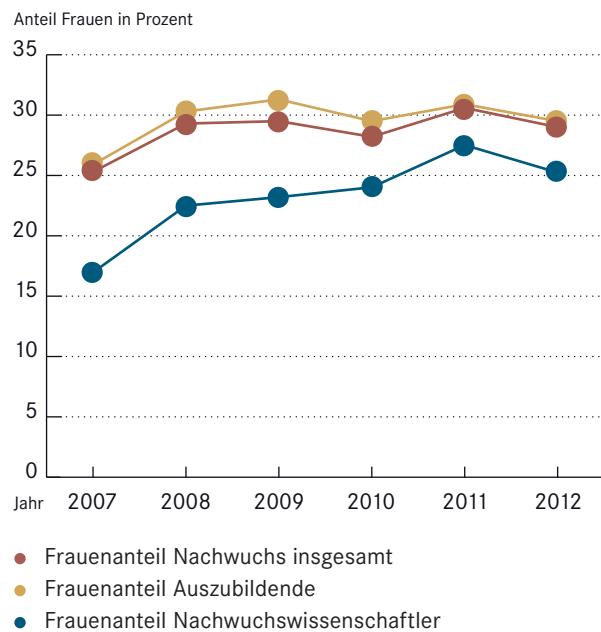
Bereich	Anzahl zum 31.12.2012
<b>Wissenschaftliches und Technisches Personal</b>	<b>3.320</b>
Wissenschaftliches Personal	1.658
• dav. Doktoranden*	469
• dav. Professoren W3: 44, W2: 40, W1: 9	93
Technisches Personal	1.662
<b>Projektträgerschaften</b>	<b>768</b>
<b>Service-Personal und Administration</b>	<b>691</b>
Diplomanden	118
Stipendiaten	36
Ausbildende und Praktikanten	303
<b>Gesamt</b>	<b>5.236</b>

\* Insgesamt (kumulativ, nicht stichtagbezogen) wurden 828 Doktoranden im Jahr 2012 vom Forschungszentrum Jülich betreut.

- Frauenanteil an den Beschäftigten des Forschungszentrums Jülich



- Frauenanteil Nachwuchs



Die Angaben beziehen sich jeweils auf Vollzeitstellen (FTE), die tatsächliche Anzahl an Beschäftigten liegt aufgrund von Teilzeitbeschäftigung also höher.



Am Girls' Day, an dem sich das Schülerlabor JuLab im April 2012 beteiligte, informierten sich 28 Mädchen und junge Frauen über Berufe im naturwissenschaftlich-technischen, handwerklichen und im IT-Bereich.



Nobelpreisträger Prof. Samuel C. C. Ting vom Massachusetts Institute of Technology sprach im Rahmen der „Jülich Lecture“ über das AMS Experiment (ein Teilchendetektor zur Messung kosmischer Strahlung) auf der Internationalen Raumstation ISS. Anlass war die Gründung der neuen Sektion JARA-FAME im Januar 2013. Im Bild (v. l.): Prof. Sebastian M. Schmidt, Vorstandsmitglied Forschungszentrum Jülich, Dr. Wolfgang Schroeder, Prof. Rudolf Maier, Prof. Stefan Schael, Prof. Samuel C. C. Ting, Prof. Hans Ströher, Prof. Henning Gast, Prof. Ulf Meißner und Prof. Achim Stahl.

## Rufe

**Prof. Dr. Evgeny Alekseev** vom Institut für Energie- und Klimaforschung wurde als Juniorprofessor für „Festkörperchemie der Actiniden“ an die RWTH Aachen berufen.

**Dr. habil. J. Sabine Becker** vom Zentralinstitut für Engineering, Elektronik und Analytik hielt im Rahmen einer Gastprofessur Vorlesungen an der Vanderbilt University in Nashville, USA.

**Prof. Rüdiger-A. Eichel** vom Institut für Energie- und Klimaforschung ist im Rahmen des Jülicher Modells an die RWTH Aachen auf den Lehrstuhl für „Materialien und Prozesse für Energiewandlung und -speicherung“ berufen worden.

**Prof. Dr. med. Christoph Fahlke** ist als Direktor des Institute of Complex Systems-4 und zugleich auf eine Professur der Universität Düsseldorf berufen worden.

**Dr. Julia Frunzke**, Leiterin einer Helmholtz-Nachwuchsgruppe am Institut für Bio- und Geowissenschaften, erhielt einen Ruf an die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf zur Junior-Professorin (W1) für das Fach „Signaltransduktion und Populationsheterogenität in industriellen Mikroorganismen“.

**Dr. Susanne Aileen Funke** vom Institute of Complex Systems erhielt einen Ruf auf eine W2-Professur für das Lehrgebiet „Bioanalytik – Molekularbiologie“ der Hochschule Coburg.

**Prof. Dr. Werner Lehnert** vom Institut für Energie- und Klimaforschung erhielt einen Ruf auf eine W2-Professur an die Fakultät für Maschinenwesen der RWTH Aachen für das Lehrgebiet „Modellierung in der Elektrochemischen Verfahrenstechnik“ im Rahmen des Jülicher Modells.

**Prof. Dr. Andreas Offenhäusser** vom Peter Grünberg Institut übernahm bis 2015 eine Gastprofessur am Shanghai Institute of Microsystems and Information Technology der Chinese Academy of Sciences.

**Prof. Dr. Uwe Rascher** vom Institut für Bio- und Geowissenschaften ist von der Universität Bonn zum Universitätsprofessor W2 für „Quantitative Physiologie von Nutzpflanzen“ ernannt worden.

**Prof. Dr. Abigail Rhodes-Morrison** vom Institut für Neurowissenschaften und Medizin ist auf eine W2-Professur an der Ruhr-Universität Bochum auf dem Gebiet „Functional Neural Circuits“ berufen worden.

**Dr. Günter Subklew** vom Institut für Bio- und Geowissenschaften hat eine Gastprofessur an der Tongji-Universität Shanghai erhalten und ist Mitglied des College of Environmental Science and Engineering.

**Prof. Dr. Knut Urban** vom Peter Grünberg Institut ist erster Inhaber der neu geschaffenen JARA-Seniorprofessur.

**Prof. Karl Zilles**, ehemaliger Direktor des Instituts für Neurowissenschaften und Medizin, übernahm an der RWTH Aachen eine JARA-Seniorprofessur.

## Gemeinsame Berufungen mit Hochschulen

### ● Berufungen insgesamt (Stand 31.12.2012)

Universität	Jülicher Modell	invers	Summe
FH Aachen	8		8
HHU Düsseldorf	11	3	14
RWTH Aachen	37	7	44
Uni Bochum	4		4
Uni Bonn	7	3	10
Uni Duisburg-Essen	1		1
Uni Köln	7	1	8
Uni Münster	1		1
Uni Regensburg	1		1
Uni Stuttgart	1		1
Uni Wuppertal	3		3
<b>Summe</b>	<b>81</b>	<b>14</b>	<b>95</b>

### ● Neuberufungen 2012

Universität	Jülicher Modell	invers	Summe
HHU Düsseldorf	2	1	3
RWTH Aachen	6	1	7
Uni Bochum	1		1
Uni Bonn	2		2
Uni Köln	1		1
Uni Stuttgart	1		1
<b>Gesamt</b>	<b>13</b>	<b>2</b>	<b>15</b>

Erfasst sind nur die nach dem Jülicher Modell und die nach dem inversen Jülicher Modell auf W1-, W2- oder W3-Positionen berufenen Professor/innen, inkl. GRS.

Jülicher Modell: Institutsdirektor/innen des Forschungszentrums werden in einem gemeinsamen Berufungsverfahren auf eine Professur an einer Partnerhochschule berufen und von der Hochschule für die Tätigkeit als Institutsleiter/in im Forschungszentrum Jülich freigestellt.

Inverses Jülicher Modell: Hauptamtlich an der Hochschule tätige Professor/innen arbeiten in Jülich als Institutsdirektor/innen im Nebenamt.

## JARA-Seniorprofessuren

**Prof. Dr. Knut Urban** ist der erste Inhaber der neu geschaffenen JARA-Seniorprofessur. Sie wird von der RWTH Aachen an herausragende Wissenschaftler verliehen, die damit auch nach der Pensionierung die Möglichkeit haben, ihre Forschung sowohl an der RWTH Aachen als auch am Forschungszentrum Jülich weiterzuführen. Ziel ist es auch, damit den Austausch und die Zusammenarbeit zwischen erfahrenen und jungen Wissenschaftlern zu unterstützen. Die Auszeichnung wurde dem emeritierten Direktor des Ernst Ruska-Centrum für Mikroskopie und Spektroskopie mit Elektronen im Januar 2012 auf der Veranstaltung „RWTH transparent“ verliehen. Der Rektor der RWTH Aachen, Prof. Dr. Ernst Schmachtenberg, und der Vorstandsvorsitzende des Forschungszentrums Jülich, Prof. Dr. Achim Bachem, überreichten die Ernennungsurkunde.

Der international renommierte Neurowissenschaftler und Mediziner **Prof. Karl Zilles** übernahm im Januar 2013 an

der RWTH Aachen eine JARA-Seniorprofessur. Karl Zilles war von 1998 bis 2002 zunächst als Direktor des Instituts für Medizin, danach bis Ende 2012 als Direktor des Instituts für Neurowissenschaften und Medizin am Forschungszentrum Jülich tätig. Parallel leitete er das C. & O. Vogt Institut für Hirnforschung an der Universität Düsseldorf.



Seit August 2007 intensivierte Zilles zudem im Rahmen des neu gegründeten Hirnforschungsverbunds JARA-BRAIN seine Zusammenarbeit mit der Klinik für Psychiatrie, Psychotherapie und Psychosomatik am Universitätsklinikum Aachen, die er nun im Rahmen der JARA-Seniorprofessur fortführt.



*Mit einer JARA-Seniorprofessur bleiben sie am Forschungszentrum Jülich und an der RWTH Aachen aktiv: Prof. Knut Urban (li.) und Prof. Karl Zilles (re.).*

# Ausbildung mit Perspektive

Hohes Engagement in der Berufsausbildung sichert den Fachkräftenachwuchs im Forschungszentrum und unterstreicht die Verantwortung für die Region. Mit praxisnahen, hochqualifizierten Ausbildungsgängen, oft verbunden mit internationalen Praktika, bietet Jülich seinen Auszubildenden beste Zukunftschancen. Sechs Ausbildungsgänge lassen sich sogar mit einem Studium kombinieren.

Wer am Forschungszentrum Jülich einen Beruf erlernen will, hat die Wahl: Ob es eine naturwissenschaftliche, technische oder kaufmännische Ausbildung sein soll oder ob vielleicht ein Abschluss als Mediengestalter das Ziel ist: 24 verschiedene Ausbildungsberufe werden angeboten. Im Jahr 2012 hat das Forschungszentrum zudem die Zahl der Ausbildungsplätze von 88 auf 115 angehoben. Von diesen neu eingestellten Azubis nutzen 36 die Möglichkeit, zugleich ein Studium in einem dualen Studiengang zu beginnen.

Die Qualität der Jülicher Ausbildung hat sich 2012 erneut bestätigt: Die große Mehrheit der Auszubildenden bestand die Abschlussprüfung mit gutem

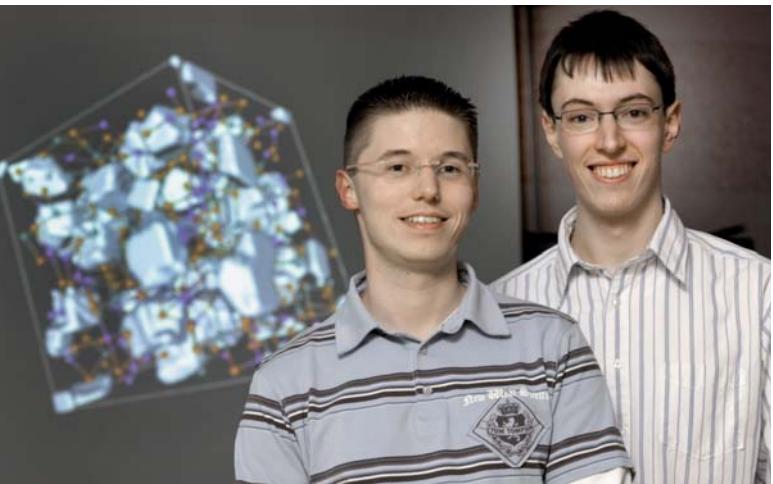
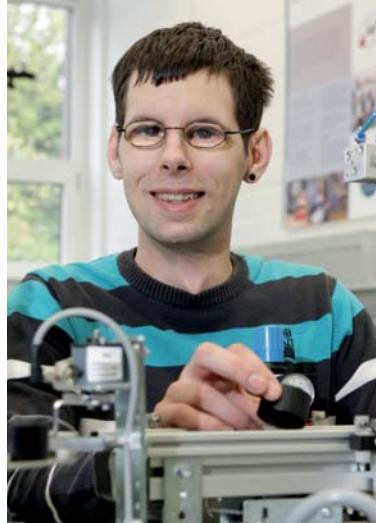
oder sehr gutem Ergebnis. So hatten von den 39 Azubis, die der Leiter des Geschäftsbereichs Personal, Dr. Mathias Ertinger, im Juli 2012 ins Berufsleben entließ, 24 ein „gut“, 8 sogar ein „sehr gut“ auf dem Zeugnis stehen. Bei den 40 Prüflingen im Februar 2012 gab es fünfmal „sehr gut“, zwölfmal „gut“. Darunter waren gleich vier herausragende Abschlüsse: Vanessa Derichs, Carsten Graf, Ingo Heimbach und Florian Rhiem gehören zu den besten Auszubildenden Deutschlands. Die Werkstoffprüferin, der Industrieelektriker und die beiden Mathematisch-technischen Softwareentwickler (MATSE) aus dem Forschungszentrum Jülich haben im bundesweiten Vergleich die besten Abschlussprüfungen abgelegt.

In vielen Berufen ist heute internationale Kompetenz gefragt. Die zukünftigen Industriemechaniker erwarben auch in 2012 eine zertifizierte Zusatzqualifikation „Euregiokompetenz“ und steigerten so ihre Chancen auf dem grenzüberschreitenden Arbeitsmarkt. Im Rahmen der Ausbildung absolvierten sie zwei Auslandspraktika am Technisch Institut Heilig Hart in Hasselt (Belgien). Weitere Azubis nahmen an Praktika in Spanien, Frankreich und Schweden teil.

Das Forschungszentrum unterstützt weiterhin kleinere und mittlere Unternehmen der Region bei der Berufsausbildung, etwa durch spezielle Fachkurse und ein kooperatives Modell der Verbundausbildung. 13 neue langfristige Kooperationsverträge wurden 2012 geschlossen. Fortgesetzt wurde die Kooperation mit dem Freshman-Institute der FH Aachen: 39 Jugendliche erwarben in englischsprachigen Praktika Kenntnisse in technischem Zeichnen, dem Umgang mit Elektrotechnik, Mechanik und Chemie – und damit beste Voraussetzungen für ein Studium.



