



## Jahresbericht 2011



## Das Forschungszentrum Jülich auf einen Blick

Das Forschungszentrum Jülich betreibt interdisziplinäre Spitzenforschung und stellt sich drängenden Fragen der Gegenwart, vor allem zur künftigen Energieversorgung. Mit seinen Kompetenzen in der Materialforschung und der Simulation und seiner Expertise in der Physik, der Nano- und Informationstechnologie sowie den Biowissenschaften und der Hirnforschung entwickelt es die Grundlagen für zukünftige Schlüsseltechnologien. Das Forschungszentrum leistet Beiträge zur Lösung großer gesellschaftlicher Herausforderungen in den Bereichen Energie und Umwelt, Gesundheit sowie Informationstechnologie. Es geht neue Wege in strategischen Partnerschaften mit Hochschulen, Forschungseinrichtungen und der Industrie im In- und Ausland. Mit fast 5000 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

### Budget

484 Millionen Euro

### Fläche

2,2 Quadratkilometer

### Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Gesamt	4 992
Darin enthalten:	
Wissenschaftler/	1 755
Wissenschaftlerinnen	
(davon Doktoranden/	
Stipendiaten 482)	
Technisches Personal	1 642
Auszubildende	292
(Stichtag 31.12.2011)	

### Gastwissenschaftler

872 aus 40 Ländern

### Vorstand

**Prof. Dr. Achim Bachem** (Vorsitzender)  
**Karsten Beneke**  
(Stellvertretender Vorsitzender)  
**Prof. Dr. Sebastian M. Schmidt**  
(Mitglied des Vorstands)  
**Prof. Dr.-Ing. Harald Bolt**  
(Mitglied des Vorstands)

### Wissenschaftlich-Technischer Rat

**Prof. Dr. A. Wahnner** (Vorsitzender)

### Aufsichtsrat

**MinDirig Dr. Karl Eugen Huthmacher**  
(Vorsitzender)





## Forschungszentrum Jülich at a Glance

Forschungszentrum Jülich pursues cutting-edge interdisciplinary research to address pressing issues of the present, most of all the future energy supply. With its competence in materials science and simulation and its expertise in physics, nanotechnology and information technology and also in the biosciences and brain research, Jülich is developing a basis for the key technologies of tomorrow. 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 a staff of almost 5,000, 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 percent)

Federal State of North Rhine-Westphalia (10 percent)

Share capital € 520,000

### **Budget**

€ 484 million

### **Area**

2.2 square kilometres

### **Staff**

Total 4,992

Including:

Scientists 1,755

(including PhD students/  
scholarship holders 482)

Technical staff 1,642

Trainees 292

(As of: 31.12.2011)

### **Visiting scientists**

872 from 40 countries

### **Board of Directors**

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

**Karsten Beneke** (Vice-Chairman)

**Prof. Dr. Sebastian M. Schmidt**

(Member of the Board of Directors)

**Prof. Dr.-Ing. Harald Bolt**

(Member of the Board of Directors)

### **Scientific and Technical Council**

**Prof. Dr. A. Wahner** (Chairman)

### **Supervisory Board**

**MinDirig Dr. Karl Eugen Huthmacher**  
(Chairman)

# Jahresbericht 2011

## Inhalt



## 17 Highlight

Jülicher Wissenschaftler wirken daran mit, das große Thema Nachhaltigkeit voranzubringen und Antworten auf die damit verbundenen Zukunftsfragen zu finden – von der Klimaforschung bis zur Entwicklung energiesparender Superrechner.

## 25 Wissensmanagement

Wissen schaffen, Wissen weitergeben, Wissen teilen und Wissen nutzen – dazu gehören in Jülich eine strategisch-programmatisch ausgerichtete Spitzenforschung, die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses und intensive Kooperationen mit wissenschaftlichen Einrichtungen und Unternehmen im In- und Ausland.



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)



Jülich auf einen Blick	2
Vorwort des Vorstands	6
Chronik	8
Highlight: Nachhaltigkeit	17
Forschen für Nachhaltigkeit, nachhaltig forschen –	
Interview mit Prof. Achim Bachem	18
• Schweben für die Klimaforschung	20
• Energiespeicher für den Umbau der Energieversorgung	21
• Rechnen mit dem Faktor Energie	22
• Strom aus Abwärme	23
Wissensmanagement	25
Unsere Leistung: Wissen	26
<b>Wissen schaffen</b>	
Neue Erkenntnisse gewinnen und publizieren	28
Magnetische Wirbel aus 15 Atomen	30
Molekulare Sonnenbrille – wie Sehzellen im Dämmerlicht zusammenarbeiten	32
Preise	34
Drittmittel	36
Außenstellen und Plattformen	38
Einzigartige Einsichten mit den besten Elektronenmikroskopen unserer Zeit	43
Personal	44
<b>Wissen weitergeben</b>	
Ausbildung mit Perspektive	48
Wissenschaftlicher Nachwuchs	50
<b>Wissen teilen</b>	
Wissen weltweit	54
Daten & Fakten	57
ESS Projekt – Kompetenz für den großen Entwurf	62
Nach dem Vorbild der Natur – selbstheilende Materialien	63
Jülich Aachen Research Alliance JARA	64
JARA-ENERGY Mit aktiven Tragflächen Energie sparen	65
<b>Wissen anwenden</b>	
Wirtschaft und Gesellschaft verwerten Jülicher Know-how	66
Forschung für die Praxis	67
Anhang	71
Finanzen	72
Gremien	75
Organigramm	78
Kontakt	80
Impressum	81

# Vorwort des Vorstands

Die Gesellschaft nachhaltig mit Energie zu versorgen ist eine der zentralen Zukunftsaufgaben. Mit der Energiewende nach der Katastrophe von Fukushima im März 2011 hat dieser Auftrag an die Forschung nochmals eine besondere Dringlichkeit erhalten. Im Juni 2011 beschloss der Bundestag den Atomausstieg bis zum Jahr 2022 – erneuerbare Energien müssen deshalb beschleunigt ausgebaut werden. Das Forschungszentrum Jülich mit seinen seit langem entwickelten Kompetenzen in den Bereichen Energie-, Klima- und Umweltforschung sieht sich in der Pflicht, hier zu innovativen Lösungen für die Bevölkerung und die Wirtschaft beizutragen. Ziel ist eine zuverlässige Energieversorgung, die ökonomisch und ökologisch tragfähig ist. Wir arbeiten in Jülich an den wissenschaftlichen und technologischen Grundlagen für den Umbau unseres Energiesystems und erforschen dessen Auswirkungen auf Atmosphäre und Klima.

Im Jahr 2011 haben wir in Jülich die Fokussierung auf die Energie- und Umweltforschung weiter vorangetrieben. Dies wird nicht zuletzt an der konsequent weitergeführten Umstrukturierung des Forschungszentrums deutlich: Die Anzahl der Institutsbereiche, die sich mit diesem Kernbereich beschäftigen, hat sich im vergangenen Jahr auf 15 erhöht; rund 108 Millionen Euro unseres Budgets haben wir 2011 in energierelevante Forschungsthemen investiert. Ein entscheidender Faktor für eine verlässliche Energieversorgung, die sich zunehmend aus regenerativen Quellen speist, sind Energiespeicher, die Schwankungen ausgleichen. Hier konzentriert sich das Forschungszentrum Jülich auf den Bereich der stationären Speicher: zum einen auf Fortschritte in der Batterieentwicklung, zum anderen auf die Erforschung der Wasserstofftechnologie. In der Klimaforschung spielt das Forschungszentrum Jülich eine wichtige Rolle in internationalen Kooperationsprojekten wie dem EU-Großforschungsprojekt PEGASOS, das die wissenschaftliche Grundlage für EU-weite Maßnahmen zum Klimaschutz legt.

Über das Institut für Energie- und Klimaforschung hinaus sind noch viele andere Forschungsbereiche in Jülich an der Energieforschung beteiligt. So kann das europaweit einzigartige Elektronenmikroskop PICO, das im Februar 2012 eingeweiht wurde, dazu beitragen, eine energieeffiziente Informationstechnologie und eine klimafreundliche Energieversorgung zu entwickeln. Es ist, wie auch die Instrumente der Neutronenforschung, ein wichtiges Gerät im Werkzeugkasten der Materialforscher. Denn Materialien mit neuen Eigenschaften werden in den kommenden Jahren eine Schlüsselrolle spielen beim Aufbau einer nachhaltigen Energieversorgung und energiesparender Technologien, vor allem im Rahmen der sogenannten Green IT – also bei effizienten Entwicklungen im Bereich der Informationsverarbeitung. Unser ambitioniertes Ziel ist es, zu einer führenden Einrichtung auf dem Gebiet neuer Materialsysteme für die Energieversorgung der Zukunft zu werden.

Neue Materialien – seien es Membranen für die Wasserstofftechnologie, Kompositmaterialien und Schichten, die feine Risse selbsttätig reparieren, oder Thermoelektrika, die Abwärme in Elektrizität umwandeln – werden für den Umbau zu einer nachhaltigen Wirtschaft von herausragender Bedeutung sein. Das gilt auch über die Energieforschung hinaus für unsere Schwerpunktbereiche Gesundheitsforschung und Informationstechnologie.

Als eines der großen Helmholtz-Zentren in Deutschland sehen wir unsere Aufgabe in einer einerseits auf Anwendung orientierten, andererseits auf längerfristig angelegten Forschung. Dafür arbeiten wir eng mit unseren Partnern aus den Hochschulen und der Industrie zusammen – etwa in der Biotechnologie bei der mikrobiellen Herstellung von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen. Zugleich aber haben wir den langen Atem, der nötig ist, um auch unabhängig von kurzfristigen Gewinnerwartungen Zukunftstechnologien zu entwickeln. Wie auf diese Weise Grundlagen für nachhaltige Technologien von morgen geschaffen werden, wird an den Beispielen deutlich, die wir Ihnen mit diesem Jahresbericht 2011 vorstellen.



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)





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

„Nachhaltigkeit bedeutet: Nur so viel Holz schlagen wie auch nachwachsen kann. Vom Ertrag – und nicht von der Substanz leben. Jede Generation muss ihre Aufgaben lösen und darf sie nicht den nachkommenden Generationen aufbürden.“

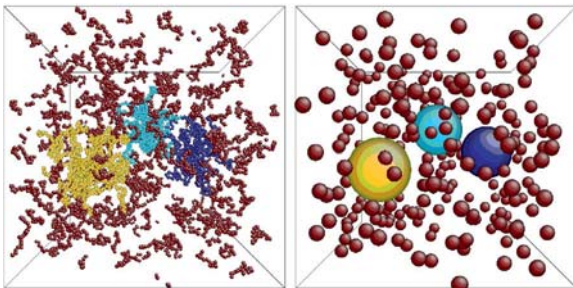
\_\_\_\_\_ Aus der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung

# Chronik

April 2011 bis Mai 2012

## Wertvorstellung entscheidend ►

**1. April 2011** | Welche Hirnregion ist aktiv, wenn sich Menschen etwa entscheiden müssen, ob sie den Begriff der Leistung oder den der Loyalität ansprechender finden? Es kommt darauf an, antworten Jülicher Hirnforscher in der Online-Publikation „PLOS ONE“: Bei Individualisten mit einer Vorliebe für Wertbegriffe, die dem Wunsch nach Selbstentfaltung entgegenkommen, ist das limbische System aktiv – bei gemeinschaftlich orientierten Menschen dagegen eher der Scheitel- und Stirnlappen.

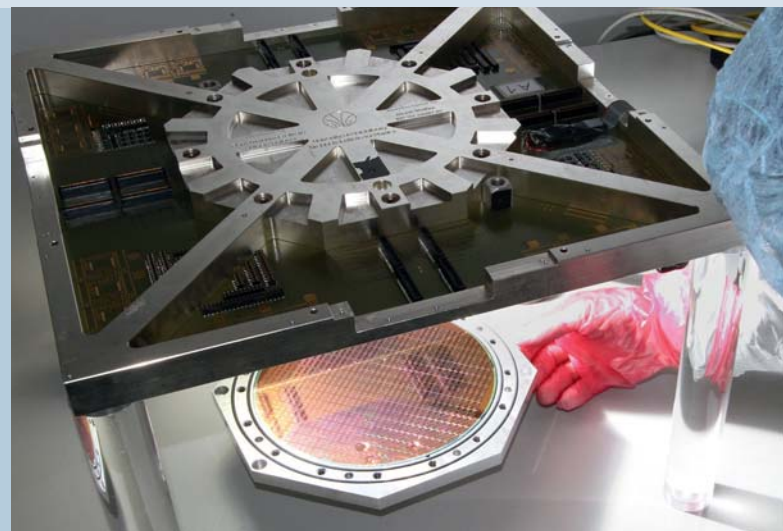


## ◀ Komplexes vereinfacht

**16. April 2011** | Kunststoff-Schmelzen, Dispersionsfarben und Blut gehören zu den komplexen Flüssigkeiten. Forscher aus Jülich, Wien, Rom und Grenoble stellen in der Fachzeitschrift „Physical Review Letters“ eine Theorie vor, die die vielfältigen Wechselwirkungen in solchen Flüssigkeiten auf Kräfte zwischen den Molekül-Schwerpunkten reduziert. Mit der Theorie lassen sich die Eigenschaften komplexer Mischungen nun viel einfacher vorhersagen.

## Menschliches Hirn simulieren ►

**11. Mai 2011** | In Berlin präsentieren Wissenschaftler aus Lausanne, Jülich, München und Heidelberg ihren Beitrag zum „Human Brain Project“. Ziel des ambitionierten Vorhabens ist die biologisch detailgetreue Simulation des gesamten menschlichen Gehirns. Indem die Wissenschaftler auf diese Weise die Funktionsprinzipien des Gehirns studieren, wollen sie auch zu Erkenntnissen gelangen, die zu leistungsfähigeren und energieeffizienteren Computern führen.