*Start frei ins Berufsleben: 28 Mathematisch-Technische Software-Entwickler (MATSE) haben am 28 September 2012 ihre Ausbildung erfolgreich abgeschlossen.*



### ● Ausbildungsplätze – Neueinstellungen 2012

Laborantenberuf	<b>29</b>	inkl. Studium	<b>6</b>
Elektroberufe	<b>23</b>	-	<b>-</b>
Metallbearbeitende Berufe	<b>12</b>	inkl. Studium	<b>2</b>
Techn. Produktdesigner	<b>3</b>	-	<b>-</b>
Kaufmännische Berufe	<b>15</b>	inkl. Studium	<b>3</b>
Math.-Techn.			
Softwareentwickler	<b>25</b>	inkl. Studium	<b>25</b>
Sonstige	<b>8</b>	-	<b>-</b>
Summe	<b>115</b>	inkl. Studium	<b>36</b>
			(31,3 Prozent)

*Vanessa Derichs (o. li.), Carsten Graf (o. re.), Ingo Heimbach (u. li.) und Florian Rhiem gehörten 2012 zu den besten Auszubildenden Deutschlands. Die Werkstoffprüferin, der Industrieelektriker und die beiden Mathematisch-Technischen Softwareentwickler (MATSE) aus dem Forschungszentrum Jülich haben im bundesweiten Vergleich die besten Abschlussprüfungen in ihren Berufen abgelegt.*

### ● Duale Studiengänge – eine Übersicht

	Gesamtdauer	IHK-Prüfung	Bachelor-Abschluss	Zeitraum zw. IHK-Prüfung und Bachelor-Abschluss
Bachelor of Scientific Programming + Mathematisch-Technischer Softwareentwickler/-in (MATSE), IHK	3 Jahre	Ende 3. Ausbildungsjahr	nach 6 Semestern	ca. 2 Monate
Chemie: Bachelor of Science oder Bachelor of Engineering + Chemielaborant/-in, IHK	4 Jahre	nach 3 Jahren	nach 8 Semestern	0,5 – 1 Jahr
Bachelor of Physical Engineering + Physiklaborant/-in, IHK	4 Jahre	nach 3,5 Jahren	nach 8 Semestern	ca. 6 Monate
Bachelor of Mechanical Engineering + Industriemechaniker/-in, IHK	4 Jahre	nach 2,5 Jahren	nach 8 Semestern	ca. 1,5 Jahre
Bachelor of Electrical Engineering + Elektroniker/-in für Betriebstechnik, IHK	4 Jahre	nach 2,5 Jahren	nach 8 Semestern	ca. 1,5 Jahre
Bachelor of Arts in Business Administration + Kaufmann/Kauffrau für Bürokommunikation, IHK	3,5 Jahre	nach 3 Jahren	nach 7 Semestern	ca. 6 Monate
Bachelor of Applied Sciences, nach IHK-Abschluss Biologielaborant/-in		2 Jahre berufsbegleitend, beginnend erst nach der Berufsausbildung		
Bachelor of Applied Sciences, nach IHK-Abschluss Chemielaborant/-in		2 Jahre berufsbegleitend, beginnend erst nach der Berufsausbildung		

# Wissenschaftlicher Nachwuchs

Junge, talentierte Forscherinnen und Forscher aus Deutschland, Europa und aller Welt finden in Jülich hervorragende Startbedingungen für ihre wissenschaftliche Laufbahn vor: Mit Ferienschulen, an denen auch schon Studierende teilnehmen können, einer strukturierten Förderung vor und nach der Promotion und früher wissenschaftlicher Selbstständigkeit für Nachwuchskräfte.

**D**as Forschungszentrum Jülich, das jährlich mehr als 120 Diplomandinnen und Diplomanden betreut, ist an innovativen Studiengänge beteiligt. Mit der Fachhochschule Aachen wurden die Masterstudiengänge „Energy-Systems“ und

„Technomathematik“ aufgebaut sowie der Bachelorstudiengang „Scientific Programming“. Gemeinsam mit der RWTH Aachen bietet Jülich den Masterstudiengang „Simulation Sciences“ an und die Möglichkeit zur Promotion im Rahmen der German Research School for

Simulation Sciences (GRS). Die Chance, in Jülich zu promovieren, ist international begehrte: 29 Prozent der Doktoranden stammten 2012 aus dem Ausland, darunter 47 aus China, 28 aus Russland und 14 aus Indien.

## Jülicher Postdocs vorn

Mit einem 2012 erstmals ausgeschriebenen Förderprogramm unterstützt die Helmholtz-Gemeinschaft frisch promovierte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler beim Einstieg in die akademische Laufbahn ([www.helmholtz.de/jobs\\_talente/postdoc\\_programm/](http://www.helmholtz.de/jobs_talente/postdoc_programm/)). In einem mehrstufigen Wettbewerbsverfahren mit externer Begutachtung, auch

durch internationale Experten, überzeugten von 86 Bewerbern aus dem In- und Ausland 22 Wissenschaftlerinnen und 15 Wissenschaftler durch ihr Forschungsvorhaben. Mit sieben erfolgreichen Kandidatinnen und Kandidaten ist das Forschungszentrum Jülich von allen Helmholtz-Zentren am stärksten im Förderprogramm vertreten. Sie erhielten

Förderzusagen in Höhe von 100.000 bis 200.000 Euro. Mit den für zwei bis drei Jahre bewilligten Geldern können sie ein selbst definiertes Projekt verfolgen, um sich in ihrem Forschungsgebiet zu etablieren. Dabei stellt ihnen das Forschungszentrum Jülich für die Anfangsphase eine Mentorin oder einen Mentor zur Seite.

## Ja, wo laufen sie denn – Elektronen mal ganz anders

In weniger als zehn Minuten ein Rätsel der Materie erläutern – was unmöglich scheint, gelang dem Jülicher Doktoranden Robert Frielinghaus vom Peter Grünberg Institut beim Wissenschaftsfestival „Highlights der Physik“ in Göttingen. Mit Hilfe von Bierflaschen, Fahrstühlen und ein bisschen Loriot erklärte der 28-jährige Physiker, wie „Paul, das Elektron“ sich durch winzige Nanostrukturen bewegt. Das Publikum war begeistert und wählte ihn im September 2012 zum Sieger des „Einstein-Slam“ – einem Wettbewerb um den besten Kurzvortrag mit wissenschaftlichem Gehalt und Unterhaltungswert. Wer das Vergnügen auch genießen will, guckt hier

[www.youtube.com/watch?v=K91Hq2h0qZY](http://www.youtube.com/watch?v=K91Hq2h0qZY)

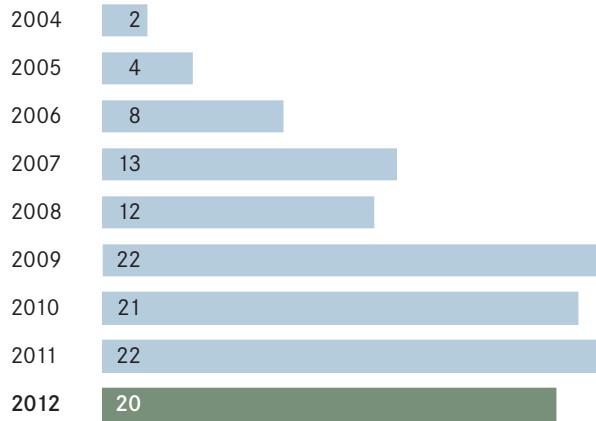


*Robert Frielinghaus kann Physik höchst unterhaltsam erklären und gewann damit beim „Einstein-Slam“.*

## Unabhängiger Nachwuchs

Mit verlässlichen Karriereperspektiven, früher wissenschaftlicher Selbstständigkeit und sehr guten Arbeitsbedingungen zieht Jülich hervorragende Nachwuchswissenschaftler und Nachwuchswissenschaftlerinnen aus dem In- und Ausland an. Neben der Leitung einer eigenen Nachwuchsgruppe können sie auch Lehrerfahrung sammeln. Nach erfolgreicher Evaluation ihrer Leistungen im vierten Jahr erhalten sie eine feste Anstellung (Tenure). Im Jahr 2012 wurden erneut zwei Gruppenleiter auf unbefristete Stellen übernommen. Auch hier wird deutlich: Jülicher Nachwuchs ist international: Zwölf der jungen Gruppenleiterinnen und -leiter stammen nicht aus Deutschland, sondern aus Algerien, Belgien, China, Indonesien, den Niederlanden, Russland, der Schweiz, Serbien, Spanien oder der Ukraine. Von den 20 Nachwuchsgruppenleiter/innen haben sieben eine eine Juniorprofessur an einer Universität inne. 40 Prozent der Nachwuchsgruppen wurden 2012 von Frauen geleitet. Fortgeführt wurde

- Anzahl Nachwuchsgruppen in Jülich von 2004-2012  
Die Zahlen umfassen Helmholtz-Nachwuchsgruppen, Jülicher Nachwuchsgruppen, sowie aus Drittmittel geförderte Nachwuchsgruppen



auch 2012 das Programm TANDEMplus, ein Mentoring-Projekt, mit dem das Forschungszentrum Jülich, die RWTH Aachen und das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) gemeinsam die Karriere von Nachwuchswissenschaftlerin-

nen fördern. 2012 hat der dritte Durchgang begonnen, bei an dem wieder fünf Jülicher Teilnehmerinnen dabei sind. Am HGF-Mentoring-Programm „In Führung gehen“ beteiligten sich 2012 zwei Wissenschaftlerinnen aus Jülich.

## Sommer- und Winterschulen 2012

Mit 531 Teilnehmerinnen und Teilnehmern fanden die Sommer- und Winterschulen für Studierende und junge Wis-

senschaftler 2012 wieder großen Anklang. Rund die Hälfte von ihnen kam aus dem Ausland. Auch hier zeigte sich,

dass die Jülicher Nachwuchsförderung international ausgerichtet ist:

Titel	Anzahl Teilnehmer		davon Anzahl internationale Teilnehmer	
	gesamt	davon weiblich	gesamt	davon weiblich
Summerschool Renewable Energies	22	12	22	12
43rd IFF Spring School Scattering Methods for Condensed Matter Research: Towards Novel Applications at Future Sources	261	63	152	k.A.
Correlated Electrons 2012: From Models to Materials	77	8	34	4
16th JCNS Laboratory Course – Neutron Scattering 2012	59	22	28	15
8. JARA-FIT Ferienpraktikum Nanoelektronik	48	8	k. A.	k. A.
JSC-Gaststudentenprogramm	13	2	4	0
Winterschule Hierarchical Methods for Dynamics in Complexe Molecular Systems	51	12	22	6

## Promovieren und mehr



Nicht nur die hervorragende Forschungsinfrastruktur trägt dazu bei, dass Spitzenkräfte von morgen gerne in Jülich arbeiten. Auch das „Drumherum“ stimmt. So bietet das von den Promovierenden selbst organisierte Studium universale (SU) Veranstaltungen, die nicht allein auf den Forschungsalltag begrenzt sind. Dazu gehören allgemeinpolitische Fragen oder fachübergreifende Themen aus dem Arbeitsalltag – im

März 2013 beispielsweise ein Workshop zum Thema „Copyright und Plagiate“. Das SU will gerade die internationalen Doktoranden dabei unterstützen, Kontakte und Austauschmöglichkeiten zu finden. Treffpunkt zum zwanglosen Gespräch für Diplomanden und Doktoranden aus allen Fachbereichen ist die Students' Lounge „gegenüber“ – Kaffee und Tee gibt's gratis dazu.  
[su@fz-juelich.de](mailto:su@fz-juelich.de)

## Kolloide und Computer, Forschung und Familie – die Welten der Physikerin Marisol Ripoll

Das Wetter mag in Spanien besser sein. Doch Dr. Marisol Ripoll hat es nie bedauert, dass sie aus ihrer südeuropäischen Heimat nach Jülich gezogen ist. Schon ihre Doktorarbeit war ein internationales Projekt an den Universitäten Madrid und Utrecht. Frisch promoviert kam die junge Physikerin dann Ende 2002 ans Forschungszentrum Jülich. Seit 2007 leitet sie am Institute of Complex Systems eine eigene Nachwuchsgruppe. Über das Jülicher Tenure Track Programm, das Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern ermöglicht, frühzeitig unabhängig zu forschen, hat sie nach einer positiven Evaluation inzwischen „Tenure“ erreicht – also eine unbefristete Stelle. Eine ziemlich privilegierte Position, findet sie.

„Schon als Schülerin war ich von der Physik fasziniert“, erinnert sich Marisol Ripoll. Ob das eher als „Fach für Jungen“ galt, war ihr egal. „Für mich gab es nie etwas anderes. Allenfalls Mathematik wäre noch als Studienfach infrage gekommen.“ Auch sei es in Spanien nicht ganz so ungewöhnlich wie in Deutschland, als Frau Physik zu studieren, berichtet sie. Allerdings gelte auch dort: Je theoretischer das Fach und je höher die Position, desto weniger Frauen gibt es.

War es zunächst die Astrophysik, der Blick in die Weiten des Weltalls, der die Studentin fesselte, wandte sie sich bald den ganz kleinen Dingen zu: Heute erforscht Ripoll, wie winzige Partikel sich

in Flüssigkeiten bewegen. „Kolloide“ heißen solche Mixturen. Sie spielen in der Technik eine wichtige Rolle, etwa als Farben oder Bohrflüssigkeiten, aber auch in der Biologie, wo Proteine und Zellen im Plasma schwimmen. Für ihre Untersuchungen mischt Marisol Ripoll indes keine Flüssigkeiten, sondern sitzt sicher auf dem Trockenen: Das Verhalten der Kolloide erforscht sie in Simulationen am Supercomputer. Dabei will sie herausfinden, wie Temperaturunterschiede in einer Flüssigkeit das Verhalten verschiedener darin suspendierter Teilchen beeinflussen. Was geschieht, wenn weitere Faktoren wie etwa die Schwerkraft hinzukommen? Und wie beeinflusst die chemische Zusammensetzung der Teilchen deren Schwimmverhalten? „Das ist keineswegs nur theoretisch interessant“, betont sie. Kürzlich hat ihre Arbeitsgruppe ein Pa-

tent eingereicht für eine „Thermophoretische Kraftmaschine“, die Wärme in Bewegung umwandelt und es so erleichtert, Flüssigkeiten auf kleinstem Raum kontrolliert zu handhaben.

Das Forschungszentrum Jülich ist für Marisol Ripoll der ideale Ort, um vieles zu kombinieren: Theoretische Überlegungen und angewandte Forschung; eigene Computersimulationen und praktische Experimente ihrer Kollegen; Arbeit und Privates. Auch ihr Partner, der aus den Niederlanden stammt, arbeitet am Forschungszentrum, die beiden Töchter besuchen hier die Kindertagesstätte „Kleine Füchse“ und wachsen dreisprachig auf. „Was ‚heiß‘ und ‚kalt‘ bedeutet, lernte die Ältere unlängst im Vorschulprogramm“, berichtet Marisol. „Sie war ganz begeistert, als ich ihr sagte, dass es im Prinzip das ist, womit ich mich in meiner Arbeit beschäftige.“



*Dr. Marisol Ripoll kam aus Spanien nach Jülich. Hier erforscht sie das Verhalten von Kolloiden.*

- Beteiligung des Forschungszentrums Jülich an strukturierter Doktorandenausbildung mit Partneruniversitäten