## Neue Erkenntnisse zur Schlaganfall-Rehabilitation ▶

**1. Juni 2011** | Nach einem Schlaganfall in der linken Hirnhälfte leiden viele Patienten an einer motorisch-kognitiven Störung: Es fällt ihnen schwer, früher gelernte komplexe Bewegungen auszuführen. Im „Journal of Neuroscience“ veröffentlichten Forscher aus Jülich und Köln Ergebnisse, denen zufolge das motorische Lernen bei diesen Patienten erhalten bleibt, sie aber das Gelernte nicht mehr abrufen können. Diese Erkenntnis lässt sich für die Rehabilitation nutzen.



## ◀ Forschungsk Kooperation zur Solarenergie

**23. Juni 2011** | Die Helmholtz-Gemeinschaft und das National Renewable Energy Laboratory, USA, vereinbaren eine engere Zusammenarbeit in der Solarenergieforschung, um die Entwicklung der Technologie zu beschleunigen. Jülich ist eines von drei Helmholtz-Zentren, die an der Vertragsunterzeichnung beteiligt sind. „Im Forschungszentrum Jülich sind wir unterwegs, die Solarenergie durch neue Materialentwicklungen kostengünstiger zu machen“, sagt Prof. Harald Bolt, Jülicher Vorstandsmitglied.

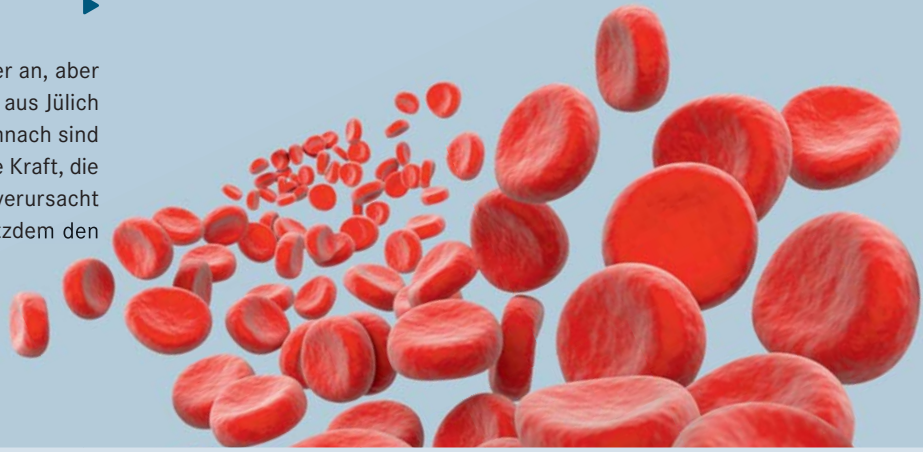
## Exotischem Teilchen auf der Spur ▶

**29. Juni 2011** | Die „Frankfurter Allgemeine Zeitung“ berichtet, dass bei Messungen am Jülicher Beschleuniger Hinweise auf ein neues exotisches Teilchen gefunden wurden. Anders als die bisher bekannten Bausteine von Atomkernen aus zwei oder drei Quarks könnte der Exot aus sechs Quarks bestehen. Die internationale WASA-at-COSY-Kollaboration mit mehr als 120 Wissenschaftlern aus sechs Ländern hatte die Experimente durchgeführt.



## Die Kräfte im Blut

**5. Juli 2011** | Rote Blutkörperchen ziehen einander an, aber die Kräfte, die dabei wirken, sind winzig. Physiker aus Jülich und den USA stellen Berechnungen dazu vor: Demnach sind diese Kräfte etwa zehn Millionen mal kleiner als die Kraft, die durch das Gewicht einer sitzenden Stechmücke verursacht wird. Computersimulationen zeigen, dass sie trotzdem den Strömungswiderstand von Blut bestimmen. Damit können sie zur Entwicklung von Mikrofluidik-Systemen, etwa für diagnostische Zwecke beitragen.

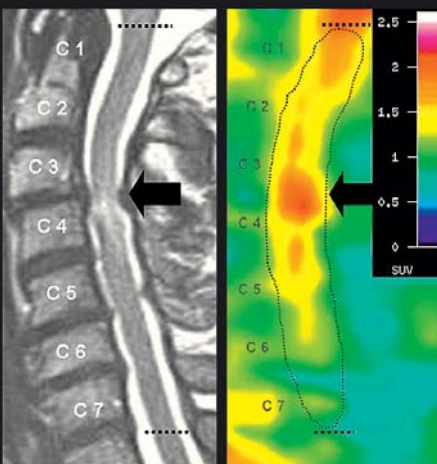
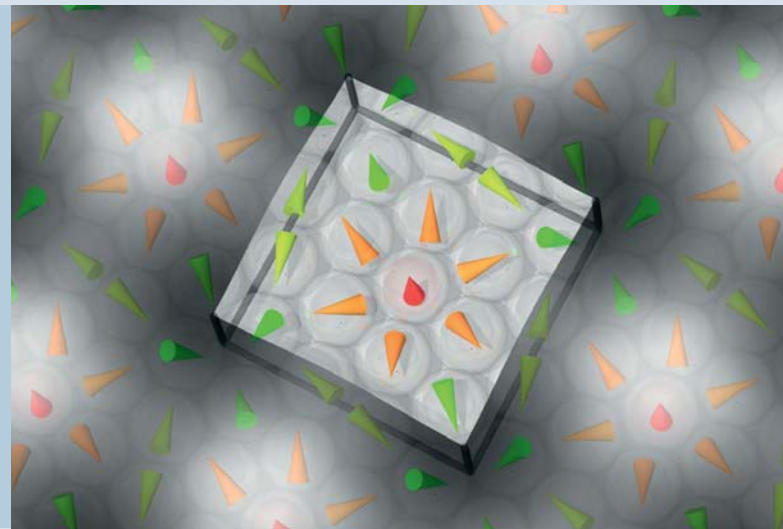


## ◀ Weltrekord-Simulation

**21. Juli 2011** | Der sogenannte schnelle Multipol-Algorithmus dient dazu, die Schwerkraft und andere räumlich weitreichende Kräfte zwischen Teilchen zu berechnen. Jülicher Wissenschaftler verbessern diese Rechenvorschrift so, dass der Supercomputer JUGENE ein System aus 3 011 561 968 121 Teilchen in nur elf Minuten berechnet – Weltrekord! Wollte man die Kräfte zwischen so vielen Teilchen direkt berechnen, würde JUGENE für einen einzigen Durchgang 32 000 Jahre benötigen. Ein PC wäre sogar eine Milliarde Jahre lang beschäftigt.

## Neue magnetische Ordnung entdeckt ▶

**31. Juli 2011** | Physiker aus Jülich, Hamburg und Kiel berichten in der Fachzeitschrift „Nature Physics“ darüber, dass sie erstmals auf einer Oberfläche ein regelmäßiges Gitter aus sogenannten magnetischen Skyrmionen gefunden haben. Das sind wirbelförmige und außergewöhnlich stabile Spinstrukturen, die einmal die Grundlage einer neuen Generation von kleineren und leistungsfähigeren Datenspeichern bilden könnten (siehe auch „Magnetische Wirbel aus 15 Atomen“, S. 30).



## ◀ Vorhersage des OP-Erfolges

**1. September 2011** | Von einer Spinalstenose der Halswirbelsäule sprechen Ärzte, wenn bei Patienten der Wirbelkanal knöchern verengt ist. Eine Studie, die Jülicher und Düsseldorfer Forscher im „Journal of Nuclear Medicine“ vorstellen, zeigt: Ob eine Operation klinische Symptome der Spinalstenose wie Sensibilitätsstörungen und Lähmungen verbessern kann, lässt sich durch eine Untersuchung des Stoffwechsels im Halsmark mittels Positronenemissionstomografie vorhersagen.



## Grundstein für Nanoelektronik-Labor ►

**2. September 2011** | Auf dem Campus des Forschungszentrums Jülich wird der Grundstein für eines der modernsten Nanoelektronik-Labore Europas gelegt, in das rund 25 Millionen Euro investiert werden. Die „Helmholtz Nanoelectronic Facility“ mit einer Reinraumfläche von rund 1 000 Quadratmetern soll Forschern die Entwicklung neuer Materialien, Prozesse und Strukturen im Nanometerbereich für die Sensoren, Prozessoren und Datenspeicher der Zukunft ermöglichen.

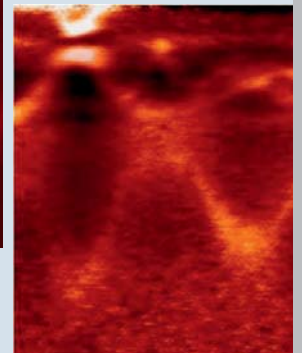
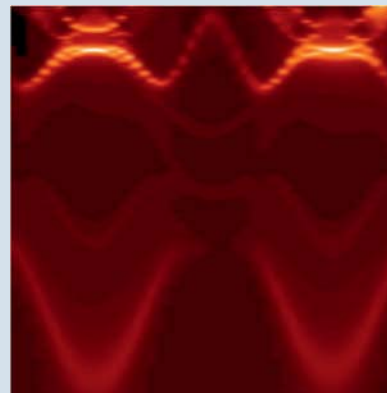


## ◀ Bioökonomie im Blick

**12. September 2011** | Svenja Schulze, NRW-Wissenschaftsministerin, Thomas Rachel, Staatssekretär im Bundesforschungsministerium, und Dr. Alfredo Aguilar von der Generaldirektion Forschung und Innovation der Europäischen Kommission nehmen an einer Festveranstaltung in Jülich teil, bei der sich das „Bioeconomy Science Center“ präsentiert. In diesem Netzwerk forschen die RWTH Aachen, die Universitäten Bonn und Düsseldorf sowie das Forschungszentrum Jülich an zentralen Themen einer nachhaltigen Ökonomie auf Basis nachwachsender Rohstoffe.

## Tiefe Einsichten ►

**23. September 2011** | Elektronische Zustände bestimmen über viele physikalische Eigenschaften von Feststoffen. Ein internationales Forscherteam unter Jülicher Beteiligung hat die Photoemissionsspektroskopie weiterentwickelt, sodass sie elektronische Zustände nicht nur an der Oberfläche eines Materials sichtbar macht, sondern auch in größerer Tiefe. In der Zeitschrift „Nature Materials“ bescheinigt ein unabhängiger Experte der Methode ein beträchtliches Potenzial für die Materialforschung.



## ◀ Besuch aus Brüssel

**23. September 2011** | Rund vier Monate vor seiner Wahl zum Präsidenten des Europäischen Parlaments besucht Martin Schulz das Forschungszentrum Jülich, das als eine der größten Forschungseinrichtungen Europas zahlreiche EU-weite Projekte vorantreibt und unterstützt. Er informiert sich über die Hirnforschung, über die Bioökonomie-Forschung und die Leistungsfähigkeit der Jülicher Supercomputer.



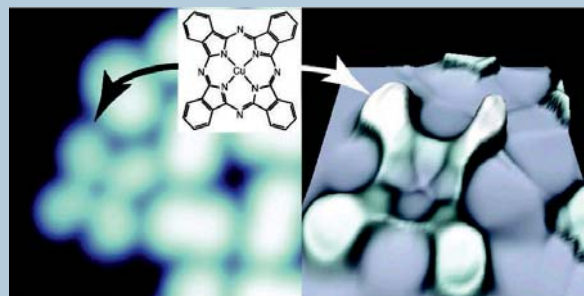


## ◀ Warnsystem gegen Menschenstaus

**24. September 2011** | Bei einem Bundesligaspiel in der Düsseldorf Esprit-Arena präsentieren Jülicher Simulationswissenschaftler und mehrere Partner des Projektes „Hermes“ ihren neuartigen Evakuierungsassistenten. Das rechnergestützte System erfasst die Personenverteilung auf Großveranstaltungen und sagt kritische Staus vorher, bevor diese überhaupt entstehen. Bei einem Brand oder einem anderen Krisenfall soll es den Einsatzkräften helfen, ein gefährliches Gedränge zu verhindern.

## Tunnelblick ins Molekül ▶

**3. Oktober 2011** | Jülicher Physiker stellen im „Journal of the American Chemical Society“ eine Methode vor, um die Anordnung von Atomen im Inneren komplexer Moleküle mit Hilfe von Rastertunnelmikroskopen abzubilden. Damit erweitern sie erheblich die Möglichkeiten dieser Instrumente, die in der Nanotechnologie und den Materialwissenschaften ohnehin schon eine wichtige Rolle spielen. Das neue Verfahren nutzt einzelne Atome zwischen Mikroskopspitze und Probe als eine Art Kontrastmittel.

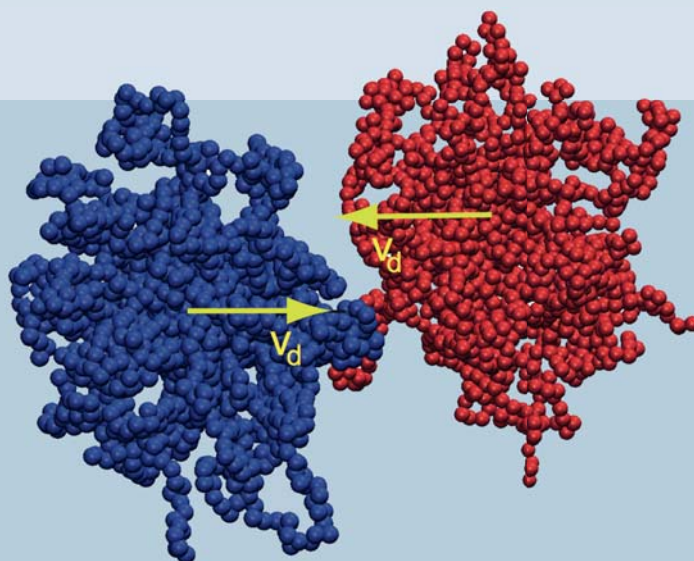


## ◀ Den Himmel neu entdecken

**5. Oktober 2011** | Ein Antennenfeld, Teil der neuartigen vernetzten Radioteleskop-Anlage LOFAR, geht in unmittelbarer Nähe des Forschungszentrums an den Start. LOFAR (Low Frequency Array) misst langwellige Radiostrahlung aus der Frühzeit des Universums und besteht aus insgesamt mehr als 50 Antennenfeldern in Europa. In Jülich laufen die Daten der fünf deutschen Stationen zusammen. Außerdem stellt das Forschungszentrum Supercomputer für die anschließende Analyse der Daten bereit.