Federführende Einrichtung	Graduiertenschule/-kolleg	Kooperation/Förderung	Weitere Informationen
Aachen	Aachen Institute for Advanced Study in Computational Engineering Science AICES, Graduiertenschule aus der Exzellenzinitiative*	Aachen, DFG	<a href="http://www.aices.rwth-aachen.de">www.aices.rwth-aachen.de</a>
	Internationales Graduiertenkolleg Gehirn und Verhalten: Neurobiologische Grundlagen von Emotionen bei Patienten mit Schizophrenie und Autismus	Aachen, Jülich, Philadelphia, DFG	<a href="http://www.irtg1328.rwth-aachen.de">www.irtg1328.rwth-aachen.de</a>
	Graduiertenkolleg Biointerface – Detektion und Steuerung grenzflächeninduzierter biomolekularer und zellulärer Funktionen	Aachen, DFG	<a href="http://www.grk-biointerface.de">www.grk-biointerface.de</a>
	Graduiertenkolleg Biokatalyse in unkonventionellen Medien – Ionische Flüssigkeiten, organische Lösungsmittel, überkritische Fluide und Gase als Reaktionsphasen für biokatalysierte Synthesen (BioNoCo)	Aachen, Düsseldorf, DFG	<a href="http://www.bionoco.rwth-aachen.de">www.bionoco.rwth-aachen.de</a>
Bonn	Bonn-Cologne Graduate School of Physics and Astronomy, Graduiertenschule aus der Exzellenzinitiative*	Bonn, Köln, DFG	<a href="http://www.gradschool.physics.uni-bonn.de">www.gradschool.physics.uni-bonn.de</a>
	Graduiertenkolleg: Bionik – Interaktionen über Grenzflächen zur Außenwelt	Bonn, DFG	<a href="http://www.bionikgraduate.uni-bonn.de">www.bionikgraduate.uni-bonn.de</a>
Düsseldorf	BioStruct NRW Research School	Düsseldorf, NRW	<a href="http://www.biostruct.de">www.biostruct.de</a>
	Graduiertenkolleg: Physics of Hot Plasmas	Düsseldorf, DFG	<a href="http://www.laserphy.uni-duesseldorf.de/e618/index_ger.html">www.laserphy.uni-duesseldorf.de/e618/index_ger.html</a>
	Internationales Graduiertenkolleg: The Dynamic Response of Plants to a Changing Environment	Düsseldorf, East Lansing, DFG	<a href="http://www.igrad-pre.uni-duesseldorf.de">www.igrad-pre.uni-duesseldorf.de</a>
	Graduiertenkolleg: Molekulare Ziele von Alterungsprozessen und Ansatzpunkte der Alterungsprävention	Düsseldorf, DFG	<a href="http://www.grk1033.uni-duesseldorf.de">www.grk1033.uni-duesseldorf.de</a>
	Graduiertenkolleg iGRASPseed	Düsseldorf	<a href="http://igrasp.lwdb.de/welcome">http://igrasp.lwdb.de/welcome</a>
Dortmund	NRW-Forschungsschule: Forschung mit Synchrotronstrahlung in den Nano- und Biowissenschaften	TU Dortmund	<a href="http://www.tu-dortmund.de/uni/Forschung/Nachwuchsförderung/NRW-Forschungsschulen/index.html">www.tu-dortmund.de/uni/Forschung/Nachwuchsförderung/NRW-Forschungsschulen/index.html</a>
Forschungszentrum Jülich	Helmholtz-Kolleg BioSoft Biophysics and Soft Matter	Köln, Bonn/Caesar, Düsseldorf	<a href="http://www.ihrs-biosoft.de">www.ihrs-biosoft.de</a>
	German Research School for Simulation Sciences (GRS): gemeinsame Ausbildung von Studierenden und Doktoranden; Gemeinschaftseinrichtung (GmbH) der RWTH Aachen und des Forschungszentrums Jülich	Aachen, Helmholtz-Gemeinschaft, Land NRW, BMBF	<a href="http://www.grs-sim.de">www.grs-sim.de</a>
	Helmholtz-Graduiertenschule für Energie und Klima: Helmholtz Interdisciplinary Doctoral Training in Energy and Climate (HITEC)	Aachen, Bochum, Düsseldorf, Köln, Wuppertal, Helmholtz-Gemeinschaft	<a href="http://www.fz-juelich.de/hitec">www.fz-juelich.de/hitec</a>

\* Das Forschungszentrum Jülich wirkt in Graduiertenschulen und -kollegs an der Ausbildung von Doktoranden mit.

Bereits zum zweiten Mal sind die Graduiertenschulen AICES und die Bonn-Cologne Graduate School im Rahmen der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder erfolgreich. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft fördert die innovativen Ziele und wissenschaftlichen Konzepte für weitere fünf Jahre.

# Wissen weltweit – die Highlights des Jahres 2012

## USA

Mit dem Argonne National Laboratory (ANL) in Illinois wurde ein neuer Vertrag zur Supercomputing-Kooperation geschlossen. Vorstandsmitglied Prof. Sebastian M. Schmidt und Prof. Thomas Lippert vom Jülich Supercomputing Centre (JSC) vereinbarten gemeinsam mit den amerikanischen Partnern, nach Wegen zum Exascale-Computing zu suchen. Geplant sind sowohl ein Austausch als auch ein gemeinsames Nachwuchsprogramm. Physiker am ANL und die Jülicher Institute für Kernphysik und für Simulation forschen gemeinsam an der Schnittstelle zwischen Kern- und Teilchenphysik. Dr. Craig D. Roberts aus Argonne erhielt dafür den Helmholtz International Fellow Award.

A photograph showing four men in professional attire (three in dark suits and one in a light-colored shirt and tie) standing in a row and shaking hands. They appear to be at a formal event or conference. In the background, there is a large, brightly lit display screen showing complex, colorful data visualizations related to scientific research.

A small inset map of the United States where the state of Illinois is highlighted in a darker shade of blue compared to the rest of the country, which is shown in a lighter grey.

## Brasilien

Das Forschungszentrum Jülich baut in Brasilien bei der größten brasilianischen Agrarforschungsgesellschaft EMBRAPA das Labor „LABEX Germany in Brazil“ auf. Der Kooperationsvertrag wurde am 8. Oktober 2012 in Anwesenheit von Annette Schavan, der damaligen Bundesministerin für Bildung und Forschung, unterzeichnet. Die Kooperationspartner entwickeln gemeinsame Forschungsprojekte in den Bereichen Agrikultur, Pflanzenphänotypisierung und Bioinformatik. Jülich verstärkt damit seine Zusammenarbeit mit einem der wichtigsten Länder für die Bioökonomie.

## Georgien

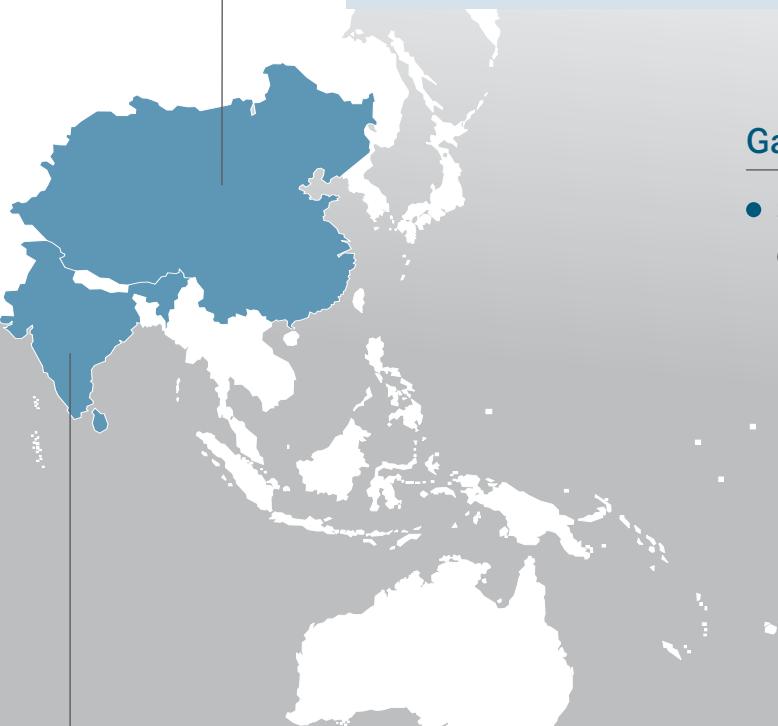
Vorstandsmitglied Prof. Sebastian M. Schmidt über gab während eines Besuchs aus Anlass der Feierlichkeiten zum 90-jährigen Bestehen der Georgischen Technischen Universität (GTU) die Urkunden für drei Doktoranden- und zwei Masterstipendien an georgische Studenten der GTU und der Staatlichen Georgischen Universität Tiflis. Die Kooperationsförderung wird gemeinsam vom Forschungszentrum Jülich und der Georgischen Nationalen Wissenschaftsförderungsorganisation Shota Rustaveli National Science Foundation getragen und wurde 2012 erstmalig ausgeschrieben.

54

Forschungszentrum Jülich | Jahresbericht 2012

## China

2012 startete die Supercomputing-Kooperation mit dem nationalen Zentrum in Tianjin und dem Zentrum der Chinesischen Akademie der Wissenschaften (CNIC) in Beijing. Im September fand der erste trilaterale Workshop „Changes“ mit dem CNIC und der University of Illinois in Jülich statt, der Supercomputing Experten aus Europa, China und den USA zusammenbrachte. Weiterhin wurde eine Arbeitsgruppe des gemeinsamen Forschungslabors des Shanghai Institute für Mikroelektronik und Informationstechnologie (SIMIT) und des Jülicher Instituts für Bioelektronik in der ersten Runde der Helmholtz-CAS Joint Research Group als förderwürdig ausgewählt und so die Grundlage für eine langfristige institutionelle Zusammenarbeit gelegt.

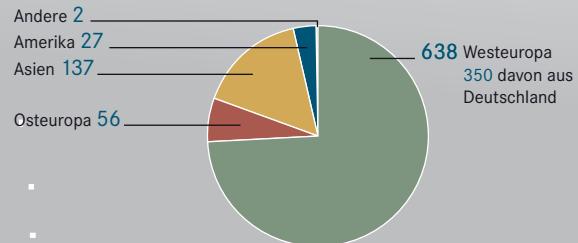


## Gastwissenschaftler

● 2012

Gesamt 860

Anzahl Länder 40



## Indien

Im Mai 2012 wurde eine Jülicher Repräsentanz in Mumbai/Indien eröffnet, die der Ausweitung der wissenschaftlichen Kooperationen mit indischen Forschungseinrichtungen und Hochschulen dient. Dr. Ganesh Shankar vertritt das Forschungszentrum Jülich und ist Ansprechpartner für lokale wissenschaftliche Einrichtungen, Ministerien und Unternehmen. Zu den Aufgaben des Büros gehört es, Kontakte zu Politik, Wissenschaft und Verwaltung anzubauen und zu vertiefen, Bewerbungen indischer Wissenschaftler zu begutachten und die Organisation von Delegationsreisen zu unterstützen.

Das Forschungszentrum gehört außerdem zu den Gründungsmitgliedern des Deutschen Wissenschafts- und Innovationshauses, das im Oktober 2012 in Neu Delhi eröffnet wurde.



# Internationale Kooperationen in der Energieforschung

## H<sub>2</sub>IGCC – Turbinentechnologie zur Nutzung wasserstoffreicher Brenngase |

Gasturbinen sollen wasserstoffreiche Brenngase effizienter nutzen können, wie sie in sogenannten IGCC (Integrated Gasification Combined Cycle)-Kraftwerken entstehen, beziehungsweise Wasserstoff, der zukünftig aus regenerativen Quellen gewonnen wird. Dafür arbeiten 24 Partner aus elf europäischen Staaten im EU-Forschungsprojekt H<sub>2</sub>IGCC zusammen. Sie optimieren die Turbinentechnologie für einen sicheren und emissionsarmen Betrieb. Jülicher Wissenschaftler arbeiten im Teilprojekt „Materials“ an der Entwicklung von Wärmedämm-schichtsystemen mit, die sich durch hohe Lebensdauer und Widerstandsfähigkeit auszeichnen. Das Gesamtbudget des von 2009 bis 2013 laufenden Projekts beträgt 17,8 Millionen Euro.

## EFFIPRO – EU-Projekt für effiziente und robuste Brennstoffzellen |

Neuartige Brennstoffzellen mit keramischen, Protonen leitenden Elektrolyten (PC-SOFCs) sollen bis 2020 verfügbar werden. Dafür entwickeln sieben Projekt-partner aus fünf Ländern im EU-Projekt EFFIPRO stabile und robuste Elektrolyte und Elektroden. PC-SOFCs könnten damit zu einer der wichtigsten Brennstoff-zellen-Technologien werden, hoffen die Forscher. Ihre Ziele sind, die praktische Anwendung solcher Brennstoffzellen zu

beschleunigen, ihren Wirkungsgrad um 10 Prozent zu erhöhen, CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren und längerfristig die Wasserstoffwirtschaft voranzubringen. Das von 2009 bis 2012 laufende Projekt wurde mit 2,5 Millionen Euro aus EU-Mitteln gefördert.

## VITI – Schienen für elektrischen Strom |

Topologische Isolatoren sind im Materialinneren Isolatoren, leiten aber an ihren Oberflächen und Rändern elektrischen Strom wie auf Schienen. In Computern und Handys eingesetzt, könnten sie zukünftig dafür sorgen, dass diese superschnell arbeiten, ohne dabei zu überhitzen. Am 2012 gegründeten Virtuellen Institut für topologische Isolatoren (VITI) erforschen Wissenschaftler aus Deutschland und China gemeinsam diese neuartige Materialien mit großem Potenzial für Anwendungen in den Informationstechnologien. Die Helmholtz-Gemeinschaft fördert das vom Forschungszentrum Jülich koordinierte Vor-haben über drei bis fünf Jahre mit jährlich 600.000 Euro; 300.000 Euro pro Jahr bringen die Partner auf.

## H<sub>2</sub>FC – ein Netzwerk für die Wasserstofftechnologie |

19 Partner aus ganz Europa haben sich im Projekt H<sub>2</sub>FC zusammengetan, um ihre Forschungsinfrastrukturen im Bereich Wasserstofftechnologie und Brenn-

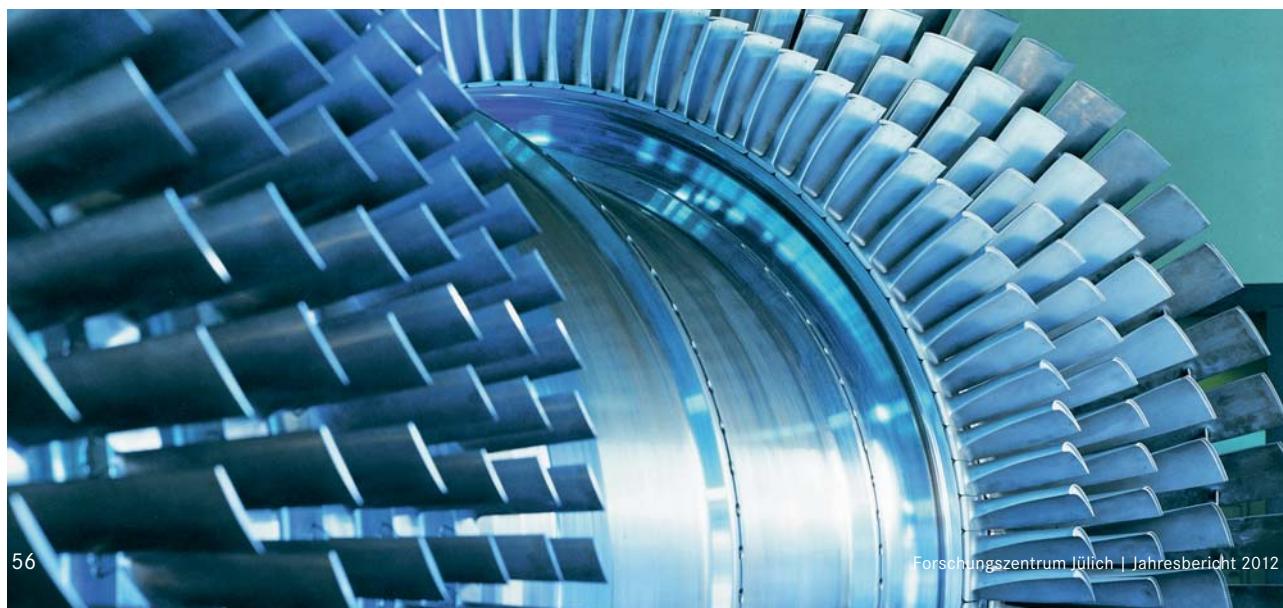
stoffzellen miteinander zu vernetzen.

Gemeinsam genutzte Datenbanken und Versuchsanlagen gehören ebenso dazu wie die koordinierte Ausbildung und Nachwuchsförderung. Das Ende 2011 gestartete Infrastrukturprojekt H<sub>2</sub>FC unter Leitung des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) wird von der Europäischen Kommission innerhalb des 7. Forschungsrahmenprogramms über vier Jahre mit 8 Millionen Euro gefördert. Davon entfallen auf das Jülicher Institut für Energie- und Klimaforschung rund eine halbe Million Euro.

## Verbundprojekt N-KATH – Kathodenmaterialien nach Maß |

Längere Lebensdauer und mehr Leistung bei niedrigen Temperaturen sollen der Festoxidbrennstoffzelle (Solid Oxid Fuel Cell, SOFC) zum Durchbruch verhelfen. Dafür suchen Jülicher Forscher mit russischen Kollegen im Verbundprojekt N-KATH nach neuen, optimierten Werk-stoffen. Das Kathodenmaterial der SOFC wird von den russischen Partnern maßgeschneidert, Jülicher Forscher untersuchen und testen dieses dann. Weiteres Mitglied der Kooperation ist das Unternehmen H.C. Starck Ceramics, das die Zellen für die Versuche zur Verfü-gung stellt. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert das auf drei Jahre angelegte Projekt mit 440.000 Euro.