## Wenn sich molekulare Sterne reiben ▶

**6. Oktober 2011** | Reibung ist im Alltag allgegenwärtig, aber oft unerwünscht, wenn sie Wärme produziert und Material verschleißt. Jülicher Forscher präsentieren in der Fachzeitschrift „Physical Review Letters“ die Ergebnisse von Computersimulationen zum Reibungsverhalten von Sternpolymere – winzigen Knäueln aus langkettigen Molekülen, die in der Mitte verbunden sind. Sie sehen darin einen Schritt zu einem besseren Verständnis von Reibungsprozessen, etwa in menschlichen Gelenken oder Prothesen.







## ◀ 50 Jahre Berufsausbildung

**10. Oktober 2011** | Unter dem Motto „Jülich macht Karrieren“ steht die Festveranstaltung zum 50-jährigen Jubiläum der Berufsausbildung. Seitdem der erste Jahrgang 1961 begann, haben rund 4 300 Auszubildende erfolgreich eine Berufsausbildung im Forschungszentrum abgeschlossen. Gemeinsam mit Partnern aus Wissenschaft, Verbänden, Bildungseinrichtungen und Politik hat das Forschungszentrum die Ausbildung kontinuierlich weiterentwickelt (siehe auch „Ausbildung mit Perspektive“, S. 48).

## Mediterrane Partnerschaft ▶

**13. Oktober 2011** | In Anwesenheit der Forschungsminister aus Frankreich und Deutschland vereinbaren französische Forschungszentren, das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung und das Forschungszentrum Jülich eine Kooperation, um Umweltprobleme im Mittelmeerraum zu lösen. Demnach wird das französische Konsortium SICMED seine Kräfte mit dem deutschen TERENO-MED-Netzwerk vereinigen, das Effekte des globalen Wandels auf mediterrane Wasserressourcen und Ökosysteme langfristig untersuchen will.



## ◀ FAIR-Kooperation

**17. Oktober 2011** | Das Beschleunigerzentrum FAIR in Darmstadt, an dem über ein Dutzend Länder beteiligt sind, wird ab 2018 neuartige Experimente zum Aufbau der Materie und zur Entwicklung des Universums ermöglichen. Die FAIR GmbH und das Forschungszentrum Jülich unterzeichnen einen Kooperationsvertrag. Danach werden Jülicher Wissenschaftler den Hochenergie-Speicherring HESR für die „Facility for Antiproton and Ion Research“ konzipieren. Der HESR wird Experimente zur Antimaterie-Physik ermöglichen.

## Blendschutz im Auge ▶

**8. November 2011** | Wissenschaftler aus Jülich, Tübingen, Oldenburg und Dublin haben einen molekularen Schalter im Auge identifiziert, der verhindert, dass es schon bei wenig Licht zu Blendungsempfindungen kommt. Darüber berichten sie in der Fachzeitschrift „Nature Communications“. Dieser Schalter, ein Ionenkanal, wird in den empfindlichen Stäbchen – einem von zwei Sehzelltypen – aktiviert, wenn das Signal für die Nervenzellen sonst zu stark würde (siehe auch „Molekulare Sonnenbrille“, S. 32).





## Biologisch verträgliche Mikroelektronik

**16. November 2011** | Bioelektronische Implantate sollen künftig zerstörte Sinneszellen in Auge oder Ohr ersetzen. Forscher aus Jülich und München präsentieren im Fachmagazin „Advanced Materials“ Ergebnisse, die zeigen, dass sich Zellen und Mikroelektronik gut mit Hilfe von Bauteilen aus Graphen verbinden lassen, besser als mit herkömmlicher Silizium-Technologie. Graphen ist eine besondere Erscheinungsform des Kohlenstoffs.

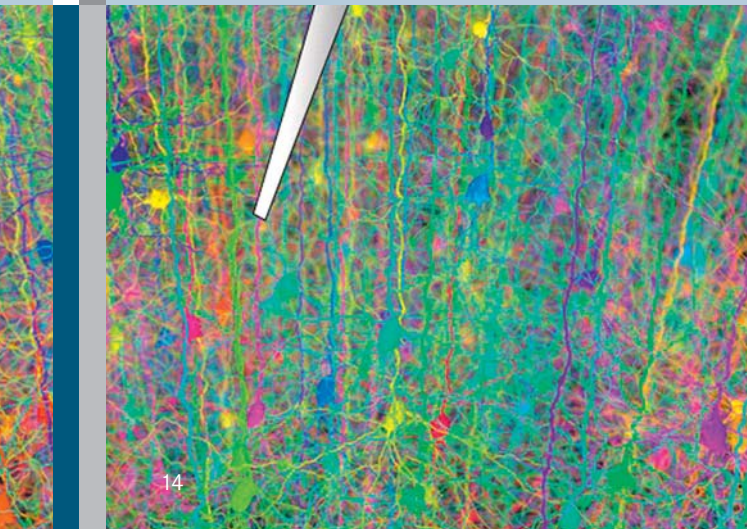
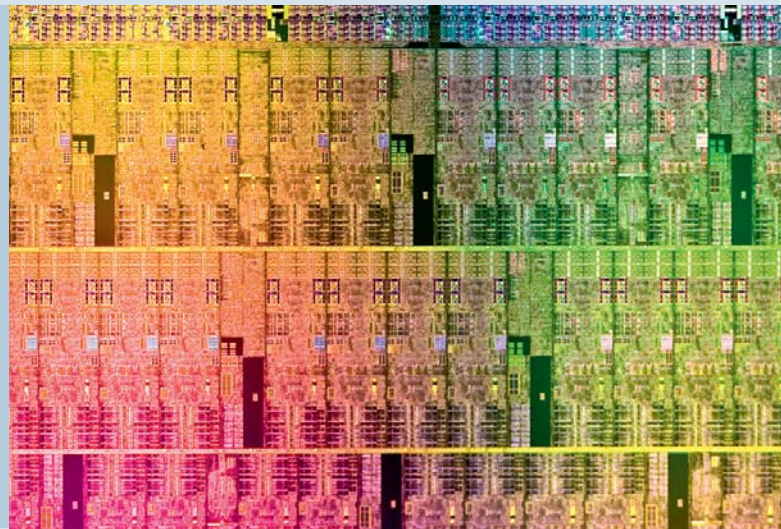


## Festvortrag mit viel Atmosphäre

**22. November 2011** | „Forschung zwischen Himmel und Erde“ lautet der Titel des Jülicher Festvortrags zum Jahresabschluss im Rheinischen Landesmuseum in Bonn. Prof. Andreas Wahner zeigt vor rund 230 Gästen aus Politik, Wissenschaft und Industrie auf, welche wichtige Rolle die Spurengase für das Verständnis des Klimawandels spielen. Jülicher Atmosphärenforscher arbeiten zum Beispiel mit Fluggesellschaften zusammen, um möglichst viele Daten zu Spurengasen erheben zu können.

## Exaflop/s-Rechner für Europa

**1. Dezember 2011** | Das EU-Projekt DEEP geht an den Start. Darin entwickelt Jülich gemeinsam mit den Firmen Intel, ParTec und 13 weiteren europäischen Partnern den Prototypen einer neuen Supercomputer-Architektur. Diese soll es ermöglichen, bis zum Jahr 2020 Exaflop/s-Rechner zu bauen, ohne dass Energieverbrauch und Kosten unverhältnismäßig steigen. Ein Exaflop/s entspricht einer Trillion Rechenoperationen pro Sekunde (siehe auch „Rechnen mit dem Faktor Energie“, S. 22).



## Wie Hirnströme entstehen

**8. Dezember 2011** | Wissenschaftler des Forschungszentrums Jülich und der norwegischen University of Life Sciences berichten in der Fachzeitschrift „Neuron“ über ein mathematisches Modell, das Zusammenhänge zwischen der Aktivität der Nervenzellen im Gehirn und messbaren elektrischen Signalen erklärt. Dadurch lassen sich Messwerte künftig besser auswerten, um detaillierte Diagnosen bei unterschiedlichen Erkrankungen des Gehirns zu stellen und geeignete Behandlungen auszuwählen.



## GLORIA

**11. Dezember 2011** | Eine neuartige Infrarotkamera, entwickelt von Wissenschaftlern der Helmholtz-Gemeinschaft aus Jülich und Karlsruhe, kommt erstmals zum Einsatz. An Bord des Forschungsflugzeuges Geophysica hebt das Gerät mit dem Namen GLORIA vom Flughafen im schwedischen Kiruna ab. Es misst klimarelevante Gase und atmosphärische Bewegungen in 10 bis 20 Kilometer Höhe mit bisher unerreichter Genauigkeit. Künftig sollen vergleichbare Geräte auch von Satelliten aus Klimadaten sammeln.



## Bioökonomie-Kooperation mit Brasilien

**20. Januar 2012** | In Berlin wird in Anwesenheit von Bundeslandwirtschaftsministerin Ilse Aigner und ihrem brasilianischen Amtskollegen Mendes Ribeiro Filho vereinbart, dass die brasilianische Agrarforschungsgesellschaft Embrapa auf dem Jülicher Campus ein Labor aufbauen wird. Brasilianische Forscher werden somit künftig besonders eng mit dem Bioeconomy Science Center zusammenarbeiten, um Erträge und Qualität von Agrarprodukten zu steigern und gleichzeitig die natürlichen Ressourcen zu schonen.

## Neue Möglichkeiten für Solarenergie-Forscher

**22. Februar 2012** | Hochrangige Vertreter aus Wissenschaft und Politik weihen das Photovoltaik-Technikum ein. „Darin haben unsere Forscher erstmals die Möglichkeit, Photovoltaik-Module bis zu einer Größe von 1,4 Quadratmetern auf Alterung, Lichtempfindlichkeit und Defekte zu überprüfen“, so der Jülicher Vorstandsvorsitzende Prof. Achim Bachem. Gemeinsam mit der Industrie könne man so neue Beschichtungs- und Herstellungsprozesse testen und weiterentwickeln.



## Einzigartiges Elektronenmikroskop

**29. Februar 2012** | PICO wird eingeweiht. Das Elektronenmikroskop im Ernst Ruska-Centrum (ER-C) erreicht eine Rekordauflösung von 50 milliardstel Millimetern und ermöglicht Nutzern aus Wissenschaft und Industrie Fortschritte etwa in der Energieforschung oder der Informationstechnologie (siehe auch „Einzigartige Einblicke mit den besten Elektronenmikroskopen unserer Zeit“, S. 43). Betrieben wird das ER-C von der RWTH Aachen und dem Forschungszentrum unter dem Dach der Jülich Aachen Research Alliance JARA.





00.230.1073.008  
00.550.1073.000

78.550.0173.000

44.230.1073.008  
00.550.9993.001

44.230.1073.008  
00.550.9993.001



# Highlight

- 18 Forschen für Nachhaltigkeit – nachhaltig forschen
- 20 Schweben für die Klimaforschung
- 21 Energiespeicher für den Umbau der Energieversorgung
- 22 Rechnen mit dem Faktor Energie
- 23 Strom aus Abwärme



# Forschen für Nachhaltigkeit – nachhaltig forschen

Das Thema Nachhaltigkeit und Jülicher Beiträge zur Beantwortung der damit verbundenen Zukunftsfragen bilden den Schwerpunkt dieses Jahresberichts 2011. Auch das Wissenschaftsjahr 2012 steht unter dem Titel „Zukunftsprojekt ERDE“ im Zeichen der Forschung für nachhaltige Entwicklungen. Ein Gespräch dazu mit Prof. Achim Bachem, Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums Jülich.

## Herr Prof. Bachem, wie definieren Sie Nachhaltigkeit?

Nachhaltigkeit bedeutet für mich, dass sich die Ressourcen in einem System entweder natürlich oder technologisch regenerieren lassen. Nachhaltigkeit in der Forschung heißt aber auch, neben den technologischen und ökologischen Aspekten stärker die ökonomischen und sozialen Dimensionen zu berücksichtigen.

## Auch Forschung selbst verbraucht Ressourcen – was tut das Forschungszentrum Jülich, um seinen ökologischen Fußabdruck zu minimieren?

Unsere Forschung braucht extrem leistungsfähige Großgeräte, die entsprechend viel Energie verbrauchen. Gemeinsam mit Partnern aus den Hochschulen und der Industrie arbeiten wir daran, wie ein solcher Forschungscampus mit seiner Infrastruktur ressourcenschonender arbeiten kann. Die RWTH Aachen entwickelt gerade eine Software, die helfen soll, den stark schwankenden Wärmebedarf eines Forschungscampus effizienter zu managen. Wir liefern als „Muster-campus“ dazu die Daten und wollen natürlich vom Ergebnis lernen. Gleichzeitig arbeiten wir selbst an einem städtebaulichen Masterplan für das Forschungszentrum, damit unser laufendes großes Sanierungsprogramm den Anforderungen nachhaltiger Entwicklung genügt.

Ich könnte die Liste fortsetzen: Smart-Metering-Technologien in unseren Instituten, fahrradfreundliche Wege – es gibt viele gute Ideen, wie wir unseren ökologischen Fußabdruck verkleinern können. Und auch schon gute Umsetzungen, wie zum Beispiel den Neubau des Projektträgers, ein Beispiel für energiesparendes Bauen. Wichtige Ansätze dafür, wie man nachhaltig forschen kann, kommen aber auch aus der Forschung selbst.

## Haben Sie ein Beispiel dafür?

Ein Beispiel sind die Höchstleistungsrechner, die auf sehr vielen Forschungsgebieten heute für Modellierung und Simulation zur Aufklärung komplexer Prozesse unverzichtbar sind. Nur wenn es uns gelingt, den weiterhin enorm wachsenden Bedarf an Rechenkapazität vom Energieverbrauch zu entkoppeln, können wir Supercomputer der nächsten Generation realisieren.

Unsere Forscherinnen und Forscher arbeiten daher an energieeffizienten Hardware-Lösungen, die in Zukunft nicht nur in der Forschung, sondern auch in energiesparenden Handys oder Spielekonsolen zum Einsatz kommen können, denn solche Projekte haben eine starke Hebelwirkung. Mittlerweile forschen wir gemeinsam mit internationalen Firmen wie Intel oder IBM in Jülich, um Green-IT-Lösungen zu entwickeln.

## Was bedeutet Nachhaltigkeit für das Arbeiten auf dem Campus?

Möglichst schonend mit den Ressourcen umzugehen, so dass sie auf Dauer erhalten bleiben. Weil die Forschung vom Denken getrieben wird, ist es erfolgsentscheidend für einen nachhaltig arbeitenden Forschungscampus, optimale Arbeitsbedingungen für Menschen herzustellen.

Dass wir vieles dafür tun, dass man bei uns Beruf und Familie miteinander vereinbaren kann, ist sicher ein wichtiger Punkt. Was aber letztlich alles dazu gehört, können sich nicht ein paar wenige Leute am grünen Tisch überlegen. Der Charme liegt darin, dass alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter dazu beitragen können, dass wir ein nachhaltiger Zukunftscampus werden. Und es hoffentlich auch tun. Denn scheinbar kleine Veränderungen können bei rund 5 000 Menschen auf dem Campus eine enorme Wirkung haben.

## Ändert die Orientierung am Leitbild nachhaltiger Forschung die Strategie und Ausrichtung des Forschungszentrums?

Nein, nicht grundsätzlich. Unser Leitbild sagt: Wir forschen an umfassenden Lösungen für die großen gesellschaftlichen Herausforderungen der Zukunft. Solche Lösungen müssen heute dem Kriterium „nachhaltig“ entsprechen, sonst sind es





*Prof. Achim Bachem*

**„Wir forschen an umfassenden Lösungen für die großen gesellschaftlichen Herausforderungen der Zukunft. Solche Lösungen müssen heute dem Kriterium ‚nachhaltig‘ entsprechen, sonst sind es keine.“**

keine. Unser Ziel ist, generische Schlüsseltechnologien zu entwickeln, die ganz verschiedenen Disziplinen ermöglichen, ihre Fragen auf grundlegend neue Art anzugehen. Das bedeutet zum Beispiel für die gigantische gesellschaftliche Aufgabe „Umbau des Energiesystems“, dass wir mit unseren Kernkompetenzen Materialforschung und Modellierung beziehungsweise Simulation nicht nur zu einzelnen Spezialfragen, sondern zu allen Optionen künftiger Energieversorgung wertvolle Beiträge leisten können. Die richtige Strategie haben wir also schon. Wir werden aber unser Engagement in der Energie- und Klimaforschung deutlich verstärken, weil der Umbau des Energiesystems die Herausforderung schlechthin unserer Generation ist.

#### **Was haben Sie konkret vor?**

Die nachhaltige Energieversorgung der Zukunft können wir nur erreichen, wenn

es gelingt, fossile Brennstoffe effizienter zu nutzen, stationäre Speichertechnologien weiterzuentwickeln, neue Energiequellen zu erschließen und den Anteil der erneuerbaren Energien am Energiemix zu steigern. Bereits heute investieren wir in Jülich jährlich rund 108 Millionen Euro in Forschung für die künftige Energieversorgung. Dieses Engagement werden wir massiv verstärken.

Weil wir die Energie- und Klimaforschung nicht getrennt betreiben, sondern in einem großen Institut konzentrieren, und zudem auch aus anderen Instituten substanzielle Beiträge zur Energieforschung kommen, sind wir dafür optimal aufgestellt. Unser Anspruch als eines der großen interdisziplinären Forschungszentren in Europa muss es doch sein, zu den wesentlichen Treibern der Transformation des Energiesystems zu zählen. Es finden sich auf dem Campus viele aktuelle Projekte, die zeigen,

dass wir das können, wie der Aufbau des Photovoltaik-Technikums, die Zusammenarbeit mit den neuen Helmholtz-Instituten in Erlangen und Münster zur Grundlagenforschung zu Materialien für erneuerbare Energien und stationäre Batterien oder auch die Arbeiten zu Green-Coal-Technologien.

#### **Steht Ihnen die interdisziplinäre Ausrichtung des Forschungszentrums dabei nicht im Weg?**

Im Gegenteil. Zumal unsere Forschung in den drei Bereichen Energie und Umwelt, Gesundheit und Informationstechnologie nicht isoliert arbeitet, sondern eng verklammert. Eine solche Klammer ist die Materialforschung. Nehmen Sie die Entwicklung von korrosionsfesten Materialien. Die können Sie für Kraftwerkskessel nutzen und gleichzeitig in der Medizintechnik einsetzen.

Eine andere Klammer sind neue Werkzeuge, die wir entwickeln, etwa für die Forschung mit Neutronen oder für die Elektronenmikroskopie und -spektroskopie. Auch die können zur Aufklärung ganz unterschiedlicher Fragen genutzt werden. Die Forschung mit Neutronen bringt eben nicht nur Physikern neue Erkenntnisse, sondern auch Biologen. Die Elektronenmikroskopie hilft ganz wesentliche Fragen der Energieforscher zu klären. Manchmal ist das überraschend. Nur die Interdisziplinarität macht solche positiven Überraschungen möglich.

# Schweben für die Klimaforschung

Mit Messflügen des Zeppelins NT leisten Jülicher Wissenschaftler wertvolle Beiträge zur Klimaforschung. 2011 war ein Jahr intensiver Vorbereitungen für eine Messkampagne durch mehrere europäische Staaten im Rahmen des EU-Großforschungsprojekts PEGASOS.



**L**angsam und in geringer Höhe gleitet der Zeppelin NT durch die Lüfte – verglichen etwa mit modernen Forschungsflugzeugen eher behäbig. Doch das sind gerade die Vorzüge des Luftschiffs, das keineswegs ein wissenschaftlicher Oldtimer ist, sondern mit modernster Messtechnologie

ausgestattet der Klimaforschung dient: Er kann in den erdnahen Luftschichten mit hoher Genauigkeit und räumlicher Trennschärfe Substanzen in der Atmosphäre messen.

Gerade in den untersten Luftschichten bis 1 000 Meter Höhe finden viele chemische Prozesse statt, die für Luftqualität und Klima entscheidend sind. Hierzu gehört der Kreislauf des sogenannten OH-Radikals, das auch als „Waschmittel der Atmosphäre“ bezeichnet wird, weil es zum Abbau von Schadstoffen beiträgt. Die Zeppelinflüge sollen klären, wie das „Waschmittel“ in der Atmosphäre recycelt wird. Auch Schwebeteilchen in diesen Schichten der Atmosphäre werfen Fragen auf: Woher stammen sie? Wie lagern sie sich zu größeren Partikeln zusammen? Wie beeinflussen sie Klima und Luftqualität?

Um solche Fragen zu beantworten, haben Jülicher Klimaforscher drei verschiedene Sets von Messgeräten optimiert, die Informationen zu OH-Radika-

len, Schwebeteilchen und bei Sonneneinstrahlung aktiven Spurenstoffen liefern. Die Geräte wurden im November 2011 bei Flügen über dem Bodensee getestet, bevor der bisher größte wissenschaftliche Einsatz des Zeppelins NT begann: Im Mai 2012 startete das Luftschiff zur ersten einer Reihe von mehrwöchigen Flugmissionen, die von Jülicher Wissenschaftlern koordiniert werden. Sie sind Teil des Projekts PEGASOS, kurz für „Pan-European Gas-AeroSOLS-climate interaction Study“, das aus dem 7. Forschungsrahmenprogramm der EU gefördert wird. 26 Partner aus 15 europäischen Staaten erforschen in diesem Projekt die Zusammenhänge zwischen Atmosphärenchemie und Klimawandel. Die Zeppelinflüge, die von einem internationalen Team aus 15 Forschern begleitet werden, umfassen Untersuchungen der Atmosphäre über den Niederlanden, Italien, dem Mittelmeer und schließlich 2013 über Finnland. Dabei sind die Routen an bestehende Messstationen in diesen Ländern angepasst, um Daten aus Luft- und Bodenmessungen direkt vergleichen zu können.

Ziel des PEGASOS-Projekts ist es, die entscheidenden Prozesse in der Atmosphäre zu klären und damit eine wissenschaftliche Grundlage für EU-weite Maßnahmen zum Klimaschutz zu liefern. Darüber hinaus dienen die Untersuchungen auch der weltweiten Klimapolitik, da die meisten Projektpartner in die Arbeit des Klimarats der Vereinten Nationen (IPCC) eingebunden sind.

*„Das europäische Großprojekt PEGASOS und die Forschungsflüge des Zeppelins NT leisten einen wichtigen Beitrag für den Klimaschutz und die moderne Nachhaltigkeitsforschung“, sagte Prof. Annette Schavan, Bundesministerin für Bildung und Forschung, zum Auftakt der Zeppelin-Kampagne. „PEGASOS ist ein besonders eindrucksvolles Beispiel für die erfolgreiche Zusammenarbeit in der europäischen Forschungspolitik.“*



# Energiespeicher für den Umbau der Energieversorgung

Ein steigender Anteil unseres Stromes soll aus erneuerbaren Energien gewonnen werden. Doch der Wind weht, wie er will, Windräder produzieren daher mal viel, mal wenig Strom. Solarzellen sind abhängig vom Sonnenschein. Da sind effiziente Stromspeicher gefragt: Jülicher Wissenschaftler ebnen die Wege zur Nutzung von Wasserstoff, der durch zeitweilige Stromüberschüsse erzeugt wird, und sie arbeiten an Festkörper-Batterien.

**M**it Wasserstoff lassen sich bei einem Überangebot auch große Energiemengen aus dem Stromnetz speichern und monatelang vorhalten“, sagt Dr. Bernd Emonts vom Institut für Energie- und Klimaforschung 3. Wasserstoff lässt sich durch die Zerlegung von Wasser durch überschüssigem Strom – mittels Elektrolyse – herstellen. Er könnte dann später etwa über Pipelines an Tankstellen verteilt werden und Brennstoffzellen-Autos antreiben.

Wie sich ein solches Pipeline-Netz in Deutschland möglichst kostengünstig aufbauen lässt, haben Jülicher Energieforscher mit Hilfe von Computermodellen berechnet. Sie haben dabei verschiedene Varianten solcher Netze verglichen. Dabei wurde zwischen einem Transmissionsnetz für den überregionalen Transport entlang existierender Erdgasstrassen und einem Distributionsnetz für die regionale Verteilung unterschieden. Eines der Ergebnisse: Um im Jahr 2050 den Energiebedarf von 40 Millionen Fahrzeugen durch Wasserstoff aus Windstrom zu decken, würden rund 9 800 Wasserstoff-Tankstellen, 12 000 Kilometer Transmissionsnetz und 36 000 Kilometer Distributionsnetz benötigt. Zum Vergleich: Das Erdgasnetz umfasst über 400 000

Kilometer. Gesamtkosten für das Pipelinesystem: etwa 23 Milliarden Euro.

Andere Jülicher Forscher entwickeln Elektrolyseanlagen weiter, mit denen der Wasserstoff hergestellt wird: So sollen neue Polymerelektrolytmembranen die Leistungsfähigkeit der Anlagen erhöhen und edelmetallfreie Katalysatoren die Kosten senken.

Weil künftig immer heftigere Ausfälle der Stromeinspeisung im Netz zu erwarten sind, wird ein anderer – prinzipiell altbekannter – Energiespeicher immer wichtiger. Die Weiterentwicklung wiederaufladbarer Batterien steht im Mittelpunkt der Helmholtz-Energie-Allianz „Stationäre elektrochemische Speicher und Wandler“, in der das Forschungszentrum Jülich seit Anfang 2012 mit zwei weiteren Helmholtz-Zentren und mit universitären Partnern aus Münster, Aachen und Bochum kooperiert. „Wir in Jülich fokussieren unsere Forschung dabei vor allem auf Batterien mit großflächigem, dünnem Festelektrolyt, die eine hohe Speicherkapazität

haben und sicherer sind als übliche Batterien mit flüssigem Elektrolyt“, sagt Dr. Hans-Peter Buchkremer vom Institut für Energie- und Klimaforschung 1. Festkörper-Batterien könnten auch oberhalb der Raumtemperatur betrieben werden, wodurch sich die Leitfähigkeit des Elektrolyten noch erhöht.