*Die Optimierung von Gasturbinen zur Nutzung mit wasserstoffreichen Brenngasen ist das Ziel des Projektes H<sub>2</sub>IGCC.*



# Daten & Fakten

Wer sein Wissen teilt, gewinnt. Auf nationaler wie internationaler Ebene arbeitet das Forschungszentrum Jülich mit zahlreichen Partnern aus Wissenschaft und Industrie zusammen – zum gemeinsamen Nutzen. In vielen Projekten übernehmen Jülicher Wissenschaftler dabei Koordinationsaufgaben.

## Nationale Kooperationen

- National geförderte Projekte mit Forschungszentrum Jülich als Koordinator (Beispiele)

Titel	Förderer	Vertragsvolumen Jülich
Deutsches Pflanzen Phänotypisierungs-Netzwerk (DPPN)	BMBF	18.342.495 €
Nanostrukturierte, metallgetragene Keramikmembranen für die Gastrennung in fossilen Kraftwerken (METPORE II)	BMWi	2.029.906 €
Großflächiger Lichteinfang in der Silizium-basierten Dünnschichtsolarzellen-Technologie (LIST) TP: Optische Funktionsschichten und transparente Kontakte	BMU	1.956.628 €
Ekolyser – Neue kostengünstige und nachhaltige Materialien für die PEM-Elektrolyse zur Herstellung von Wasserstoff aus regenerativen Energien	BMWi	1.810.376 €
Helmholtz-Energie-Allianz „Stationäre elektrochemische Feststoffspeicher und -wandler“	HGF	1.275.000 €
Grundlegende Untersuchungen zur Immobilisierung langlebiger Radionuklide mittels Einbau in endlagerrelevante Keramiken (Conditioning)	BMBF	919.706 €
Membran-Elektroden-Einheiten für alkalische PEM-Elektrolyse zur Herstellung von Wasserstoff aus regenerativen Energien (MaPEI)	BMBF	538.748 €
Deutsch-Japanische Kooperation in Computational Neuroscience „Einfluss von top-down Signalen auf den autonomen Sehvorgang: Multi-skalen Analyse von massiv-parallelen Multi-Area-Daten des visuellen Pfades“	BMBF	533.061 €
Ab-initio Entwicklung neuer Kathodenmaterialien (N-KATH)	BMBF	440.258 €
Flexibles Simulationspaket für Mehrphasenströmungen in Brennstoffzellen (FlexSim)	MIWF	389.127 €



*Start des Deutschen Pflanzen Phänotypisierungs-Netzwerks (DPPN), im Bild (v. li.): Prof. Achim Bachem, Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums Jülich, Dr. Martin Frauen, Züchterverband WPI, Prof. Jörg Durner, HMGU, Thomas Rachel MdB, Parlamentarischer Staatssekretär im BMBF, Prof. Thomas Altmann, IPK Gatersleben, Prof. Ulrich Schurr, Institutsleiter am Institut für Bio- und Geowissenschaften, Bereich Pflanzenwissenschaften (IBG-2), des Forschungszentrums Jülich*

- Sonderforschungsbereiche mit Jülicher Beteiligung

2003	11
2004	14
2005	12
2006	14
2007	10
2008	18
2009	15
2010	12
2011	13
<b>2012</b>	<b>10</b>

- National geförderte Kooperationsprojekte mit einer Fördersumme über 2 Millionen Euro

Titel	Förderer	Vertragsvolumen Jülich
Aufbau eines Petaflop-Rechners, Landesförderung	MIWF	44.200.000 €
Aufbau eines Petaflop-Rechners, Förderung über Gauss Centre	BMBF	42.423.000 €
Ausbau eines Petaflop-Rechners, Landesförderung	MIWF	16.000.000 €
High-Energy Storage Ring (HESR) of the future international Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR), Auftrag	BMBF	38.220.000 €
Deutsches Pflanzen Phänotypisierungs-Netzwerk (DPPN)	BMBF	18.342.495 €
Entwicklung und Test von Prototyp-Komponenten für ITER im Forschungszentrum Jülich	BMBF	11.659.446 €
Plattform zur Translatinalen neurologischen Forschung auf Basis eines kombinierten Ultrahochfeld-Magnetresonanz-Positronenemissionstomografen (Entwicklung eines 9,4 Tesla/PET Hybridsystems)	BMBF	9.625.000 €
Mitwirkung an der Re-Design-Phase der ESS von den Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft	BMBF	8.989.980 €
Charakterisierung von lokaler Mikrostruktur und ortsaufgelöster Zusammensetzung für strukturelle und funktionale Materialien neuartiger Energiewandlungs- und -speichersysteme	BMBF	6.506.553 €
German Research School for Simulation Science (GRS)	HGF	6.200.000 €
Elektrochemische Metall-Metalloxid-Hochtemperaturspeicher für zentrale und dezentrale stationäre Anwendungen (MeMo)	BMBF	4.517.690 €
HGF-Initiative Systembiologie; Netzwerk FB Gesundheit The Human Brain Model: Connecting Neuronal Structure and Function across Temporal and Spatial Scales (Netzwerk 7; NW7, Human Brain)	HGF	4.348.800 €
Fuel-Processing Technologie mit BTL und Reformer-Brennstoffzellensysteme (ehemals EFFESYS)	BMWi	4.104.000 €
Virtual Institute for Topological Insulators	HGF	2.900.000 €
Materialien und Komponenten für Batterien mit hoher Energiedichte (MEET Hi-END)	BMBF	2.516.692 €
Helmholtz Interdisciplinary Training in Energy and Climate (HITEC)	HGF	2.400.000 €
CROP.SENSE – Kompetenznetze in der Agrar- und Ernährungsforschung TP: Komplexe Sensorik für Nutzpflanzenforschung, Züchtung und Bestandssteuerung (PhenoCrops) (Ziel-2 EFRE)	BMWi	2.252.739 €
Nanostrukturierte, metallgetragene Keramikmembranen für die Gastrennung in fossilen Kraftwerken (METPORE II)	BMWi	2.029.906 €

2012 war das Forschungszentrum Jülich an 263 national geförderten Projekten beteiligt, davon 125 mit mehreren Partnern. 24 Verbünde wurden vom Forschungszentrum Jülich koordiniert.

## Internationale Kooperationen EU

- Von Jülich koordinierte EU-Projekte  
26 EU-Projekte wurden 2012 vom Forschungszentrum Jülich koordiniert

Akronym	Projekttitle	Vertragsvolumen Jülich
CARBOWASTE	Treatment and Disposal of Irradiated Graphite and other Carbonaceous Waste	1.003.757 €
IAGOS-ERI	In-service Aircraft for a Global Observing System – European Research Infrastructure	614.435 €
RECONCILE	Reconciliation of Essential Process Parameters for an Enhanced Predictability of Arctic Stratospheric Ozone Loss and its Climate Interactions	1.635.728 €
NASAOTM	Nanostructured Surface Activated Ultra-thin Oxygen Transport Membrane	993.758 €
ERASYSBIO+	ERANET for Systems Biology	98.000 €
POLPBAR	Production of Polarized Antiprotons	1.689.900 €
GARNICS	Gardening with a Cognitive System	995.186 €
PRACE-1IP	First Implementation Phase of the European High-Performance Computing Service PRACE	1.977.400 €
ESMI	European Soft Matter Infrastructure	2.774.539 €
SIINN	Safe Implementation of Innovative Nanoscience and Nanotechnology	374.218 €
MARTEC II	Maritime Technologies	558.912 €
ECO-INNOVERA	ERA-NET on ECO-INNOVATION – Boosting Eco-innovation through Joint Cooperation in Research and Dissemination	460.505 €
HOPSA-EU	Holistic Performance System Analysis-EU	315.550 €
PRACE-2IP	PRACE - Second Implementation Phase Project	1.037.155 €
DEEP	Dynamical Exascale Energy Platform	1.108.537 €
MMLCR-SOFC	Working towards Mass-Manufactured, Low-Cost and Robust SOFC stacks	583.848 €
FASTTRACK	Fast Track – Accelerated Development and Prototyping of Nano-technology-based High-efficiency Thin-film Silicon Solar Modules	2.178.251 €
EPPN	European Plant Phenotyping Network	1.615.853 €
MAOROBOTS	Methylaluminoxane (MAO) Activators in the Molecular Polyolefin Factory	1.002.000 €
SOFC LIFE	Solid Oxide Fuel Cell Integrating Degradation Effects Into Lifetime Prediction Models	575.000 €
SIINN	Safe Implementation of Innovative Nanoscience and Nanotechnology	370.000 €
CASYM	Coordinating Action Systems Medicine – Implementation of Systems Medicine across Europe	722.700 €
PRACE-3IP	PRACE Third Implementation Phase	1.190.367 €
SOMATAI	SOFT Matter AT Aqueous Interfaces	597.200 €
SILICON LIGHT	Improved Material Quality and Light Trapping in Thin-film Silicon Solar Cells	185.858 €
ERASYNBIO	Development and Coordination of Synthetic Biology in the European Research Area	446.000 €

\* Abweichend vom Jahresbericht des Vorjahrs, der lediglich die im Geschäftsjahr neuen EU-Projekte erfasste, ist hier die Gesamtteilnahme des Forschungszentrums Jülich am 7. Forschungsrahmenprogramm der EU dargestellt.

- EU geförderte Projekte mit Jülicher Beteiligung in 2012 – Fördersumme über 1 Million Euro

Titel	Vertragsvolumen Jülich
MAO-ROBOTS Methylaluminoxane (MAO) Activators in the Molecular Polyolefin Factory	1.001.862 €
CARBOWASTE – Treatment and Disposal of Irradiated Graphite and other Carbonaceous Waste	1.003.757 €
PATHOGENOMICS ERA-NET Coord. Action	1.022.599 €
NMI3 neu	1.078.820 €
SOFC600 – SOFC for Operation at 600 °C – IP	1.086.313 €
DEEP	1.108.495 €
PEGASOS	1.329.993 €
EPPN – European Plant Phenotyping Network	1.615.852 €
CILIA Integrated Project	1.633.310 €
RECONCILE – Reconciliation of Essential Process Parameters for an Enhanced Predictability of Arctic Stratospheric Ozone Loss and its Climate Interactions	1.635.728 €
POLPBAR	1.689.900 €
Fast Track – Accelerated Development and Prototyping of Nano-technology-based High-efficiency Thin-film Silicon Solar Modules	2.178.251 €
ESMI (während Proposalphase: EFAST)	2.774.539 €
HPC for FUSION; Notification on Priority Support; A Dedicated European High-Performance Computer for Fusion Applications (JU-EUROPA-FF) CCE-FU 42/8.4.b/endorsed by EFDA-SC 7-MAY-08 as a „specific cooperative project“ according to Article 5.1.1	3.600.000 €
PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe) -1IP	1.997.400 €
PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe) -2IP	1.037.155 €
PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe) -3IP	1.190.367 €

\* Abweichend vom Jahresbericht des Vorjahrs, der lediglich die im Geschäftsjahr neuen EU-Projekte erfasste, ist hier die Gesamtteilnahme des Forschungszentrums Jülich am 7. Forschungsrahmenprogramm der EU dargestellt.

- Beteiligung des Forschungszentrums Jülich an EU-Programmen innerhalb des 7. Forschungsrahmenprogramms\*

EU-Programm	Zahl der bewilligten Projekte	EU-Fördersumme (in Tausend Euro)
Health	4	520
Food, Agriculture and Biotechnology	12	1.817
Information and Communication Technologies	13	5.070
Nano, Materials and Production	19	9.947
Energy	13	4.920
Environment	7	4.127
Space	4	1.420
Euratom (including Intra-European Training Fellowships (EIF))	11	3.294
Research Infrastructures	32	25.193
ERC	2	2.092
Marie Curie (Host Driven-Action)	8	3.600
Miscellaneous in FRP 7 (Eranet INTAS, etc.)	30	8.447
<b>FRP 7 gesamt</b>	<b>155</b>	<b>70.447</b>

\* Hier ist die Gesamtteilnahme des Forschungszentrums Jülich am 7. Forschungsrahmenprogramm dargestellt

*Mess-Sonde an der Lufthansa A340-300 Viersen, D-AIGT, für das vom Forschungszentrum Jülich koordinierte Klimaforschungsprojekt IAGOS (In-service Aircraft for a Global Observing System).*



## Industriekooperationen

- Wichtige Industriekooperationen des Forschungszentrums Jülich 2012

Projekt	Industriepartner
Zusammenarbeitsvertrag zu MoBiChip	ABX advanced biochemical compounds
Effiziente ökologische Flugzeugsysteme der nächsten Generation (Efficient Ecological Aircraft Systems) EFFESYS	Airbus Deutschland GmbH; Pfalzwerke Aerospace AG; Nord-Micro AG & Co. OHG; EADS; Diehl Aerospace GmbH; AOA Apparatebau Gauting GmbH
Flexible Simulation von Brennstoffzellen (FLEXSIM)	Aixprocess Verfahrens- und Strömungstechnik
Untersuchungen zur fermentativen Herstellung von L-Leucin unter Nutzung von Mikroorganismen	Amino GmbH
„GDL-Beschichtungen für HAT-PEFC“ und „Bindung und Freisetzung von Pflanzen-schutzmitteln aus Biofiltermaterialien“	BASF SE
Improved Plant Phenotyping under Various Environmental Conditions	BAYER Bioscience N.V.
Solarzellen auf Basis von flüssigprozes-sierbaren Si- und/oder Ge-Verbindungen	Evonik Degussa GmbH
Membran-Elektroden-Einheiten für alkalische PEM-Elektrolyse zur Herstellung von Wasserstoff aus regenerativen Energien; MaPEI	FuMA-Tech GmbH
Biotechnische Wege zu funktionellen Polymer- und Oligomerprodukten: Herstellung von adhäsiven Peptiden	Henkel KGaA
Exascale Innovation Center ( EIC ) mit IBM	IBM Deutschland Research and Development GmbH
Exacluster Lab (ECL) mit INTEL und PARTEC (Jülich Open Innovation Lab for Cluster Supercomputing Design and – Evaluation)	Intel GmbH
Kosteneinsparung und Optimierung von Glasfolien zur Abdichtung in der SOFC-Technik, GLASSeal	Kerafol GmbH
NVIDIA Application Lab zur Beschleuni-gung wissenschaftlicher Anwendungen mit Grafikprozessoren	NVIDIA GmbH
JuRoPA-3: Development of an HPC-Sys-tem with T-Platforms Cluster-Architecture and ParaStation Cluster Middleware Partner: Partec (D), T-Platforms (RU)	ParTec Cluster Competence Center GmbH
Cultivation, Measurement, Modeling and Simulation of 13-C-labeling Experiments Using Penicillium chrysogenum	Sandoz GmbH
„Charakterisierung von Metall-Metallocid-Hochtemperaturspeichern“ und „MRT-PET“	Siemens AG
Kompetenzzentrum für innovative PV-Modultechnik NRW-Ziel 2	TÜV Immissionsschutz und Energie-systeme GmbH

- Anzahl Industriekooperationen

Jahr	national	inter-national	gesamt
2004	201	83	284
2005	190	123	313
2006	222	103	325
2007	151	77	228
2008*			
2009	264	60	324
2010	260	65	325
2011	274	60	334
2012	284	79	363

\* 2008 wegen Wechsel des Erfassungssystems nicht dargestellt

# Mission Gehirn: Das Human Brain Project

Europa bündelt seine wissenschaftliche Kompetenz für das Ziel, das menschliche Gehirn auf einem Supercomputer der Zukunft zu simulieren und es so auf allen Ebenen zu verstehen – angefangen bei den Molekülen bis hin zum Zusammenspiel ganzer Hirnregionen. Die EU hat das Human Brain Project am 28. Januar 2013 zum „Flaggschiff“ (engl. Flagship) des Programms „Future and Emerging Technologies“ erhoben und fördert es in den nächsten zehn Jahren mit bis zu einer Milliarde Euro. Das Projekt vereint Forscher aus über 80 wissenschaftlichen Einrichtungen in 23 Ländern. Wesentlich beteiligt sind das Forschungszentrum Jülich und seine regionalen Forschungspartner der Jülich Aachen Research Alliance (JARA), der Universitäten Düsseldorf und Wuppertal sowie der German Research School for Simulation Sciences (GRS).