*Wasserstoff zählt zu den Energiespeichern, die in Zukunft immer wichtiger werden.*



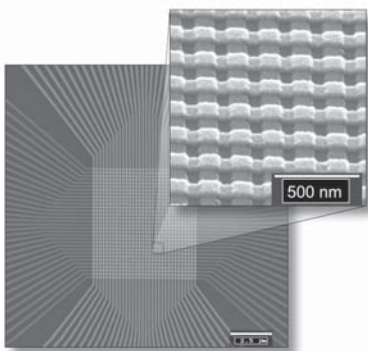


# Rechnen mit dem Faktor Energie

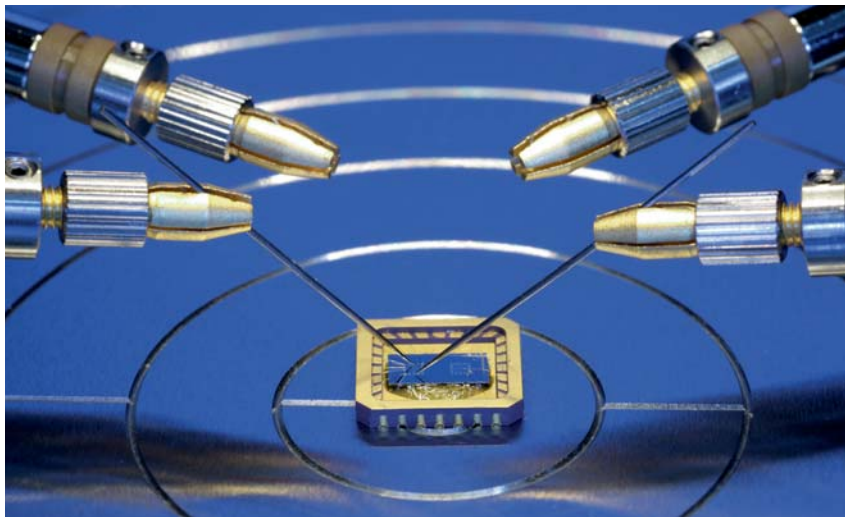
Lange interessierte bei Computern ausschließlich, wie schnell sie rechnen. Inzwischen zählt auch, wie viel Energie sie dafür verbrauchen. Jülicher Forscher arbeiten auf vielfältige Weise an der grünen Informationstechnologie der Zukunft.

Auf das Konto der Informations- und Kommunikationstechnologie gehen mehr als 10 Prozent des deutschen Energieverbrauchs – Tendenz steigend. Denn elektronische Geräte bestimmen zunehmend unseren Alltag. Die Chips darin werden ständig leistungsfähiger, und damit wächst ihr Energiehunger. Nach energiesparenden Auswegen suchen Jülicher Forscher auf verschiedenen Ebenen: bei winzigen Bauelementen ebenso wie bei der Rechnerarchitektur und beim Energiemanagement von Supercomputer-Zentren.

So entwickeln Wissenschaftler vom Peter Grünberg Institut (PGI) Memristoren – winzige elektronische Bauelemente, deren Widerstand durch ultrakurze Spannungspulse zwischen einem hohen und einem niedrigen Wert hin- und her zu schalten ist. Diesen Werten werden dann die beiden Grundelemente aller Computersprachen – die Null und die Eins – zugeordnet. Weil der jeweilige Zustand erhalten bleibt, wenn die äußere Spannung abgeschaltet wird, sind sie als



*Dieses neuartige Datenspeicher-Element besteht aus 4 096 Kanälen, deren jeweiliger elektrischer Widerstand schnell zwischen einem hohen und einem niedrigen Wert hin- und herschaltet werden kann.*



*Mit dieser Messeinrichtung charakterisieren Jülicher Wissenschaftler die elektronischen Eigenschaften von Chips, die sie für eine künftige energieeffiziente Informationstechnologie entwickeln.*

schnelle Speicher interessant, in denen sich die Daten im Gegensatz zu heute üblichen Arbeitsspeichern nicht beim Ausschalten des Computers verflüchtigen. Die Schreibenergie dieser neuen Speicher beträgt weniger als ein Tausendstel der heutigen FLASH-Speicher, zum Beispiel in USB-Sticks. Memristoren können künftig auch Transistoren Konkurrenz machen, ist Prof. Rainer Waser überzeugt: „Der Vorteil läge in der Kombination von Arbeitsspeicher und eigentlicher Recheneinheit, die normalerweise räumlich voneinander getrennt sind. Allein die Kommunikation zwischen diesen beiden Komponenten verbraucht enorm viel Energie und Rechenzeit.“ Waser ist Direktor am PGI und einer der Initiatoren für ein künftiges Institut „Green IT“ der Jülich Aachen Research Alliance (JARA).

Die Wissenschaftler des Jülich Supercomputing Centre (JSC) kooperieren mit Firmen wie IBM und Intel, um bis 2020

Rechner zu realisieren, die tausendmal schneller sind als die aktuellen Supercomputer. Dabei sollen die Rechner aber nicht mehr Energie verbrauchen als die heutigen. „Das bedeutet: Wir müssen die Energieeffizienz um den Faktor 1 000 verbessern, beispielsweise durch Verbesserung des Zugriffs auf die Arbeits- und Massenspeicher sowie auf die Eingabe- und Ausgabeeinheiten“, sagt Dr. Thomas Fieseler, Leiter der Abteilung Technologie des JSC. Teile einer solchen energieeffizienten IBM-Rechnerarchitektur haben die Jülicher Supercomputer-Experten 2011 bereits getestet. Schließlich entwickelten die Forscher im Projekt Fit4Green eine Software, mit der sich verschiedene Aufträge – Fachsprache: Jobs – an einen Supercomputer so steuern lassen, dass er 6 bis 16 Prozent weniger Energie als normalerweise benötigt, um sie abzuarbeiten.

# Strom aus Abwärme

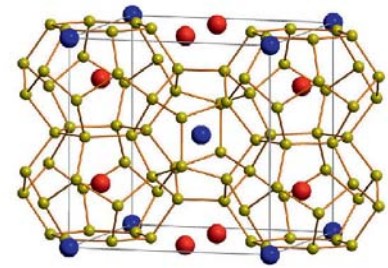
Im Alltag weniger Energie vergeuden: Thermoelektrische Materialien könnten dabei helfen. Sie wandeln ungenutzte Abwärme in Strom um, allerdings noch nicht effizient genug. Jülicher Physiker finden heraus, wie sich die Materialien verbessern lassen.

**R**und 60 Prozent der Energie, die ein Automotor aus Kraftstoff gewinnt, geht als Abwärme verloren. Auch bei vielen industriellen Prozessen oder in Blockheizkraftwerken wird Wärme frei. Sie könnte dank eines Effektes genutzt werden, den der Physiker Thomas Johann Seebeck 1821 entdeckt hat: Hält man die beiden Kontaktstellen zweier verschiedener elektrischer Leiter oder Halbleiter auf unterschiedlicher Temperatur, so entsteht eine elektrische Spannung. Diese ist umso größer, je größer der Temperaturunterschied ist. Das Problem: Bislang wandeln thermoelektrische Generatoren (TEG), die den Seebeck-Effekt mittels der paarweisen Anordnung zweier thermoelektrischer Halbleiter ausnutzen, nur einen geringen Teil der Abwärme in Strom um – üblicherweise weniger als 10 Prozent.

Um diesen Wirkungsgrad zu verbessern, benötigt man Materialien, die elek-

trischen Strom gut leiten, Wärme dagegen schlecht. Meist sind aber gute Stromleiter ebenso gute Wärmeleiter, weil beide Eigenschaften durch die Beweglichkeit der Elektronen beeinflusst werden. „Doch es gibt neben der Wärmeleitfähigkeit durch elektrische Ladungsträger auch noch die Wärmeleitfähigkeit aufgrund von Gitterschwingungen. Indem man diesen Anteil reduziert, kommt man zu effizienteren Thermoelektrika“, sagt Dr. Raphael Hermann. Mit seinem Team am Jülich Centre for Neutron Science untersucht er mit Hilfe von Neutronenstreuung und Synchrotronstrahlung diese Mechanismen der Wärmeleitfähigkeit.

Die Energiequanten der Gitterschwingungen heißen Phononen – ähnlich wie Photonen die Energiequanten des Lichts sind. Drei Faktoren bestimmen ihren Wärmetransport: ihre Geschwindigkeit, freie Weglänge und Wärmekapazität. „Das ist wie beim Gütertransport über Fern-



*Der atomare Aufbau eines thermoelektrischen Materials mit der chemischen Formel  $\text{Sr}_8\text{Ga}_{16}\text{Ge}_{30}$ .*

straßen: Es wird umso mehr transportiert, je schneller der Lkw fährt, je weniger er im Stau steht und je größer sein Laderaum ist“, erläutert Hermann. Die Forscher ermittelten bei Materialien mit chemischen Formeln wie  $\text{Yb}_{14}\text{MnSb}_{11}$ ,  $\text{FeSb}_3$  und  $\text{Sr}_8\text{Ga}_{16}\text{Ge}_{30}$ , welcher der Faktoren die Wärmeleitfähigkeit der Phononen jeweils entscheidend begrenzt. Für ihre Doktorarbeit dazu erhielt Anne Möchel aus Hermanns Team 2011 den Nachwuchspreis der Deutschen Thermoelektrik-Gesellschaft. „Sie leistete einen wesentlichen Schritt zu einem besseren Verständnis des thermischen Transports“, heißt es in der Pressemitteilung. Ein Verständnis, das für die Suche nach effizienteren thermoelektrischen Materialien wesentlich ist.

*Automobilhersteller testen den Einsatz von thermoelektrischen Generatoren, mit denen Abwärme in Strom für die Bordelektronik umgewandelt wird. Sie rechnen damit, dass so der Kraftstoffverbrauch um bis zu fünf Prozent verringert werden kann.*







00.1073.008  
00.550.1073.000

78.550.0173.000

44.230.1073.008  
00.550.9993.001

78.550.0173.00

44.230.1073.008  
00.550.9993.001



# Wissensmanagement

26 Unsere Leistung: Wissen

28 Wissen schaffen

48 Wissen weitergeben

54 Wissen teilen

66 Wissen anwenden





# Unsere Leistung: Wissen

Wissen hat einen hohen Wert: Wohlstand und Wohlergehen unserer Gesellschaft hängen davon ab, dass Forscherinnen und Forscher Wege finden, die zentralen Aufgaben der Gegenwart zu lösen. So gilt es, die Energieversorgung nachhaltig zu gestalten, den Klimawandel zu begrenzen und für die Gesundheit der Menschen in einer Gesellschaft zu sorgen, in der die Lebenserwartung stetig wächst. Daran arbeitet das Forschungszentrum Jülich zusammen mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie.

**W**issen schaffen, Wissen weitergeben, Wissen teilen und Wissen anwenden – das sind die Elemente eines effektiven Wissensmanagements im Forschungszentrum Jülich. Dazu gehören eine strategisch-programmatisch ausgerichtete Spitzenforschung, großes Engagement für den wissenschaftlichen Nachwuchs, vielfältige und intensive Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Einrichtungen im In- und Ausland sowie enge Kooperationen mit Unternehmen.

## Wissen schaffen

Auch 2011 schnitt das Forschungszentrum Jülich bei den wichtigsten Indikatoren für Forschungsleistungen wieder hervorragend ab. So publizierten Jülicher Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mehr als 1 300 wissenschaftliche Aufsätze in hochrangigen Fachzeitschriften und warben sehr erfolgreich Drittmittel ein. Mit rund 160 Millionen Euro machen Drittmittel ein Drittel des Budgets des Forschungszentrums aus; die Zahl der DFG-geförderten Programme in Jülich stieg auf 40.

Die Spitzenstellung des Forschungszentrums Jülich beruht zuallererst auf den Leistungen seiner Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Jülich stellt ihnen eine hervorragende Forschungsinfrastruktur zur Verfügung – etwa mit dem europaweit einzigartigen Elektronenmikroskop PICO, das im Februar 2012 im Ernst Ruska-Centrum eingeweiht wurde. Höchstleistungen setzen aber auch beste Arbeitsbedingungen voraus. Jülich bietet unter anderem Mentoringprogramme für Frauen in Führungspositionen und einen Dual Career Service.

## Wissen weitergeben

Wenn das Forschungszentrum Jülich, fokussiert auf die Energie- und Umweltforschung, Grundlagen schafft für einen Umbau zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise, ist das eng verbunden mit dem Engagement für Auszubildende, Doktoranden und Nachwuchswissenschaftler. Sind sie es doch, die das Wissen, das sie

heute erwerben, für die Lösung der Zukunftsfragen nutzbar machen werden. 2011 feierte das Forschungszentrum das 50-jährige Jubiläum der Zentralen Berufsausbildung. Rund 4 300 junge Menschen haben in dieser Zeit am Forschungszentrum Jülich einen Beruf erlernt. Von den 2011 eingestellten Auszubildenden nahm jeder Dritte zugleich ein Studium auf. Das begehrte Angebot Dualer Studiengänge wurde mit dem Studiengang Physikingenieurwesen weiter ausgebaut.

Gemeinsam mit Partnerhochschulen bietet Jülich Studienabsolventen beste Voraussetzungen für den Start in eine wissenschaftlichen Karriere – etwa mit Graduiertenschulen, die im Rahmen der Exzellenzinitiative oder von der Helmholtz-Gemeinschaft gefördert werden, sowie in zahlreichen weiteren Graduiertenkollegs. Hierzu zählen etwa die HITEC-Graduiertenschule für Energie- und Klimaforschung und die German Research School for Simulation Sciences (GRS) – eine gemeinsame Einrichtung der RWTH Aachen und des Forschungszentrums Jülich.

#### Wissen teilen

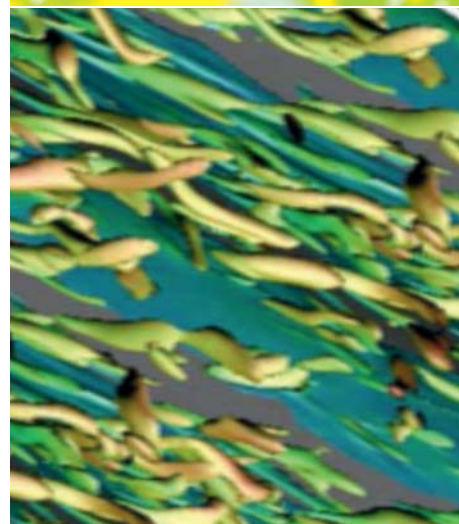
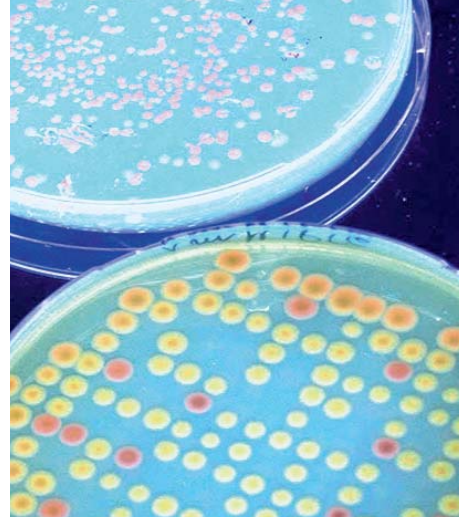
Wer sein Wissen teilt, wird dadurch nicht ärmer, sondern gewinnt Kooperationspartner, die mit ihren Kompetenzen gemeinsame Vorhaben voranbringen. Das Forschungszentrum Jülich arbeitet national wie international mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie zusammen, betreibt als Gesellschafter an Außenstandorten in Deutschland und weltweit einzigartige Forschungsgeräte und nimmt in Europa eine Spitzenstellung ein. 2011 war es an 127 Projekten aus dem 7. Forschungsrahmenprogramm der EU beteiligt; 18 EU-Projekte wurden von Jülich aus koordiniert. Auf nationaler Ebene zeigt die Beteiligung an 13 Son-

derforschungsbereichen, wie eng das Forschungszentrum Jülich mit anderen Forschungseinrichtungen und Universitäten vernetzt ist. Eine besondere Qualität hat die Kooperation mit der RWTH Aachen in der Jülich Aachen Research Alliance (JARA). JARA ist ein bedeutender Teil des Zukunftskonzeptes, mit dem die RWTH Aachen im Rahmen der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder erneut erfolgreich ist.

Weit mehr als 300 Kooperationen mit Industriepartnern, davon 60 internationale Projekte, zeigen: In Jülich verbindet sich längerfristig angelegte erkenntnisorientierte Forschung mit praxisnaher Technologieentwicklung und mit innovativen Anwendungsperspektiven.

#### Wissen anwenden

Das Jülicher Know-how in entscheidenden Forschungsfeldern, wie der Energieforschung, der Gesundheitsforschung und der Biotechnologie, sowie die herausragende Infrastruktur und Kompetenz in Schlüsseltechnologien machen das Forschungszentrum zu einem begehrten Partner für die Industrie. Ob Jülicher Forscher Software entwickeln, mit der sich der Stoffwechsel industriell genutzter Mikroorganismen besser verstehen lässt, oder an einem kommerziell nutzbaren Verfahren zur Früherkennung der Alzheimer-Erkrankung arbeiten – in vielen anwendungsnahen Forschungsfeldern trägt das Forschungszentrum Jülich gemeinsam mit Unternehmen dazu bei, für die Probleme von heute und morgen Lösungen zu finden, die technisch zu realisieren und wirtschaftlich umsetzbar sind. Im Jahr 2011 wurde insbesondere die Kompetenz in der Energieforschung gestärkt, mit der Perspektive, Jülichs führende Position auf diesem Gebiet weiter auszubauen.





# Neue Erkenntnisse gewinnen und publizieren

Wenn Wissenschaftler durch ihre Forschung zu neuen Erkenntnissen gelangen, so teilen sie diese in Fachzeitschriften ihren Kollegen mit. Insofern sind wissenschaftliche Veröffentlichungen der bedeutsamste Ausweis für die wissenschaftliche Leistung eines Forschers oder einer Forschungseinrichtung. Durch ihre Publikationen erweitern Forscherinnen und Forscher ständig das Fundament des Wissens, auf dem wiederum andere Forscher mit eigenen Arbeiten aufbauen können.

## ● Jülicher Publikationen in den letzten fünf Jahren

	Summe	In begutachteten Zeitschriften (davon zusammen mit Forschern anderer Einrichtungen)	Bücher, sonstige Publikationen	Dissertationen, Habilitationen
2007	1 907	1 141 (810 = 71,0 %)	695	71
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

## ● Die Fachzeitschriften, in denen Jülicher Forscher 2011 am häufigsten veröffentlichten

\*Impact-Faktoren sind ein Maß dafür, wie stark die Fachwelt eine Zeitschrift beachtet. Je höher der Wert, umso größer der Impact (engl. Wirkung, Resonanz). Die Faktoren geben an, wie häufig die Artikel zweier Jahrgänge einer Zeitschrift durchschnittlich im darauffolgenden Jahr in anderen Veröffentlichungen zitiert wurden.

Zeitschrift	Zahl der Publikationen	Impact-Faktor*
Physical Review B	84	3,774
Journal of Nuclear Materials	55	1,279
Geophysical Research Abstracts	51	Keine Angabe
Atmospheric Chemistry and Physics	24	5,309
Physical Review Letters	22	7,622
Atmospheric Chemistry and Physics/ Discussions	21	Keine Angabe
Applied Physics Letters	21	3,841
inSiDE	20	Keine Angabe
Soft Matter	19	4,457
Fusion Engineering and Design	19	1,143
Nature	3	36,104
Science	3	31,377

● Beispielhafte Publikationen 2011

**Neues komplexes Elementarteilchen**

Physical Review Letters, 2011, 106, 242302  
DOI: 10.1103/PhysRevLett.106.242302  
» siehe Chronik, S. 9

**Berechnung des Hoyle-Zustands des Kohlenstoffkerns**

Physical Review Letters, 2011, 106, 192501  
DOI: 10.1103/PhysRevLett.106.192501  
[www.fz-juelich.de/portal/hoyle-zustand](http://www.fz-juelich.de/portal/hoyle-zustand)

**Entdeckung magnetischer Nanoskymionen**

Nature Physics, 2011, 7, 713-718  
DOI: 10.1038/NPHYS2045  
» siehe Chronik, S. 10

**Methodische Weiterentwicklung der Photoemissionsspektroskopie**

Nature Materials, 2011, 10, 759-764  
DOI: 10.1038/nmat3089  
» siehe Chronik, S.11

**Methodische Weiterentwicklung der Rastertunnelmikroskopie**

Journal of the American Chemical Society, 2011, 133 (42), 16847-16851  
DOI: 10.1021/ja204624  
» siehe Chronik, S.12

**Reizleitung im Auge**

Nature Communications, 2011, 2, Artikel 552  
DOI: 10.1038/ncomms1540  
» siehe „Molekulare Sonnenbrille“, S. 32

**Informationscodes des Gehirns**

Physical Review Letters 2011, 107, 228102  
DOI: 10.1103/PhysRevLett.107.228102  
[www.fz-juelich.de/portal/informationscodes](http://www.fz-juelich.de/portal/informationscodes)

**Computermodellierung von elektrischen Signalen im Gehirn**

Neuron, 2011, 72/5, 859-872  
DOI: 10.1016/j.neuron.2011.11.006  
[www.fz-juelich.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/UK/DE/2011/11-12-19Hirnstroeme.html](http://www.fz-juelich.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/UK/DE/2011/11-12-19Hirnstroeme.html)

**Organisation des Gehirns**

Science, 2012, 335, 1582-1584  
DOI: 10.1126/science.1221366  
[www.fz-juelich.de/portal/hirnrinden](http://www.fz-juelich.de/portal/hirnrinden)

**Gitterdynamik in thermoelektrischem Material**

Physical Review B 2011, 84, 184303  
DOI: 10.1103/PhysRevB.84.184303  
» siehe „Strom aus Abwärme“, S. 23



# Magnetische Wirbel aus 15 Atomen

Magnetische Datenspeicher werden immer kleiner und leistungsfähiger. Damit diese Entwicklung weitergehen kann, sind Wissenschaftler auf der steten Suche nach immer winzigeren Objekten, in denen die Magnetisierung stabil bleibt, so dass die Grundzustände jeder Computersprache – die Null und die Eins – verlässlich und möglichst energiesparend zu schreiben und zu lesen sind. Ein Forscherteam aus Jülich, Hamburg und Kiel ist dabei an der Oberfläche eines Materials auf vielversprechende Strukturen, die Skyrmionen, gestoßen – und hat darüber im Fachmagazin „Nature Physics“ berichtet.

Skyrmionen verdanken ihren Namen dem englischen Physiker Tony Skyrme. Er hat diese stabilen wirbel- oder knotenförmigen Strukturen vor rund 50 Jahren entdeckt – allerdings nicht als reale Objekte, sondern als mathematische Lösung in bestimmten Feldtheorien. Mit Feldern im physikalischen Sinne lassen sich Naturkräfte und die Materie selbst beschreiben. „Nach dieser Entdeckung haben sich Skyrmionen zu einem allgemeinen Konzept der Physik entwickelt, das beispielsweise für Elementarteilchen, Flüssigkristalle, Bose-Einstein-Kondensate und Quanten-Hall-Magnete bedeutsam ist“, sagt der Jülicher Physiker Prof. Stefan Blügel, Direktor am Peter Grünberg Institut und am Institute for Advanced Simulation.

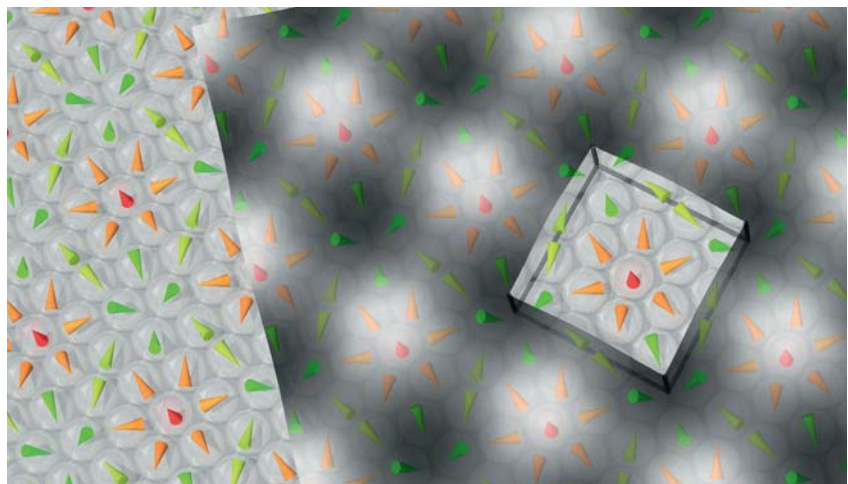
Vor über 20 Jahren sagten dann Theoretiker vorher, dass Skyrmionen auch in magnetischen Materialien auftreten. Nachgewiesen wurde ihre Existenz erstmals 2009: Eine Gruppe der Technischen Universität München hatte in einem schwachen Magnetfeld in Mangan-silizid Gitter aus magnetischen, wirbelförmigen Strukturen gefunden. Von diesen Strukturen unterscheiden sich die Skyrmionen, über deren Entdeckung 2011 das Jülicher Team um Blügel sowie Forscher der Universitäten Hamburg und Kiel berichteten, in mehrfacher Hinsicht: Erstens existieren sie auch ohne ein externes Magnetfeld. Zweitens beträgt ihr Durchmesser nur wenige Atome. Und drittens finden sie sich an der

Oberfläche eines extrem dünnen Films anstatt im Inneren eines Materials. Denn die Wissenschaftler aus Jülich, Hamburg und Kiel entdeckten sie in einer atomaren Lage Eisen auf einem Iridiumkristall.

## Physikalisches Modell entwickelt

Ursprünglich wollten die Forscher eine atomare Schicht von Chrom auf Iridium präparieren, um einen anderen magnetischen Zustand zu untersuchen, der darin vermutet wurde. Nachdem die Experimente erfolglos verliefen, versuchten sie es mit anderen Metallen. Als sie dabei an der Uni Hamburg mit Hilfe eines Rastertunnelmikroskops und einer

speziellen Technik Eisen auf Iridium untersuchten, fielen ihnen regelmäßige magnetische Muster auf, die nicht mit der Kristallstruktur der Metalloberfläche übereinstimmten. Um die Muster und den außergewöhnlichen Symmetriebruch zwischen magnetischer und atomarer Ordnung zu verstehen, mussten die Theoretiker aus Jülich und Kiel ein physikalisches Modell entwickeln und aufwendige quantenmechanische Rechnungen auf Jülicher Supercomputern durchführen. „Wir waren zwar von Anfang an sicher, dass wir Skyrmionen entdeckt hatten, aber erst die Computersimulationen brachten den Beweis“, sagt Blügel.



Das würfelförmige Guckloch markiert ein einzelnes der entdeckten Skyrmione, bestehend aus 15 Atomen mit ihren Spins. Die roten, orangefarbenen und grünen Pfeile in dieser Computersimulation zeigen die Orientierung der Spins nach oben oder unten an. Die Skyrmionen bilden ein regelmäßiges Gitter.

Das Computermodell sieht die Ursache für das Auftreten der Skyrmionen in einem komplexen Zusammenspiel von drei magnetischen Effekten. Da ist erstens die konventionelle Wechselwirkung zwischen den Spins, die an den jeweiligen Atomen lokalisiert sind. Der Spin, den man sich als kleinen Elementarmagneten vorstellen kann, ist eine quantenmechanische Eigenschaft von Teilchen. Entscheidend ist eine zweite, nichtlineare Wechselwirkung, an der jeweils vier Spins beteiligt sind. Und drittens kommt die sogenannte chirale Dzyaloshinskii-Moriya-Wechselwirkung hinzu. Das Computermodell kann den Wissenschaftlern nun helfen, magnetische Strukturen auf Oberflächen künftig gezielt zu beeinflussen.