Einerseits bringen die Jülicher Forscher ihr Know-how beim Höchstleistungsrechnen ein. So entwickeln die Experten des Jülicher Supercomputing Centre (JSC) gemeinsam mit Kooperationspartnern neue Supercomputer, die mehr als eine Trillion Rechenoperationen pro Sekunde (Exaflop/s) durchführen können, sowie die passende Software. Solche Rechner werden benötigt,

um die gewaltige, weltweit vorhandene Datenmenge über das Gehirn zu verarbeiten. Bis 2020 soll ein entsprechender „Human Brain“-Supercomputer installiert werden.

## Gehirnatlas als Navigationssystem

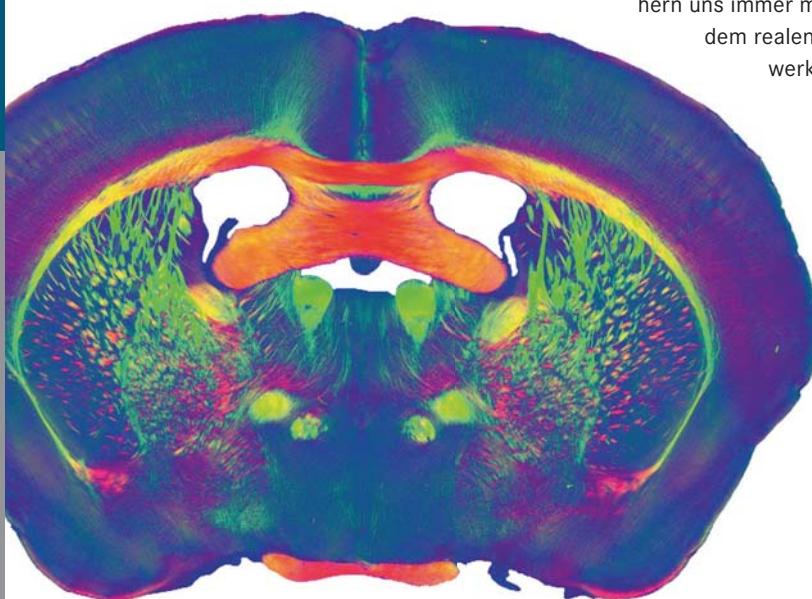
Andererseits werden die Jülicher Forscher des Instituts für Neurowissenschaften und Medizin (INM) neue Erkenntnisse über den Aufbau und die Arbeitsweise einzelner Nervenzellen, ganzer Nervenzellverbünde und großer Netzwerke gewinnen. „Wir erstellen ein virtuelles menschliches Gehirn, in dem die räumliche Organisation von der Ebene des Moleküls bis zum komplexen Funktionssystem erfasst wird. Dieser multimodale Gehirnatlas wird das Navigationssystem des Human Brain Projects werden“, sagt Prof. Katrin Amunts, Direktorin des INM. Prof. Markus Diesmann, ebenfalls Direktor des INM, arbeitet an der Schnittstelle zwischen medizinischer Forschung und Simulationstechnologie: „Wir untersuchen Prozesse im Gehirn, indem wir zum Beispiel vereinfachte Modelle der Nervenzellen entwickeln und ihre Aktivität und ihre Kommunikation untereinander simulieren. Im Vergleich mit experimentellen Daten können wir unsere Modelle zunehmend verfeinern und nähern uns immer mehr dem realen Netzwerk des



*Jülicher Forscher des Instituts für Neurowissenschaften und Medizin sowie des Jülicher Supercomputing Centre, die am Human Brain Project beteiligt sind: Prof. Markus Diesmann (oben), Prof. Katrin Amunts, Prof. Peter Tass (Mitte) und Prof. Thomas Lippert (unten).*

Gehirns.“ Ein weiterer Direktor des INM, Prof. Peter Tass, nutzt Computermodelle, um Therapien für Erkrankungen des Gehirns wie Parkinson zu entwickeln. „Ein Resultat ist unsere Coordinated Reset Technologie, mit der ein krankhafter Gleichtakt von Nervenzellverbänden konstruktiv gestört werden kann.“

Wenn die Wissenschaftler mit Hilfe des virtuellen Modellgehirns besser verstehen, nach welchen Prinzipien das menschliche Gehirn arbeitet, können sie dies auch anwenden, um noch leistungsfähigere, extrem energieeffiziente Computer zu entwerfen: Schließlich benötigt das Gehirn für seine hochkomplexe Informationsverarbeitung weniger Energie als eine 60-Watt-Glühbirne.





# Über den Wolken – grenzenlose Klimaforschung

Rund 30 Terabyte Daten für die Klimaforschung sammelte das neuartige Spektrometer GLORIA 2012 an Bord des neuen deutschen Forschungsflugzeugs HALO. GLORIA steht dabei für „Gimballed Limb Observer for Radiance Imaging of the Atmosphere“. Dahinter verbirgt sich eine neuartige Infrarot-Kamera, die die großräumigen Bewegungen von Gasen und Aerosolen in der Atmosphäre sehr genau abbilden kann. Ein neu entwickelter Detektorchip misst unter anderem Kohlendioxid, Methan, Ozon, Wasserdampf sowie zahlreiche Stickstoff- und Chlorverbindungen.

Das Projekt begann 2003 bei einem lockeren Gedankenaustausch zwischen dem Physiker Felix Friedl-Vallon vom Forschungszentrum Karlsruhe (heute Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und dem Atmosphärenforscher Prof. Martin Riese, Direktor des Jülicher Instituts für Energie- und Klimaforschung (IEK). Riese wollte eine große Bandbreite von klimarelevanten Spurengasen mit neuartigen Detektorchips in bisher unerreichter räumlicher Auflösung messen. Friedl-Vallon schlug dafür ein entsprechendes Spektrometer vor. Die Idee für GLORIA war geboren.

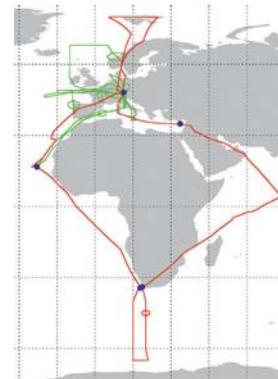
## GLORIA geht an Bord

Neun Jahre später, im August 2012, war GLORIA dann mit an Bord, als das Forschungsflugzeug HALO (High Altitude and Long Range Research Aircraft) von Prof. Annette Schavan, Bundesministe-

rin für Bildung und Forschung, offiziell in Dienst gestellt wurde. HALO ist eine Gemeinschaftsinitiative deutscher Umwelt- und Klimaforschungseinrichtungen. Diese wird gefördert durch Zuwendungen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, der Helmholtz-Gemeinschaft, der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der Max-Planck-Gesellschaft, des Freistaates Bayern, des Deutschen GeoForschungsZentrums GFZ, des Forschungszentrums Jülich, des Karlsruher Instituts für Technologie und des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR).

Die Flugrouten der Klimamesskampagnen 2012 reichten vom Nordpolarkreis

über Spitzbergen rund um Afrika bis hinunter zur Antarktis – insgesamt 126 Flugstunden und 88.000 Kilometer. Nun werden die gesammelten rund 30 TeraByte Daten – das entspricht ungefähr der Datenmenge von drei Millionen Lexika – analysiert. Dr. Peter Preusse verrät erste Neuigkeiten: „Die Ergebnisse von GLORIA zeigen eine Vielzahl von sehr feinen Filamenten durch das Mischen troposphärischer und stratosphärischer Luft. GLORIAS besonders hohe Auflösung erlaubt es, diese Filamente mit einer Vertikalausdehnung von nur wenigen 100 Metern zu beobachten. Die Strukturen sind feiner und schärfer ausgeprägt als bisher von Modellen vorhergesagt.“



*Im Herbst 2012 nahm das neuartige Spektrometer GLORIA (li.) an zwei großen Messkampagnen teil: TACTS (grün) und ESMVal (rot). Sowohl TACTS (Transport and Composition in the Upper Troposphere/Lowermost Stratosphere) als auch ESMVal (Earth System Model Validation) untersuchen die Transportprozesse zwischen Troposphäre und Stratosphäre. Die Ergebnisse helfen dabei, bestehende Klimamodelle zu verbessern.*

# Die Jülich Aachen Research Alliance (JARA)

Die JARA bündelt die Kompetenzen des Forschungszentrums Jülich und der RWTH Aachen in einem deutschlandweit einzigartigen Forschungsverbund. Ziel der Allianz mit derzeit 3.800 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ist es, mit gemeinsamer Spitzenforschung zur Lösung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen beizutragen. Die Kooperation wurde 2007 mit Blick auf die erste Exzellenzinitiative ins Leben gerufen und konnte auch in der zweiten Runde mit

dem Fortsetzungsantrag „RWTH Aachen 2020: Meeting Global Challenges – Die integrierte interdisziplinäre technische Universität“ überzeugen. JARA wird nun für weitere fünf Jahre durch die Exzellenzinitiative gefördert. Seit dem 1. August 2012 ist JARA zudem um eine Sektion reicher: JARA-FAME (Forces and Matter Experiments) widmet sich der Grundlagenforschung im Bereich der Kern- und Teilchenphysik.

Damit gibt es nun die fünf Sektionen:

- JARA-BRAIN (Translational Brain Medicine)
- JARA-FIT (Fundamentals of Future Information Technology)
- JARA-HPC (High-Performance Computing)
- JARA-ENERGY (Sustainable Energy Research)
- JARA-FAME (Forces and Matter Experiments)

## ● Ausgewählte Projekte 2012:

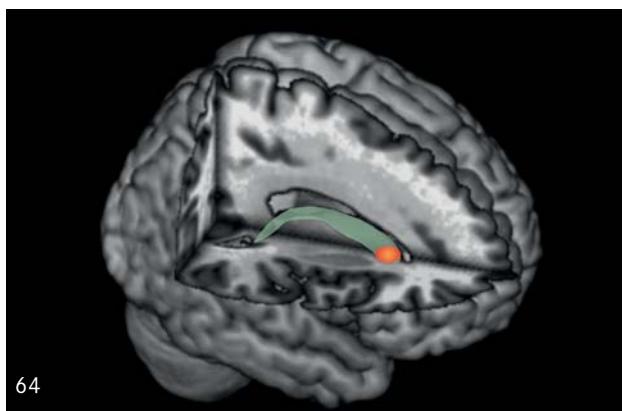
**JARA-BRAIN und JARA-HPC** | forschen gemeinsam an der Simulation des menschlichen Gehirns im Human Brain Project. Wissenschaftler aus 23 Ländern bauen dazu gemeinsam eine einzigartige Infrastruktur auf, in der sie Hirnforschung und Informationstechnologie vernetzen und weiterentwickeln werden. Die Europäische Union unterstützt das Vorhaben im Rahmen ihrer FET-Flagship-Initiative (siehe auch S. 62). Ein weiterer gemeinsamer Erfolg ist die Gründung des SimLabs „Neuroscience“ am JSC (siehe Chronik S. 15).

**JARA-FIT** | Der Europäische Forschungsrat (ERC) hat Prof. Rafal Dunin-Borkowski, Direktor am Ernst Ruska-Centrum für Mikroskopie und Spektroskopie mit Elektronen, mit einem „ERC Advanced Grant“ ausgezeichnet. Dunin-Borkowski erhält über einen Zeitraum von fünf Jahren 2,5 Millionen Euro, um elektronenmikroskopische Methoden zu entwickeln, mit denen sich Magnetfelder im Inneren von Materialien mit nahezu atomarer Auflösung abbilden lassen. Gemeinsam mit der renommierten Fachzeitschrift „Nature

Materials“ hat die Sektion vom 17. bis 20. Juni 2012 in Aachen die Nature-Konferenz „Frontiers in Electronic Materials: Correlation Effects and Memristive Phenomena“ ausgerichtet.

**JARA-ENERGY** | Im DFG-geförderten Projekt „Synthese und Charakterisierung keramischer Samarium-Phosphat- und Samarium-Phosphosilicat-Phasen zur Immobilisierung von Actinoiden“ untersuchen JARA-Wissenschaftler die Möglichkeiten zur sicheren und dauerhaften Entsorgung von Radioisotopen, die bei der nuklearen Energieerzeugung anfallen.

*Ob Aktienhändler oder Firmenchefin – Manager müssen sich oft und schnell entscheiden. Welche Wege ihr Gehirn dabei geht, untersuchten Priv.-Doz. Dr. Dr. Svenja Caspers und ihr Team vom Forschungszentrum Jülich/JARA-Brain gemeinsam mit Wirtschaftspsychologen und -soziologen der Universität zu Köln. Mittels funktioneller Magnetresonanztomografie stellten sie fest: Führungskräfte nutzen bei einer einfachen, sich wiederholenden Entscheidungsaufgabe im Vergleich zu anderen Menschen verstärkt den Kopf des Nucleus caudatus („Schweifkern“ in der Abbildung grün markiert). Es wird vermutet, dass dieser Bereich des Gehirns dazu beiträgt, basierend auf bekanntem Wissen Muster zu erkennen und so den Weg für intuitive Entscheidungen zu bahnen.*



## ● JARA-Finanzen 2012

Budget **500 Millionen** Euro

Investitionssumme **60 Millionen** Euro

Mittel aus Exzellenzinitiative

**ca.13,6 Millionen** Euro

● Die Anzahl der gemeinsamen W-Berufungen hat sich zwischen 2006 und 2012 von 11 auf **44** erhöht (Stichtag 31.12.2012).

● 2012 veröffentlichten alle an der JARA beteiligten Institute zusammen **1.662** referierte Publikationen.

Die Zahl der gemeinsamen Veröffentlichungen im Jahr 2012 lag zum Zeitpunkt der Erhebung (Mai 2013) bei **420**.



## JARA-FAME: Elementare Bausteine und Kräfte erkunden

Es ist eines der ganz großen Rätsel der Welt: Wo ist die Antimaterie geblieben, die am Anfang des Universums gemeinsam mit der Materie entstanden ist? Die Forscher der neuen JARA-Sektion FAME (Forces and Matter Experiments) wollen das Schicksal der Antimaterie aufklären.

Von jedem elementaren Teilchen, das in der Natur vorkommt, gibt es ein „Spiegelbild“. Dieses Antiteilchen besitzt die gleiche Masse, aber entgegengesetzte elektrische Ladung. Was wir Materie nennen, besteht aus den Teilchen, Antimaterie dann aus den entsprechenden Antiteilchen. Das Universum ist nach heutigem Verständnis durch einen Urknall entstanden, bei dem gleich viel Materie wie Antimaterie erzeugt wurde. Unserer Existenz aber verdanken wir dem Ungleichgewicht von Materie zu Antimaterie. Ohne diese Asymmetrie hätten sich Materie und Antimaterie nach dem Urknall vollständig gegenseitig ausgelöscht und es gäbe keine Galaxien, Planeten oder Menschen.

Daraus resultieren zwei Fragen: Existieren in unserem Universum Bereiche, die nur aus Antimaterie bestehen? Und falls nicht, wie ist es zu der Materie-Antimaterie-Asymmetrie gekommen? Zur

Beantwortung wollen Forscher aus Aachen und Jülich gemeinsam beitragen und haben deshalb am 1. August 2012 JARA-FAME gegründet (S. 46).

Der ersten Frage geht das Alpha-Magnet-Spektrometer (AMS) auf der Internationalen Raumstation ISS nach. AMS untersucht dort die kosmische Strahlung mit bisher unerreichter Präzision. Ließe sich dabei auch nur ein einziger Antikohlenstoff-Kern nachweisen, so wäre dies ein eindeutiger Beweis für die Existenz von Sternen aus Antimaterie. Das erste Ergebnis der AMS-Kollaboration um den Physik-Nobelpreisträger Samuel Ting ist bereits spektakulär und konnte nur durch die Unterstützung des Jülich Supercomputing Centre so schnell veröffentlicht werden: Die kosmische Strahlung enthält deutlich mehr Positronen als erwartet. Ob dies ein Hinweis auf die rätselhafte „Dunkle Materie“ ist, wollen die Forscher der Sektion FAME künftig klären.