#### Wirbel als Informationsbit

„Die magnetischen Skyrmionen, die wir entdeckt haben, verhalten sich wie Teilchen und ordnen sich wie Atome auf einem zweidimensionalen Gitter an“, erläutert Blügel. Jeder einzelne der magnetischen Wirbel besteht dabei aus den Spins von lediglich 15 Atomen. Genau diese 15 Atome bilden also ein Informationsbit: Sie können sich in einem Zustand befinden, dem die Null zugeordnet werden kann, oder in einem anderen Zustand, dem die Eins zugeordnet werden kann. Damit ließe sich also jede Information als Folge von Nullen und Einsen aus je 15 Atomen ausdrücken. Für das magnetische Bit einer heutigen Festplatte benötigt man dagegen rund eine Million Atome.

Datenspeicher, die auf Skyrmionen basieren, hätten gegenüber heutigen magnetischen Speichern noch einen anderen Vorteil: Bei ihnen ließe sich die magnetische Information direkt mit sehr kleinen elektrischen Strömen einschreiben und auslesen. Gegenwärtig erzeugt man ein Informationsbit auf der Festplatte dagegen über ein Magnetfeld im

Schreib- und Lesekopf, für das ein hunderttausendmal größerer Strom benötigt wird. Skyrmionen sind also vielversprechende Kandidaten für eine Technologie, mit der Daten besonders energiesparend gespeichert und verarbeitet werden können.



*Für das magnetische Informationsbit heutiger Festplatten benötigt man rund eine Million Atome – bei Datenspeichern, die auf Skyrmionen basieren, brauchte man nur 15.*



# Molekulare Sonnenbrille – wie Sehzellen im Dämmerlicht zusammenarbeiten

Zwei Typen von Sehzellen sorgen dafür, dass wir uns sowohl bei Sonnenschein als auch bei Sternenlicht orientieren können.

Im Dämmerlicht wirken beide zusammen. Wie das gelingt, untersuchten Jülicher Wissenschaftler gemeinsam mit einem internationalen Forscherteam. Dabei entdeckten sie einen raffinierten Blendschutz im Auge. Ihre Ergebnisse stellten sie im angesehenen Fachjournal „Nature Communications“ vor.

**W**er nach einem Nachtsparzgang einen hellerleuchteten Raum betritt, ist für einen Moment geblendet. Doch schon nach kurzer Zeit haben sich die Augen an die Lichtflut gewöhnt. Unsere Augen sind erstaunlich anpassungsfähig – vom schwachen Mondschein bis zum strahlenden Sonnenlicht kommen sie mit ganz unterschiedlichen Beleuchtungsverhältnissen zurecht. Möglich wird das durch zwei unterschiedlich spezialisierte Typen von Sinneszellen: Zapfen sind zuständig bei Helligkeit; sie ermöglichen dann ein besonders scharfes Sehen und die Wahrnehmung von Farben. Stäbchen dagegen übernehmen, wenn es dunkler wird; ihr Arbeitsbereich liegt bei einem Milliardstel bis Zehntausendstel der maximal wahrnehmbaren Helligkeit. Allerdings liefern sie nur Schwarzweißbilder – der Grund dafür, dass „im Dunkeln alle Katzen grau sind“.

## Blendschutz verhindert Chaos

Der Schichtwechsel zwischen Zapfen und Stäbchen bei zu- oder abnehmendem Licht erfolgt dabei nicht plötzlich. In einem Übergangsbereich arbeiten beide parallel. „Wenn wir in der Dämmerung gerade noch Farben unterscheiden können, sind beide Zelltypen aktiv“, erläutert der Neurobiologe Prof. Frank Müller vom Jülicher Institute of Complex Systems. Gemeinsam mit Forschern der

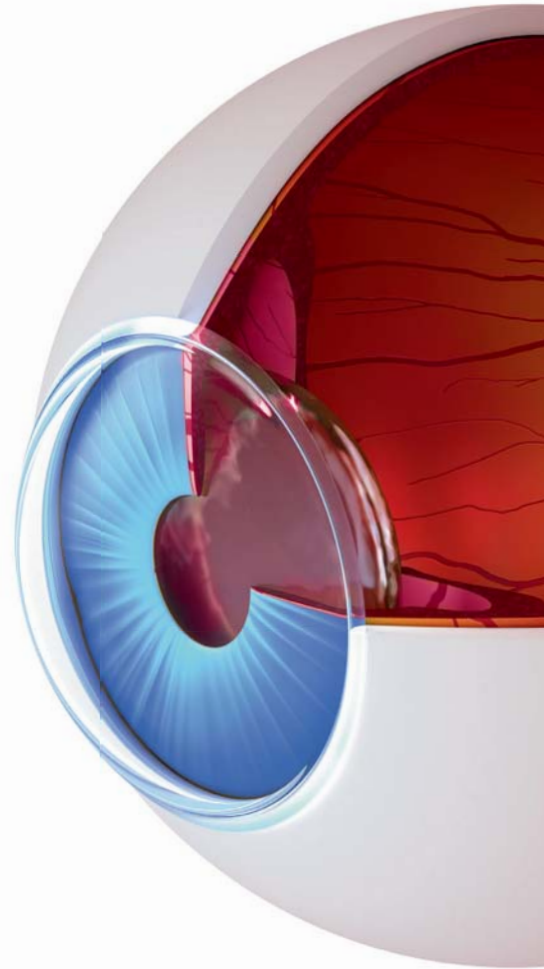
Universitäten Tübingen, Oldenburg und Dublin untersuchte seine Arbeitsgruppe, wie die Zusammenarbeit von Zapfen und Stäbchen koordiniert wird.

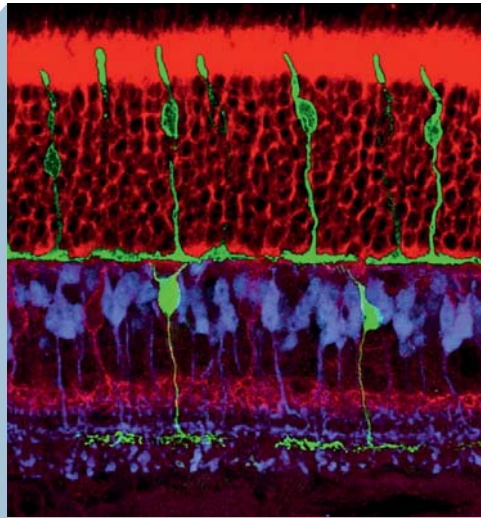
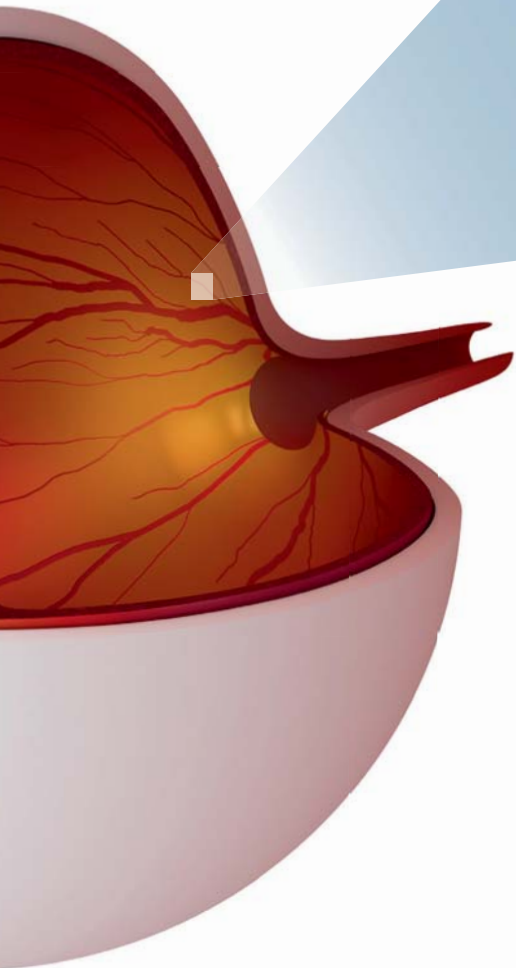
Präzise Steuerung muss sein, denn wenn Zapfen und Stäbchen gleichzeitig aktiv sind, könnte das leicht zu einem Informationschaos führen: Ungebremst würden die hochempfindlichen Stäbchen so starke Signale aussenden, dass sie die Nervenbahnen für die schwächeren Signale der Zapfen blockieren – das Auge wäre schon bei mäßigem Lichteinfall geblendet. Stäbchen und Zapfen spielen dabei auf zwei verschiedene Arten zusammen. Entweder treffen die Signale aus beiden Zelltypen bei der Weiterleitung in bestimmten Nervenzellen der Netzhaut zusammen. Oder Zapfen und Stäbchen sind direkt durch Kanäle, sogenannte gap junctions, miteinander verbunden. „Das Auge muss in jedem Fall verhindern, dass die Stäbchen den nachgeschalteten Nervenzellen eine Blendempfindung melden“, erläutert Müller. „Nur dann können die Zapfen ihre Informationen ungestört weiterleiten.“ Die Forscher suchten nach den Steuerungsmechanismen, die dafür sorgen, dass die Signale der Zapfen in diesem Netzwerk nicht untergehen.

Der entscheidende molekulare Schalter dafür, so stellten die Forscher fest, ist ein Zellbaustein namens HCN1. Er bildet eine Öffnung – einen Ionenkanal – in der Zellmembran der Stäbchen, die

sich bei ansteigendem Lichteinfall öffnet. Dadurch wird das Signal abgeschwächt, das die Stäbchen aussenden. Dieser Mechanismus wirkt quasi wie eine Sonnenbrille mit selbsttönenden Gläsern – je intensiver das Licht, desto stärker der Blendschutz. In einem so regulierten System können auch die Zapfen zum Zuge kommen – das Auge nutzt auf diese Weise das vorhandene Licht optimal aus.

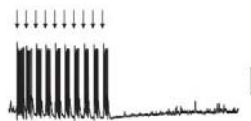
Dass HCN1 als „Schalter“ dafür unentbehrlich ist, zeigte sich an Mäusen, denen dieses Molekül fehlt. Ihre Augen reagierten nicht wie bei normalen Tieren auf eine rasche Folge von Licht-





*Das Auge besitzt zwei Typen von Sehzellen in der Netzhaut (Retina): Zapfen für das Farbsehen bei Tageslicht (im Ausschnitt grün angefärbt) und hochempfindliche Stäbchen (rot) für das Sehen bei Nacht (darunter blau, grün und rot angefärbt Bipolarzellen, die die Sehzellen untereinander verschalten). Im Dämmerlicht sind beide Sehzelltypen aktiv. Damit die Stäbchen dabei nicht übermäßig reagieren, werden ihre Signale reduziert. Eine entscheidende Rolle spielt dabei der Ionenkanal HCN1. So wird die normale Retina nicht geblendet, einzelne Lichtblitze werden als getrennte Signale weitergeleitet (unten links). Fehlt der „Schalter“ HCN1, reagieren die Stäbchen schon auf die ersten Lichtreize so heftig, dass sie die Nervenleitungen durch „Dauerfeuer“ blockieren (unten rechts).*

**Normale Retina**



**Retina ohne HCN1**



impulsen. Die Zapfen, die solche Lichtreize aufnehmen, konnten diese Signale nicht weiterleiten, denn die Nervenleitungen waren durch eine übermäßige Aktivität der Stäbchen schon beim ersten Lichtimpuls blockiert (siehe Abb.). „Man kann sich das vorstellen wie eine besetzte Telefonleitung – wenn da ein Dauertelefonierer am Werk ist, dringen andere Informationen nicht durch“, sagt Frank Müller.

Dass tatsächlich die Stäbchen für die Blockade der Leitungen verantwortlich sind, zeigte Müllers Team in einem weiteren Experiment: Es untersuchte Mäuse, denen nicht nur der molekulare Blend-

schutz HCN1 fehlt, sondern bei denen zusätzlich die Stäbchen durch eine Mutation funktionsunfähig sind. Daher treten hier keine störenden Signale der Stäbchen auf. Bei diesen Mäusen reagierten die Zapfen normal auf das Flackerlicht.

#### **Gelungene Balance**

„Um optimal sehen zu können, brauchen wir einerseits eine hohe Lichtempfindlichkeit. Andererseits darf die Netzhaut nicht schon beimäßigem Lichteinfall gesättigt – und damit geblendet – sein“, fasst Müller zusammen. „Durch unsere Arbeiten verstehen wir nun besser, wie das Auge diese schwie-

rige Balance zwischen gegensätzlichen Anforderungen bewältigt.“ Und das nicht nur bei Mäusen. „Das Molekül HCN1 kommt auch in menschlichen und in allen anderen bisher untersuchten Stäbchen und Zapfen vor“, sagt Müller. „Ich bin überzeugt, dass wir hier einen universellen Mechanismus entdeckt haben.“

„Nature Communications“ (doi:10.1038/ncomms1540)



# Preise

**Dr. Dmitry Fedosov** vom Institute of Complex Systems erhielt für seine Doktorarbeit den Nicholas Metropolis-Preis der Amerikanischen Physikalischen Gesellschaft (American Physical Society, APS). Thema seiner ausgezeichneten Dissertation war die Computermodellierung weicher Materie und der Strömung von Blut. Die APS vergibt diese Auszeichnung einmal pro Jahr für herausragende Doktorarbeiten auf dem Gebiet der computergestützten Physik. Der Preis ist mit 1 500 US-Dollar dotiert und beinhaltet außerdem eine Vortragseinladung zur März-Tagung der APS in Dallas, wo die Auszeichnung überreicht wird.