Der zweiten Frage widmet sich das Projekt JEDI (Jülich Electric Dipole Moment Investigation): Heute kennt man zwar Phänomene, mit denen das Materie-Antimaterie-Missverhältnis im Ansatz erklärt werden kann, allerdings reichen diese nicht aus, um dessen Ausmaß zu erklären. „Eine weitere Quelle dafür wäre das Auftreten eines permanenten elektrischen Dipolmomentes (EDM) in Protonen“, erläutert Prof. Maier, einer der FAME-Direktoren. Unter einem elektrischen Dipolmoment versteht man eine räumliche Trennung von positiver und negativer Ladung. Diese bei einem Proton nachzuweisen, ist eine enorme Herausforderung. Angenommen, das Proton wäre so groß wie die Erde, dann müsste eine Separation in der Größenordnung des Durchmessers eines menschlichen Haars nachgewiesen werden. Die FAME-Forscher wollen in Speicherringen EDM mit noch nie erreichter Präzision bestimmen und so zur Lösung der fundamentalen Frage unserer Existenz beitragen.

# Wirtschaft und Gesellschaft verwerten Jülicher Know-how

Jülicher Forschung beantwortet grundlegende Fragen. Außerdem bringt sie Innovationen hervor, die bares Geld wert sind und von denen Wirtschaft und Gesellschaft profitieren. Ein steter Strom neuer Patentanmeldungen und zahlreiche Lizenzverträge belegen das.

## Lizenzen

- Anzahl Lizenzen 2012

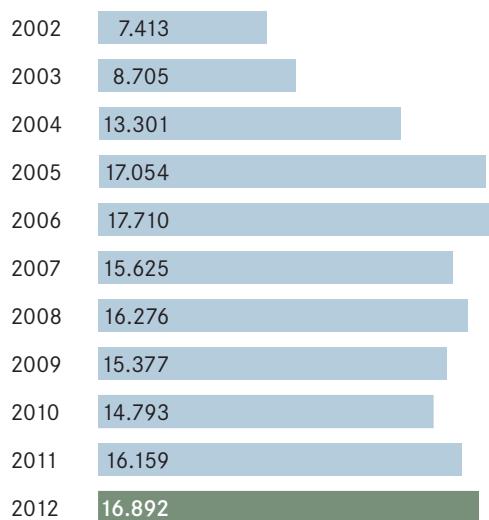
Gesamtbestand	100
davon Neuabschlüsse	6
davon Auslaufend	18
Anteil Ausland gesamt	31
Anteil USA (wichtigstes Partnerland)	12
Anteil KMU	69

- Lizenzeinnahmen 2012

1,12 Millionen Euro

## Patente

- Gesamtbestand an Schutzrechten 2012  
(Patente, Patentanmeldungen und Gebrauchsmuster im In- und Ausland)



- Patente 2012

Patentanmeldungen Inland	47
davon prioritätsbegründende Patentanmeldungen	45
Patentanmeldungen Ausland	36
davon prioritätsbegründende Patentanmeldungen	3

Patenterteilungen gesamt	82
davon Technologien, für die erstmals ein Patent erteilt wurde	25
Patenterteilungen Inland	12
Patenterteilungen Ausland	70

Gesamtbestand Schutzrechte 2012 16.892

\* Mit der Einreichung einer Patentanmeldung erwirbt der Anmelder das sogenannte Prioritätsrecht, durch welches es ihm möglich ist, innerhalb eines Jahres nach der Einreichung der prioritätsbegründenden Anmeldung Folgeanmeldungen (beispielsweise im Ausland) vorzunehmen. Prioritätsbegründende Patentanmeldungen beinhalten die Summe der getätigten Erstanmeldungen von Patenten im Berichtszeitraum.

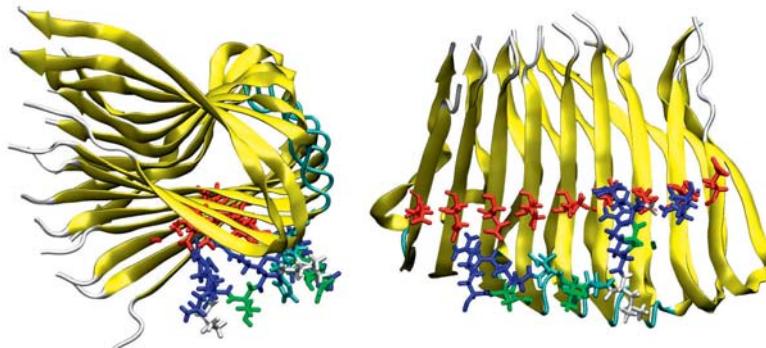
# Forschung für die Praxis

## Auf dem Weg zum Alzheimer-Medikament

Trotz intensiver weltweiter Forschungstätigkeit existiert bislang kein Medikament, das die Alzheimer-Erkrankung erheblich lindert oder gar heilt. Nach Schätzungen leiden allein in Deutschland rund eine Million Menschen unter dieser Form der Demenz. Zwar gab es immer wieder vielversprechende Substanzen, doch erwiesen sie sich in den klinischen Tests als unwirksam oder hatten zu groÙe Nebenwirkungen.

Prof. Dieter Willbold, Direktor am Jülicher Institute for Complex Systems (ICS), ist optimistisch, dass sein Team einen Wirkstoff-Kandidaten gefunden hat, der besser abschneiden wird. Dieser potenzielle Arzneistoff wird in den kommenden zwei Jahren die sogenannte Phase 1 der klinischen Tests durchlaufen. In dieser Phase verabreichen Ärzte die Substanz an Gesunde und prüfen, wie verträglich sie ist und wie sie sich im Stoffwechsel umwandelt. Die Helmholtz-Gemeinschaft finanziert die Phase-1-Studie mit Geld aus ihrem Validierungsfonds.

Willbold nennt für seine Zuversicht einen guten Grund: „Die Wirkweise un-



Computersimulationen zeigen zwei unterschiedliche Ansichten davon, wie sich das D3-Peptid an Beta-Amyloid-Moleküle – dargestellt als gelb-grüne Bänder – anlagent.

serer D3-Peptid-Abkömmlinge unterscheidet sich völlig von derjenigen anderer bisher klinisch getesterter Substanzen.“ Letztere zielen fast alle auf das kettenförmige Beta-Amyloid-Molekül, das aus rund 40 Eiweißbausteinen – Aminosäuren – besteht. Das Beta-Amyloid-Molekül kann Ablagerungen – Plaques – bilden, die charakteristisch sind für die Alzheimer-Krankheit und nach dem Tod der Erkrankten in deren

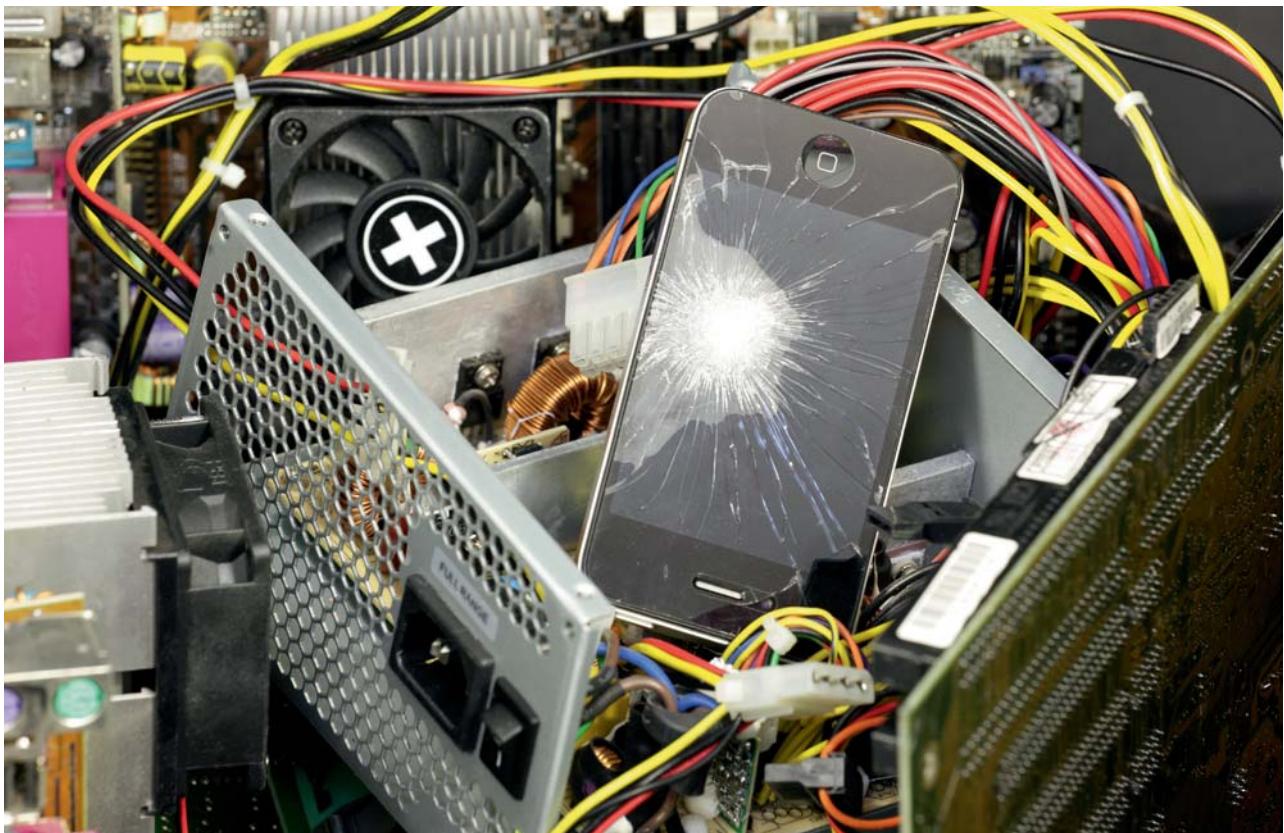
Gehirn gefunden werden. Manche der gescheiterten Arzneistoff-Kandidaten etwa sollten die Enzyme blockieren, die für die Produktion des Beta-Amyloid-Moleküls notwendig sind.

„Unser Ansatz ist es dagegen, nicht gegen das Beta-Amyloid-Molekül vorzugehen, sondern es sogar zu stabilisieren. Damit wollen wir erreichen, dass es sich nicht zu größeren Aggregaten oder Plaques umwandelt“, erläutert Willbold. Bei der Suche nach Substanzen mit dieser Wirkweise stießen sie auf das D3-Peptid und verschiedene seiner Abkömmlinge. Diese Substanzen enthalten Aminosäuren, die spiegelbildlich zu den Aminosäuren in natürlichen Eiweißen aufgebaut sind. Der Vorteil der künstlichen Spiegelbilder: Sie werden von körpereigenen Abbauproteinen nicht angegriffen und sind daher besonders stabil.

Der Ansatz der Jülicher Wissenschaftler hat sich bereits bei Tests in Zellkulturen und bei Versuchen mit Mäusen bewährt, die mutierte Gene für ein menschliches Vorläuferprotein des Beta-Amyloids besitzen. Bei diesen Alzheimer-Modellmäusen steigert D3 die geistige Leistungsfähigkeit. So erinnern die Tiere sich besser daran, wo sich in einem Wasserbecken die Plattform zum Ausruhen befindet.



Ein Team um Prof. Dieter Willbold und Dr. Susanne Aileen Funke hat einen potenziellen Arzneistoff gegen die Alzheimer-Demenz entwickelt, der sich nun in ersten klinischen Tests bewähren muss.



## Analyseverfahren für Elektronikschrott

Durchschnittlich enthalten 1.000 Kilogramm Erz einer Goldmine 5 Gramm Gold; 1.000 Kilogramm Handys dagegen bis zu 350 Gramm. In Elektronikschrott finden sich zusätzlich beispielsweise Silber, Palladium, Iridium und Kupfer. Prinzipiell sollte es sich also lohnen, dort nach Edelmetall zu schürfen. Doch in der Praxis ist das Recycling aufwendig: Die Altgeräte müssen möglichst effektiv eingesammelt, sortiert und zerlegt werden. Zudem enthalten sie viele Schadstoffe, die es vollständig abzutrennen gilt.

„Für die Recyclingindustrie ist es wichtig zu wissen, welche wertvollen Rohstoffe in welchen Mengen in einer Charge Schrott enthalten sind“, sagt Dr. Andrea Mahr vom Geschäftsbereich Technologietransfer des Forschungszentrums Jülich. Sie hat den Markt für eine Methode sondiert, die Jülicher und Aachener Wissenschaftler ursprünglich entwickelt haben, um den Inhalt von Fässern mit schwach radioaktiven Abfäl-

len analysieren zu können, ohne die Fässer zu öffnen. Solche Fässer sollen ab 2019 im Schacht Konrad nahe der Stadt Salzgitter endgelagert werden.

Ein Team um Dr. Eric Mauerhofer vom Jülicher Institut für Energie- und Klimaforschung setzte ab 2007 auf die sogenannte Prompte-Gamma-Neutronenaktivierungsanalyse als kostengünstige und zerstörungsfreie Untersuchungsmethode für die Fässer. Dabei aktiviert ein Neutronenstrahl kurzzeitig die Atomkerne im Untersuchungsmaterial. Innerhalb von höchstens einer billionstel Sekunde – also prompt – senden die aktivierte Kerne Gammastrahlung aus. Die Wissenschaftler entwickelten ein Auswerteverfahren, das aus diesem Gammaspektrum Zahlenwerte über die Elementzusammensetzung ermittelt. Sie meldeten es zum Patent an und tauften die gesamte Methode auf den Namen MEDINA, kurz für „Multi-Element Detection based on Instrumental Neutron Activation“.

Nun wollen die Forscher das Verfahren auch zur Elektronikschrott-Analyse einsetzen. Denn sie sind überzeugt, dass es viel effizienter ist als herkömmliche Methoden: „Diese benötigen viel Personal und Zeit – ganz zu schweigen von den Chemikalien und der Energie, die zur nasschemischen Probenaufbereitung nötig sind“, sagt Mauerhofer. Vor allem aber entfällt mit MEDINA das Problem der aufwendigen Probenahme. Die notwendigen Strahlenschutzmaßnahmen sind vergleichbar mit denen in Arztpraxen oder medizinischen Laboren, wenn dort geröntgt oder mit radioaktiven Stoffen umgegangen wird.

Um MEDINA an die Anforderungen der Recyclingbranche anzupassen, benötigen die Wissenschaftler die Unterstützung der Industrie. „Das Interesse der Branche ist vorhanden und mit einem Unternehmen führen wir bereits konkrete Gespräche über eine gemeinsame Weiterentwicklung“, sagt Technologietransfer-Expertin Mahr.

## Notstromversorgung mit Brennstoffzelle

Katastrophenschutzbehörden, Feuerwehr und Polizei müssen bei einem Ausfall des öffentlichen Stromnetzes noch in der Lage sein, per nicht-öffentlichen Mobilfunk zu kommunizieren. Jülicher Wissenschaftler entwickeln mit Fördergeldern aus dem Helmholtz-Validierungsfonds Direktmethanol-Brennstoffzellensysteme (DMFC) so weiter, dass sie Mobilfunk-Sendestationen im Notfall zuverlässig und umweltschonend mit Strom versorgen können. Sie bringen dabei ihr umfangreiches Know-how ein: So haben sie bereits früher DMFC fit gemacht unter anderem für den Einsatz in Elektrohubwagen, die auch „Paletten-Ameisen“ oder „Horizontal-Kommissionierer“ genannt werden. „Ein entsprechender Brennstoffzellenstapel ist bereits seit mehr als 20.000 Betriebsstunden im Einsatz“, berichtet Dr. Martin Müller, Abteilungsleiter DMFC im Bereich „Elektrochemische Verfahrenstechnik“ des Instituts für Energie- und Klimaforschung.

DMFC wandeln die chemische Energie des flüssigen Brennstoffs Methanol direkt in elektrischen Strom um. Sie sind damit einerseits eine Alternative zu Akkus: In einem Kilogramm Methanol ist rund hundertmal mehr Energie gebunden als in einem gleichschweren Blei-Akku, so dass DMFC-Systeme auch lange Stromausfälle überbrücken können. Zudem kann man sie einfach betanken und muss sie nicht zeitaufwendig laden. Andererseits bieten DMFC-Systeme auch Vorteile gegenüber Dieselaggregaten, die bislang häufig für die Notstromversorgung eingesetzt werden. „DMFC-Systeme sind prinzipiell zuverlässiger und lassen sich auch aus der Ferne warten“, ist Müller überzeugt. Zudem sind sie leise und emittieren lokal weniger Luftschadstoffe.

Die Helmholtz-Gemeinschaft will Wissenschaftlern mit dem Validierungsfonds ermöglichen, ihre Forschungsergebnisse so weit voranzubringen, dass

eine Wertsteigerung und Kommerzialisierbarkeit erreicht wird. In den kommenden zwei Jahren werden die Jülicher Brennstoffzellen-Experten nun vor allem sicherstellen, dass die DMFC-Systeme auch nach längerem Stillstand zuverlässig anspringen und eine Haltbarkeit von zehn Jahren und mehr erreichen. Schließlich arbeiten sie weiter daran, die Kosten für die DMFC zu senken.

Dabei haben die Wissenschaftler zunächst den Markt im Blick, der sich durch die Umstellung des Behördenfunks auf digitale Sendetechnik und den Betrieb entsprechender Sendestationen ergibt. Doch sie schauen auch weiter in die Zukunft: „Dann werden Mobilfunkstationen vermehrt mit Strom aus Wind- oder Sonnenenergie betrieben. In den Zeiten, in denen Flaute herrscht und die Sonne nicht scheint, könnten dann DMFC-Systeme einspringen“, sagt Müller.

*Stromausfall gefährdet die Mobilfunk-Kommunikation – und damit eine Schlagader der modernen Gesellschaft. Direktmethanol-Brennstoffzellensysteme (unten) könnten künftig die Notstromversorgung der Sendestationen übernehmen.*





# Anhang

- 72 Finanzen
- 76 Organe und Gremien
- 78 Organigramm
- 80 Kontakt
- 81 Impressum

# Finanzen

Investitionen in Wissenschaft und Forschung sichern unsere Zukunft. Die Finanzierung aus öffentlichen Mitteln ermöglicht eine unabhängige Vorlaufforschung, um die Herausforderungen einer nachhaltigen Entwicklung zu bewältigen. Darüber hinaus erzielt das Forschungszentrum Jülich Lizenzeinnahmen aus der industrienahen Forschung.

## Bilanz

Den weit überwiegenden Teil der Einnahmen des Forschungszentrums Jülich machen die Zuschüsse von Bund und Land aus. Hinzu kommen Drittmittel aus der Industrie, aus der Pro-

jektförderung von Bund und Land und Forschungsmittel der Europäischen Union.

## Bilanz 2012 (in Millionen Euro)

Aktiva	2012	2011
<b>A. Anlagevermögen</b>	<b>510,4</b>	<b>465,9</b>
I. Immaterielle Vermögensgegenstände	3,4	2,8
II. Sachanlagen	506,8	462,9
III. Finanzanlagen	0,2	0,2
<b>B. Umlaufvermögen</b>	<b>852,8</b>	<b>806,3</b>
I. Vorräte	39,9	37,2
II. Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände	30,9	21,6
III. Ausgleichsansprüche an die öffentliche Hand	760,6	708,2
IV. Kassenbestand, Bundesbankguthaben, Guthaben bei Kreditinstituten, Schecks	21,4	39,3
<b>C. Rechnungsabgrenzungsposten</b>	<b>13,6</b>	<b>25,3</b>
<b>Summe der Aktiva</b>	<b>1.376,8</b>	<b>1.297,5</b>
Passiva	2012	2011
<b>A. Eigenkapital</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
<b>B. Sonderposten für Zuschüsse</b>	<b>585,9</b>	<b>543,3</b>
I. zum Anlagevermögen	509,9	465,4
II. zum Umlaufvermögen	76,0	77,9
<b>C. Rückstellungen</b>	<b>725,5</b>	<b>698,2</b>
I. Stilllegung und Beseitigung kerntechnischer Anlagen	432,2	452,5
II. Pensionen und Sonstiges	61,6	57,1
III. Steuerrückstellung	231,7	188,6
<b>D. Verbindlichkeiten</b>	<b>63,8</b>	<b>54,9</b>
<b>E. Rechnungsabgrenzungsposten</b>	<b>1,1</b>	<b>0,6</b>
<b>Summe der Passiva</b>	<b>1.376,8</b>	<b>1.297,5</b>

## Gewinn- und Verlustrechnung

In der Gewinn- und Verlustrechnung sind die Aufwendungen und Erträge des Forschungszentrums gegenübergestellt. Die Differenz entspricht üblicherweise dem Unternehmensgewinn oder -verlust. Beim Forschungszentrum Jülich besteht stattdessen ein entsprechender Ausgleichsanspruch gegenüber

den Gesellschaftern. Er ist ebenso wie die institutionelle Förderung Bestandteil der sonstigen Zuschüsse. Die Gewinn- und Verlustrechnung schließt daher stets ausgeglichen ab. Wesentliche Einnahmen erzielt das Forschungszentrum durch die Projektträgerschaften, eine Vielzahl Forschungs- und Entwicklungs-

lungsprojekte und die Überlassung von Forschungsanlagen. Die sonstigen betrieblichen Erträge beinhalten im Wesentli-

chen die Erträge aus dem Rückstellungsverbrauch der Stilllegung kerntechnischer Anlagen.

## Gewinn- und Verlustrechnung 2012 (in Tausend Euro)

		2012	2011
<b>Erträge aus Zuschüssen</b>		513.534	594.449
Sonstige Zuschüsse		427.829	512.657
davon Bund	377.142	453.560	
davon Land	50.687	59.097	
Drittmittel Projektförderung		85.705	81.792
davon Bund	44.949	47.525	
davon Land	8.640	6.735	
davon DFG	6.592	5.212	
davon Sonstige	11.356	11.508	
davon EU	14.168	10.812	
<b>Erlöse und andere Erträge</b>		116.179	147,3
Erlöse aus Forschung, Entwicklung und Benutzung von Forschungsanlagen		9.623	14.081
Erlöse aus Lizenz-, Know-how-Verträgen		1.118	1.267
Erlöse aus Projektträgerschaften		57.843	32.050
Erlöse aus Infrastrukturleistungen und Materialverkauf		8.409	8.425
Erlöse aus dem Abgang von Gegenständen des Anlagevermögens		487	560
Erhöhung oder Verminderung des Bestandes an unfertigen Erzeugnissen und Leistungen (davon EU T€ 968; VJ T€ 9.706)		2.314	19.578
Andere aktivierte Eigenleistungen		602	712
Sonstige betriebliche Erträge		31.645	60.487
Sonstige Zinsen und ähnliche Erträge		4.138	10.181
Zuweisungen zu den Sonderposten für Zuschüsse		-98.082	-61.498
Weitergegebene Zuschüsse		-45.057	-48.142
<b>Zur Aufwandsdeckung zur Verfügung stehende Zuschusserträge, Erlöse und andere Erträge</b>		486.574	632.150
Personalaufwand		272.285	252.010
Sachaufwand		49.190	50.048
Materialaufwand		23.728	26.378
Aufwendungen für Energie-, Wasserbezug		20.099	19.065
Aufwendungen für fremde Forschung und Entwicklung		5.363	4.605
Sonstige betriebliche Aufwendungen		155.104	311.896
Sonstige Zinsen und ähnliche Aufwendungen		9.995	18.196
Außerordentliche Aufwendungen		0,0	0,0
Abschreibungen auf Anlagevermögen		0,0	0,0
Abschreibungen auf Anlagevermögen		54.463	51.163
Erträge aus der Auflösung des Sonderpostens für Zuschüsse		-54.463	-51.163
<b>Gesamtaufwand</b>		486.574	632.150
<b>Ergebnis der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit/Jahresergebnis</b>		0,0	0,0

## Erlöse 2012 ohne Rückstellungsveränderungen (in Tausend Euro)

Bereich	Forschungsbereiche					Summe		
	Struktur der Materie	Erde und Umwelt	Gesundheit	Energie	Schlüsseltechnologie		For-schungs-bereiche	sonstige Erlöse
EU Förderung	1.172	3.208	480	5.409	3.963	14.232	905	15.137
Nationale Projektförderung (ohne DFG)	2.162	2.617	2.104	16.104	21.674	44.661	20.284	64.945
davon weitergegebene Zuschüsse	0	168	69	530	117	884	19.752	20.636
DFG-Förderung	291	1.654	81	1.207	3.294	6.527	65	6.592
<b>Teilsumme Projektförderung</b>						<b>65.420</b>		<b>86.674</b>
Aufträge Ausland	14	295	1	1.191	577	2.078	319	2.397
Aufträge Inland	1.077	1.443	586	4.618	1.764	9.488	15.782	25.270
Projektträgerschaften							57.843	57.843
<b>Zwischensumme Drittmittel</b>	<b>4.716</b>	<b>9.217</b>	<b>3.252</b>	<b>28.529</b>	<b>31.272</b>	<b>76.986</b>	<b>95.198</b>	<b>172.184</b>
Zuschüsse von Bund und Land								384.684
davon Rückbauprojekte								66.120
<b>Summe</b>								<b>556.868</b>

## Nationale Projektförderung ohne DFG (in Tausend Euro)

<b>Gesamt</b>	<b>64.945</b>
• durch Bund	44.949
• durch Land	8.640
• durch sonstige (inländ.) Stellen	11.356
<b>davon:</b>	
• weitergegebene Zuschüsse	20.636
• um weitergegebene Zuschüsse bereinigte nationale Projektförderung ohne DFG	44.309

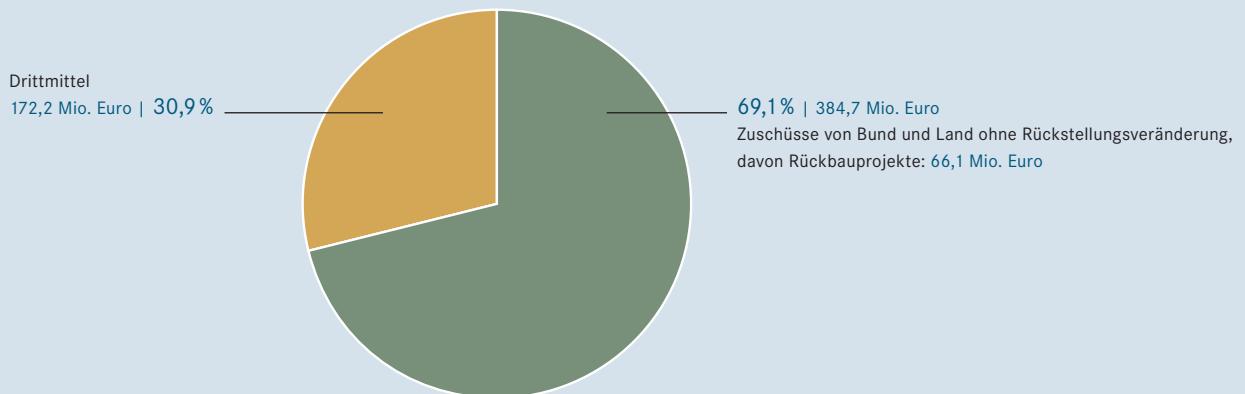
Die unterschiedlichen Zahlen in der Gewinn- und Verlustrechnung (GuV) und der Darstellung der Erlöse zur Drittmittel Projektförderung durch die EU sowie dem Bund und dem Land als nationale Projektförderer erklären sich wie folgt:

Die Gesamtsumme der EU-Förderung (15.137 Tausend Euro) unter Erlösen beinhaltet unfertige Leistungen in Höhe von 968 Tausend Euro in der Summe aller Bereiche. Abzüglich dieser Leistungen ergibt sich der gerundete Posten (14.168 Tausend Euro) in der GuV unter „Drittmittel Projektförderung: davon EU“.

Die gesamte Nationale Projektförderung durch Bund, Land und sonstige (inländische) Stellen (ohne DFG) beträgt 64.945 Tausend Euro. In der GuV setzt sich die Summe aus den Einzelpositionen Bund, Land und Sonstige zusammen (siehe auch Tabelle Nationale Projektförderung ohne DFG).



## Erlöse 2012



In 2012 erwirtschaftete das Forschungszentrum Jülich 172,2 Millionen Euro Drittmittel, eine Erhöhung gegenüber dem Jahr 2011 (160,3 Millionen Euro) in Höhe von 11,9 Millionen Euro. Der überwiegende Anteil der Drittmittel resultiert aus Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten für die Industrie, der Einwerbung von Fördermitteln aus dem In- und Ausland sowie aus Projektträgerschaften im Auftrag der Bundesrepublik Deutschland und des Landes Nordrhein-Westfalen. Darüber hinaus hat das Forschungszentrum Jülich von Bund und Land

im Jahr 2012 inklusive der Mittel für Rückstellungsveränderungen Zuschüsse in Höhe von 427,8 Millionen Euro zur Aufwandsdeckung (d.h. für den laufenden Betrieb) und zur Finanzierung des Anlagevermögens (d.h. für Investitionen) erhalten, in der Tabelle beziehungsweise im Diagramm „Zuschüsse von Bund und Land“ genannt. In diesen Zuschüssen sind 66,1 Millionen Euro für Rückbauprojekte enthalten. Ohne die Rückstellungsveränderungen belaufen sich die Zuschüsse von Bund und Land auf 384,7 Millionen Euro.

# Organe und Gremien

Das Forschungszentrum Jülich wurde am 11. Dezember 1956 vom Land Nordrhein-Westfalen gegründet. Am 5. Dezember erfolgte die Umwandlung in eine GmbH mit den Gesellschaftern Bundesrepublik Deutschland und Land Nordrhein-Westfalen.

Aufgabe der Gesellschaft ist es,

- naturwissenschaftlich-technische Forschung und Entwicklung an der Schnittstelle von Mensch, Umwelt und Technologien zu betreiben,
- weitere nationale und internationale Aufgaben auf dem Gebiet der Grundlagen- und anwendungsnahen Forschung, insbesondere der Vorsorgeforschung, zu übernehmen oder sich hieran zu beteiligen,
- mit der Wissenschaft und Wirtschaft in diesen Forschungsbereichen zusammenzuarbeiten sowie das Wissen der Gesellschaft im Rahmen von Technologietransfers weiterzugeben.

## Organe

Die **Gesellschafterversammlung** ist das oberste Entscheidungsorgan der Forschungszentrum Jülich GmbH. Den Vorsitz der Gesellschafterversammlung führt der Vorsitzende des Aufsichtsrats.

Der **Aufsichtsrat** überwacht als Organ die Rechtmäßigkeit, Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit der Geschäftsführung.

Er entscheidet über die wichtigen forschungsrelevanten und finanziellen Angelegenheiten der Gesellschaft.

Der **Vorstand** führt die Geschäfte der Forschungszentrum Jülich GmbH nach Maßgabe des Gesellschaftsvertrags. Er berichtet dem Aufsichtsrat.

## Gremien

Der **Wissenschaftlich-Technische Rat (WTR)** und der **Wissenschaftliche Beirat (WB)** sind Gremien der Gesellschaft. Der WTR berät die Gesellschafterversammlung, den Aufsichtsrat und die Geschäftsführung in allen Fragen der strategischen Ausrichtung der Gesellschaft sowie in wissenschaftlichen und technischen Angelegenheiten von grundsätzlicher Bedeutung.

Der **Wissenschaftliche Beirat (WB)** berät die Gesellschaft in wissenschaftlich-technischen Fragen von grundsätzlicher Bedeutung. Dazu gehören etwa die Strategie und Planung der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten des Zentrums, die Förderung der optimalen Nutzung der Forschungsanlagen oder Fragen der Zusammenarbeit mit Hochschulen und anderen Forschungseinrichtungen.

Der **Wissenschaftliche Beirat** besteht aus Mitgliedern, die nicht Mitarbeiterinnen oder Mitarbeiter der Gesellschaft sind. Der oder die Vorsitzende des Wissenschaftlichen Beirats ist Mitglied des Aufsichtsrates.

## Gesellschafterversammlung

Den Vorsitz der Gesellschafterversammlung führt der Vorsitzende des Aufsichtsrats.

## Aufsichtsrat

### Ministerialdirektor

**Dr. Karl Eugen Huthmacher (Vorsitz)**  
Bundesministerium für Bildung und  
Forschung

### Staatssekretär

**Helmut Dockter (Stv. Vorsitz)**  
Ministerium für Innovation, Wissenschaft und  
Forschung des Landes  
Nordrhein-Westfalen

**Dr.-Ing. Manfred Bayerlein**  
TÜV Rheinland AG

**Prof. Dr. Ulrike Beisiegel**  
Georg-August-Universität Göttingen

**Prof. Dr. Wolfgang Berens**  
Westfälische Wilhelms-Universität  
Münster

**Ministerialdirigent Berthold Goeke**  
Bundesministerium für Umwelt, Natur-  
schutz und Reaktorsicherheit (BMU)

**Staatssekretär Peter Knitsch**  
Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,  
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucher-  
schutz des Landes NRW

**Dr. Arnd Jürgen Kuhn**  
Forschungszentrum Jülich, Institut für  
Bio- und Geowissenschaften

**Ministerialdirigent Prof. Dr. Diethard  
Mager**  
Bundesministerium für Wirtschaft und  
Technologie

**Prof. Dr. Uwe Pietrzyk**  
Forschungszentrum Jülich, Institut für  
Neurowissenschaften und Medizin

**Dr. Heike Riel**  
IBM Research – Zürich

**Ministerialdirigentin Dr. Beatrix  
Vierkorn-Rudolph**  
Bundesministerium für Bildung und  
Forschung

[www.fz-juelich.de/portal/DE/UeberUns/  
organe/Aufsichtsrat/\\_node.html](http://www.fz-juelich.de/portal/DE/UeberUns/organe/Aufsichtsrat/_node.html)

## Geschäftsleitung (Vorstand)

**Prof. Dr. Achim Bachem** (Vorsitzender)

**Karsten Beneke** (Stellvertretender Vorsitzender)

**Prof. Dr. Sebastian M. Schmidt**  
(Mitglied des Vorstandes)

**Prof. Dr. Harald Bolt**  
(Mitglied des Vorstandes)

[www.fz-juelich.de/portal/DE/UeberUns/  
organe/Vorstand/\\_node.html](http://www.fz-juelich.de/portal/DE/UeberUns/organe/Vorstand/_node.html)

## Wissenschaftlich-Technischer Rat\*

**Prof. Dr. A. Wahner** (Vorsitz)  
Institut für Energie- und Klimaforschung

**Prof. Dr. H. Ströher** (Stv. Vorsitz)  
Institut für Kernphysik

**Dr. M. Schiek** (Stv. Vorsitz)  
Zentralinstitut für Engineering,  
Elektronik und Analytik

[www.fz-juelich.de/portal/DE/UeberUns/  
organe/WissenschaftlichTechnischerRat/\\_node.html](http://www.fz-juelich.de/portal/DE/UeberUns/organe/WissenschaftlichTechnischerRat/_node.html)

## Wissenschaftlicher Beirat\*

**Prof. Dr. Heike Riel**  
IBM, Schweiz

**Prof. Barbara Chapman**  
University of Houston, USA

**Dr. Frank-Detlef Drake**  
RWE AG, Deutschland

**Prof. Dr. Wolfgang Knoll**  
AIT, Österreich

**Prof. Dr. Toni M. Kutchan**  
Donald Danforth Plant Science Center,  
USA

**Prof. Dr. Karen Maex**  
K.U. Leuven, Belgien

**Prof. Dr. Eva Pebay-Peyroula**  
ANR, Frankreich

**Prof. Dr. Thomas Roser**  
Brookhaven National Laboratory, USA

**Prof. Dr. Elke Scheer**  
Universität Konstanz, Deutschland

**Prof. Dr. Horst Simon**  
Lawrence Berkeley National Laboratory,  
USA

**Prof. Dr. Metin Tolan**  
TU Dortmund, Deutschland

**Dr. Peter Nagler**  
Evonik AG, Deutschland

\* gemäß Gesellschaftsvertrag

# Organigramm

## Gesellschafterversammlung

Gesellschafter: Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung  
Nordrhein-Westfalen, vertreten durch das Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung

## Aufsichtsrat

Vorsitzender MinDir Dr. K. E. Huthmacher

### Vorstand

Wissenschaft; Außenbeziehungen Prof. A. Bachem (Vorstandsvorsitzender)

#### Informations- und Kommunikationsmanagement

A. Bernhardt

#### JARA-Generalsekretariat

N.N.

#### Unternehmensentwicklung

Dr. N. Drewes

#### Unternehmenskommunikation

Dr. A. Rother

#### Stabsstellen

#### Vorstandsbüro und Internationales

Dr. T. Voß

#### Zukunftscampus

Dr. P. Burauel

### Vorstand

Wissenschaftl. Geschäftsbereich I Prof. S. M. Schmidt (Mitglied des Vorstands)

#### Institute of Complex Systems

Prof. J. K. G. Dhont, Prof. C. Fahlke, Prof. J. Fitter (komm.),  
Prof. G. Gompper, Prof. R. Merkel, Prof. A. Offenhäusser,  
Prof. D. Richter, Prof. D. Willbold

#### Institut für Kernphysik

Prof. R. Maier, Prof. U.-G. Meißenner,  
Prof. J. Ritman, Prof. H. Ströher

#### Institute for Advanced Simulation

Prof. S. Blügel, Prof. P. Carloni, Prof. M. Diesmann,  
Prof. D. DiVincenzo, Prof. G. Gompper, Prof. Th. Lippert,  
Prof. U.-G. Meißenner

#### Institut für Neurowissenschaften und Medizin

Prof. K. Amunts, Prof. A. Bauer (komm.), Prof. H. H. Coenen,  
Prof. M. Diesmann, Prof. G. R. Fink, Prof. N. J. Shah,  
Prof. D. Sturma, Prof. P. Tass

#### Jülich Centre for Neutron Science

Prof. D. Richter, Prof. Th. Brückel

#### Peter Grünberg Institut

Prof. S. Blügel, Prof. Th. Brückel, Prof. D. DiVincenzo,  
Prof. R. E. Dunin-Borkowski, Prof. D. A. Grützmacher,  
Prof. A. Offenhäusser, Prof. C. M. Schneider, Prof. S. Tautz,  
Prof. R. Waser

#### IT-Services

F. Bläsen

Stand: 1. Juli 2013

## Wissenschaftlicher Beirat

Vorsitzender Dr. H. Riel

### Vorstand

Wissenschaftl. Geschäftsbereich II Prof. Dr.-Ing. H. Bolt (Mitglied des Vorstands)

#### Institut für Bio- und Geowissenschaften

Prof. W. Amelung, Prof. M. Bott, Prof. K.-E. Jaeger,  
Prof. J. Pietruszka, Prof. U. Schurr, Prof. B. Usadel,  
Prof. H. Vereecken, Prof. W. Wiechert

#### Institut für Energie- und Klimateforschung

Prof. H.-J. Allelein, Prof. D. Bosbach, Dr. H.-P. Buchkremer (komm.),  
Prof. R.-A. Eichel, Prof. J.-Fr. Hake, Prof. A. Kiendler-Scharr, Prof.  
Ch. Linsmeier, Prof. U. Rau, Prof. M. Riese, Prof. U. Samm, Prof. L.  
Singheiser, Prof. D. Stolten, Prof. B. Thomauske, Prof. A. Wahner

#### Zentralinstitut für Engineering, Elektronik und Analytik

Dr. S. Küppers, Dr. G. Natour, Dr. S. van Waasen

#### Projektträgerschaften

##### Projektträger Jülich

Dr. Ch. Stienen

##### Projektträger Energie, Technologie, Nachhaltigkeit

Dr. B. Steingrobe

##### Stabsstelle

##### Revision

A. Kamps

## Wissenschaftlich-Technischer Rat

Vorsitzender Prof. A. Wahner

### Vorstand

Infrastruktur K. Beneke (Stellvertr. Vorstandsvorsitzender)

#### Personal

Dr. M. Ertinger

#### Finanzen und Controlling

R. Kellermann

#### Einkauf- und Materialwirtschaft

R.-D. Heitz

#### Recht und Patente

Ch. Naumann

#### Organisation und Planung

A. Emondts

#### Technologie-Transfer

Dr. R. Raue

#### Zentralbibliothek

Dr. B. Mittermaier

#### Technischer Bereich

Dr. G. Damm

#### Nuklear-Service

Dr. G. Damm/R. Printz

#### Sicherheit und Strahlenschutz

B. Heuel-Fabianek

#### Gebäude- und Liegenschaftsmanagement

M. Franken

#### Planen und Bauen

J. Kuchenbecker



# Kontakt

Möchten Sie mehr wissen?  
Nehmen Sie mit uns Kontakt auf ...

Unternehmenskommunikation  
Leiterin:  
Dr. Anne Rother

Forschungszentrum Jülich GmbH  
52425 Jülich  
Tel. 02461 61-4661  
Fax 02461 61-4666  
info@fz-juelich.de  
www.fz-juelich.de

... kommen Sie doch selbst einmal  
vorbei ...

Interessierten Gruppen bieten wir gern eine Besichtigung unter sachkundiger Führung an. Bitte wenden Sie sich an unseren Besucherservice.  
Tel. 02461 61-4662  
besucher\_uk@fz-juelich.de

... oder fordern Sie unsere kostenlosen Broschüren an:

Sie können unsere Publikationen kostenlos bestellen oder im Internet herunterladen unter:  
[www.fz-juelich.de/portal/DE/Presse/Publikationen/\\_node.html](http://www.fz-juelich.de/portal/DE/Presse/Publikationen/_node.html)

Unser Tablet-Magazin:  
[www.fz-juelich.de/app](http://www.fz-juelich.de/app)



iOS (iPad)

Android

Das Forschungszentrum bei iTunesU und Social Media:  
[www.fz-juelich.de/portal/DE/Service/iTunes/\\_node.html](http://www.fz-juelich.de/portal/DE/Service/iTunes/_node.html)  
[www.facebook.com/Forschungszentrum.Juelich](http://www.facebook.com/Forschungszentrum.Juelich)  
[www.twitter.com/fz\\_juelich](http://www.twitter.com/fz_juelich)  
[www.youtube.com/fzjuelichde](http://www.youtube.com/fzjuelichde)

Im Helmholtz Social Media Newsroom:  
<http://social.helmholtz.de>

## So finden Sie uns

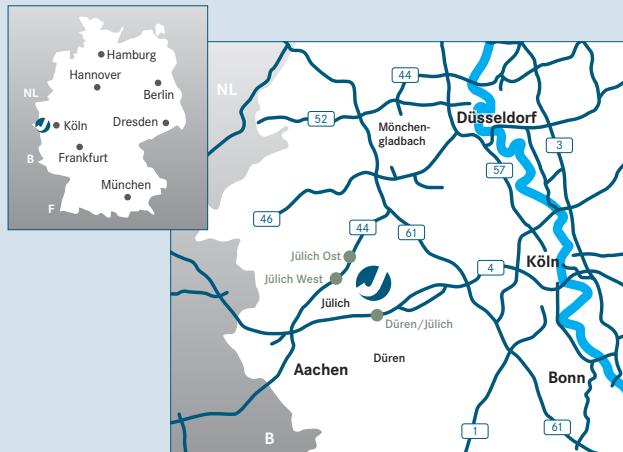
### Mit dem Pkw

Aus Richtung Aachen oder Düsseldorf kommend über die Autobahn A 44 bis Abfahrt Jülich-West, am 1. Kreisverkehr links in Richtung Jülich, am 2. Kreisverkehr rechts (Westring) in Richtung Düren, nach circa 5 Kilometern links in die L 253 einbiegen, Beschilderung „Forschungszentrum“ folgen.

Aus Richtung Köln kommend über die Autobahn A 4 bis Abfahrt Düren, dort rechts abbiegen in Richtung Jülich (B 56), nach etwa 10 Kilometern rechts ab zum Forschungszentrum.

### Hinweis für Navigationssysteme

Geben Sie bitte als Ziel „Wilhelm-Johnen-Straße“ ein. Von dort sind es nur wenige 100 Meter zum Haupteingang; bitte beachten Sie die Beschilderung. Das Forschungszentrum selbst ist nicht Bestandteil des öffentlichen Straßennetzes und wird von Navigationssystemen daher nicht erkannt.



### Mit öffentlichen Verkehrsmitteln

Bundesbahn von Aachen oder Köln kommend bis Bahnhof Düren, von dort mit der Rurtalbahn bis Station „Forschungszentrum“. Von dort sind es etwa 15 Minuten Fußweg zum Haupteingang.



Seit 1999 trägt das Forschungszentrum das Total E-Quality-Logo und beweist damit seine an Chancengleichheit orientierte Personalpolitik.



Seit August 2010 ist das Forschungszentrum für das „audit berufundfamilie“ zertifiziert. Jülich hat sich damit verpflichtet, kontinuierlich Maßnahmen zur besseren Vereinbarung von Beruf und Familie zu definieren und umzusetzen.

## Impressum

**Herausgeber:** Forschungszentrum Jülich GmbH | 52425 Jülich | Telefon: 02461 61-4661 | Fax: 02461 61-4666 | Internet: [www.fz-juelich.de](http://www.fz-juelich.de)  
**Redaktion:** Dr. Wiebke Rögner, Annette Stettien, Dr. Anne Rother (v.i.S.d.P.) **Autoren:** Dr. Frank Frick, Dr. Wiebke Rögner, **Grafik und Layout:** SeitenPlan Corporate Publishing GmbH **Herstellung:** Schloemer Gruppe GmbH **Fotos:** 2happy/Shutterstock.com (63 o., Himmel), Africa Studio/Shutterstock.com (23 o.), ©T. Altmann (14 l.o.), Argonne National Laboratory (ANL) (54), Kitch Bain/Shutterstock.com (32), Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR/A. Minikin, DLR/CC-BY 3.0) (12 l.o., 63 o.), Martina Ebel/Shutterstock.com (8 l.), Event-Images-Berlin, Andreas Speck (39), Forschungszentrum Jülich/Marc von Hobe (15 r.u.), Dr. K. Futterer, University of Birmingham (10 l.u.), gui jun peng/Shutterstock.com (69 r.), Anselm Horn, Universität Erlangen/ACS Chem Neurosci (2010) (67 o.), iStockphoto/Thinkstock (14 r.o., 29), J. Am. Chem. Soc. (11 l.o.), JARA Brain (11 r.u.), Lufthansa Bildarchiv (60), NASA (65), nikkytok/Shutterstock.com (10 r.u.), Scania CV AB (15 r.o.), Carolin Schroeder (9 l.), SeitenPlan (10 l.o., 19 o.), Siemens (56), Bernd Struckmeyer (Titel, 4, 16-17,24-25, 70-71, 75), sunfire GmbH (23 u.), Technische Universität München, Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (38), Universität Hamburg (9 o.), Wavebreak Media/Thinkstock (13 l.o.), Welt der Physik (50), Deutscher Ethikrat/Foto Reiner Zensen (34 l.o.), alle übrigen: Forschungszentrum Jülich.

Auszüge aus dieser Publikation dürfen ohne weitere Genehmigung wiedergegeben werden, vorausgesetzt dass bei der Veröffentlichung das Forschungszentrum Jülich genannt wird. Um ein Belegexemplar wird gebeten. Alle übrigen Rechte bleiben vorbehalten.

Stand: Juli 2013

Mitglied der:



[www.fz-juelich.de](http://www.fz-juelich.de)