**Dr. Marc von Hobe** vom Institut für Energie- und Klimaforschung und sein Projektmanagement-Team haben für ihre Arbeit den FRP. NRW Award erhalten. Ausgezeichnet wurden sie für ihre Arbeit im RECONCILE-Projekt zu den Folgen des Klimawandels für die Stratosphäre und die Ozonschicht. Wissenschaftsministerin Svenja Schulze überreichte den mit insgesamt 90 000 Euro dotierten Preis in Düsseldorf. Weitere Preisträger der zu drei gleichen Teilen vergebenen Auszeichnung sind Prof. Sabina Jeschke von der RWTH Aachen und Prof. Christian Rehtanz von der TU Dortmund. Der im April 2011 erstmals verliehene Preis würdigt die Beteiligung von Forscherinnen und Forschern in NRW an europäischen Forschungsprogrammen.

**Prof. Dr. Gereon R. Fink** vom Institut für Neurowissenschaften und Medizin wurde auf der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Klinische Neurophysiologie und Funktionelle Bildgebung (DGKN) mit dem Fortbildungspreis dieser Fachgesellschaft ausgezeichnet. Die Mitgliederversammlung der DGKN wählte ihn zum Präsidenten der Gesellschaft 2011/2012. Außerdem erhielt Gereon R. Fink gemeinsam mit dem Max-Planck-Institut für neurologische Forschung den Forschungspreis „365 Orte im Land der Ideen“. Verliehen wurde die Auszeichnung für innovative Methoden in der

Bildgebung, die Stammzellen im lebenden Gehirn sichtbar machen. Der Wettbewerb unter Schirmherrschaft des Bundespräsidenten wird von der Standortinitiative „Deutschland – Land der Ideen“ in Kooperation mit der Deutschen Bank durchgeführt.

**Prof. Dr. Kurt Kremer**, ehemaliger Jülicher Festkörperforscher, wurde im Frühjahr 2011 zusammen mit Gary S. Grest von den Sandia National Laboratories in Albuquerque mit dem Polymer Physics Prize der American Physical Society

(APS) ausgezeichnet. Die Fachgesellschaft würdigt damit frühe Arbeiten auf einem der ersten Superrechner des Forschungszentrums Jülich Ende der 1980er und Anfang der 1990er Jahre als bahnbrechenden Beitrag, um numerische Simulationen in der Polymerforschung als gleichwertiges Werkzeug neben dem klassischen Experiment und der theoretischen Analyse zu etablieren. Der renommierte APS-Award ist mit insgesamt 10 000 Dollar dotiert und wird vom Chemiekonzern Dow Chemical gestiftet.



- 1 | Ausgezeichnet mit dem Nicholas Metropolis-Preis – Dr. Dmitry Fedosov.
- 2 | Geehrt mit dem FRP. NRW Award – Dr. Marc von Hobe.
- 3 | Erhielt den Forschungspreis „365 Orte im Land der Ideen“ – Prof. Dr. Gereon R. Fink.
- 4 | Für frühe Simulationen auf Supercomputern gewürdigt – Prof. Dr. Kurt Kremer.

● Weitere Preise und Auszeichnungen

Name	Auszeichnung
<b>Dr. Werner Fischer,</b> Institut für Energie- und Klimaforschung	Ehrenmedaille der Fakultät für Metalltechnik und industrielle Computerwissenschaft der AGH Universität für Wissenschaft und Technologie Krakau, Polen
<b>Dr. Christian Grefkes,</b> Institut für Neurowissenschaften und Medizin	Niels-A.-Lassen-Preis der Deutschen Gesellschaft für Klinische Neurophysiologie und Funktionelle Bildgebung
<b>Prof. Peter A. Grünberg,</b> Peter Grünberg Institut	Ehrenmitgliedschaft der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG)
<b>Stefanie Haustein,</b> Zentralbibliothek	„Best Poster Award“ der „11. International Conference on Science and Technology Indicators“ in Leiden (Niederlande) und „Eugene Garfield Doctoral Dissertation Scholarship“
<b>PD Dr. Stefan Heim,</b> Institut für Neurowissenschaften und Medizin	Wissenschaftspreis des Bundesverbandes für Legasthenie und Dyskalkulie, gemeinsam mit Dr. Marion Grande vom Universitätsklinikum Aachen
<b>Dr. Robert O. Jones,</b> Peter Grünberg Institut	„Outstanding Referee Award“ der American Physical Society (APS)
<b>Anupam Karmakar,</b> Jülich Supercomputing Centre	Best Young Scientist's Presentation Award der ISTC-GSI Young Scientists School 2011
<b>Dr. John Kettler,</b> Institut für Energie- und Klimaforschung	RWE Zukunftspreis 2011
<b>Dr. Stefan Krieg,</b> Jülich Supercomputing Centre	Dissertationspreis der Gesellschaft der Freunde der Bergischen Universität (GFBÜ)
<b>Sybille Krummacher,</b> Geschäftsbereich Unternehmensentwicklung	Chevalier dans l'Ordre des Palmes Académiques
<b>Dr. Reinhard Lennartz, Jürgen Höbig,</b> Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz	Ehrenmedaille des National Nuclear Center von Kasachstan
<b>Kristel Michielsen, Hans De Raedt, Fengping Jin,</b> Jülich Supercomputing Centre	Wim Nieuwpoort Award
<b>Dr. Anne Möchel,</b> Jülich Supercomputing Centre	Nachwuchspreis 2011 der Deutschen Thermoelektrik-Gesellschaft (DTG)
<b>Dr. Nina Richter,</b> Institut für Molekulare Enzymtechnologie der Universität Düsseldorf im Forschungszentrum Jülich, <b>Dr. John Kettler,</b> Institut für Energie- und Klimaforschung	Exzellenzpreis des Forschungszentrums Jülich
<b>Prof. Peter A. Tass,</b> Institut für Neurowissenschaften und Medizin	Deutscher Innovationspreis für Medizin der Herbert-Worch-Stiftung. Prof. Peter Tass und das aus dem Forschungszentrum ausgegründete Unternehmen ANM erhielten den Nicolaus August Otto Preis der Stadt Köln für Innovation.



# Drittmittel

Mittel, die zusätzlich zum regulären Etat zur Förderung von Forschung und Entwicklung eingeworben werden, sind ein wichtiges Maß für die Leistungen einer Forschungseinrichtung. Sie bedeuten stets einen Vertrauensvorschuss: Bund und Länder, die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) und die Industrie fördern Projekte, von denen sie sich einen nachhaltigen Nutzen für die Gesellschaft und wichtige Innovationen für die Wirtschaft versprechen. Die stetig steigenden Drittmiteleinwerbungen des Forschungszentrums Jülich zeigen, dass Jülicher Wissenschaftler diese Erwartungen erfüllen.

## Forschungsförderung

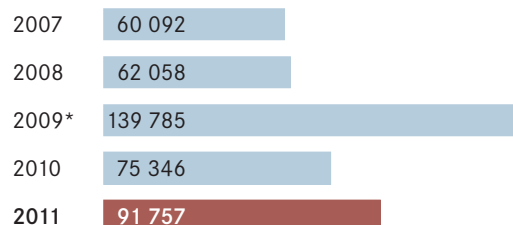
### ● Bilanz 2011

	Tausend Euro
Projektförderung Bund	47 525
Projektförderung Länder	6 735
DFG-Förderung	5 472
Sonstige inländische Stellen	11 507
<b>Summe Inland</b>	<b>71 239</b>
EU	20 518
<b>Gesamtsumme</b>	<b>91 757</b>

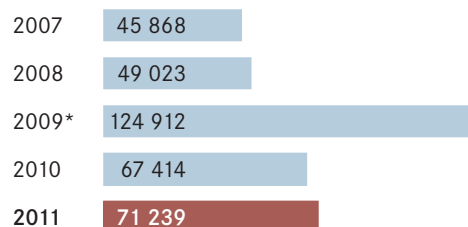
#### Kommentar:

- In den Projektförderungen Bund sind 19 427 Tausend Euro für die Betriebskosten des ILL enthalten.
- Die DFG-Förderung beinhaltet nicht DFG-Einnahmen in Höhe von 220 Tausend Euro, da diese aufgrund von Privatdienstverträgen nicht Erträge des Forschungszentrums Jülich darstellen.

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



### ● Forschungsförderung aus öffentlichen Quellen im Inland (in Tausend Euro)

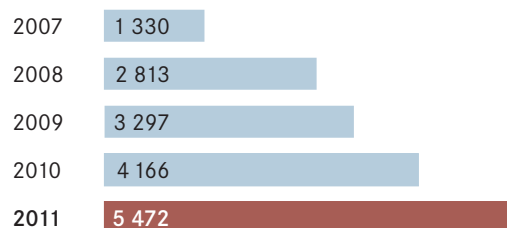


\* 2009 war die nationale Projektförderung durch Mittel für die Installation eines Petaflop-Rechners stark erhöht.

- Die Anzahl der DFG-geförderten Projekte in Jülich blieb auch 2011 mit insgesamt **40** auf hohem Niveau:

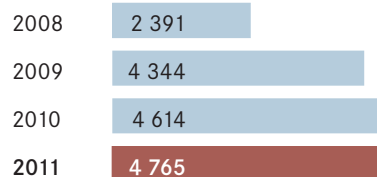
Graduiertenkollegs	12
DFG-Schwerpunkte	15
Sonderforschungsbereiche	13

### ● DFG-Förderung (in Tausend Euro)



**Stetiger Anstieg – Drittmittel-einnahmen der Lebenswissenschaften (Forschungsbereiche Biotechnologie und Gesundheit) haben sich in den letzten Jahren deutlich erhöht.**

● Drittmittel Jülicher Lebenswissenschaften gesamt (in Tausend Euro)



## Beispielhafte Drittmittelprojekte aus Biotechnologie und Lebenswissenschaften

**FlexFit – vielseitige Mikroorganismen für die Industrie** | Das Bakterium *Corynebacterium glutamicum* ist mit einer Produktionsmenge von mehr als drei Millionen Tonnen pro Jahr der wichtigste Mikroorganismus, der industriell für die Produktion von Aminosäuren genutzt wird. Ziel des Verbundprojekts FlexFit, das von Prof. Michael Bott vom Institut für Bio- und Geowissenschaften koordiniert wird, ist es, daraus noch vielseitigere Bakterien zu entwickeln, die imstande sind, unterschiedliche Kohlenstoff- und Stickstoffquellen zu verwerten. Damit könnten je nach Preis und Verfügbarkeit die günstigsten Ausgangsstoffe genutzt werden. Das Konsortium umfasst neun akademische Partner sowie das Unternehmen Evonik Industries. Das Bundesforschungsministerium (BMBF) fördert FlexFit von 2009 bis 2013 mit rund 3,3 Millionen, davon knapp 1,3 Millionen Euro für Jülich.

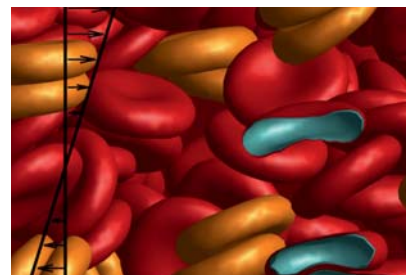


*Corynebacterium glutamicum* ist ein Bodenbakterium, das weltweit zur biotechnologischen Produktion von Aminosäuren eingesetzt wird. Als mikrobielle Zelfabrik kann es darüber hinaus für die Herstellung vieler weiterer Produkte genutzt werden.

**Forscherguppe erforscht Von-Willebrand-Faktor** | Der Von-Willebrand-Faktor reguliert im menschlichen Körper das Gleichgewicht zwischen Blutgerinnung und Verblutung. Um diese Regulationsprozesse besser zu verstehen, arbeiten in einer neuen DFG-Forscherguppe zum Thema „Shear Flow Regulation of Hemostasis – Bridging the Gap Between Nanomechanics and Clinical Presentation“ Mediziner, Biophysiker, Nanowissenschaftler und Physiologen aus elf Einrichtungen zusammen; beteiligt sind außerdem Wissenschaftler in den USA sowie die MEDILYS Laborgesellschaft. Langfristig profitieren sollen davon die Diagnostik und die Therapie von Blutgerinnungsstörungen, Thrombosen und Schlaganfällen. Die DFG fördert das Projekt mit rund 2,5 Millionen Euro von 2011 bis 2014.

**SysEnCor – Energie optimal nutzen** | Das Verbundprojekt mit drei Industriepartnern – Evonik Industries, InSilico Biotechnology und GeneData – will die Energienutzung von *Corynebacterium glutamicum* optimieren. Die eingesetzte Kohlenstoffquelle – ein wesentlicher Kostenfaktor bei der großtechnischen Produktion aus nachwachsenden Rohstoffen – soll vor allem für die Herstellung des gewünschten Produkts genutzt werden. Das Projekt untersucht dafür den gesamten zellulären Energiehaushalt des Bakteriums. Das von Prof. Michael Bott geleitete Vorhaben erhält vom BMBF von 2010 bis 2013 insgesamt rund 1,7 Millionen

Euro, davon entfallen auf die Jülicher Arbeitsgruppe rund 500 000 Euro.



*Die Funktion eines Schlüsselproteins der Blutgerinnung wollen Physikerinnen und Physiker am Forschungszentrum Jülich in einer neuen DFG-Forscherguppe aufklären.*

**DNP-NMR – Geschärfter Blick auf Biomoleküle** | Im Projekt „Dynamic Nuclear Polarization – Nuclear Magnetic Resonance“, kurz DNP-NMR, werden zwei etablierte Techniken kombiniert, um die Struktur von Molekülen aufzuklären: die Kernspinresonanz und die Elektronenspinresonanz. Das Ziel ist, mehr Informationen über komplexe Biomoleküle zu gewinnen, oder auch in der Materialwissenschaft Oberflächen, beispielsweise von Katalysatoren, genauer zu untersuchen. Ein Team von Forschern des Jülicher Institute of Complex Systems und Wissenschaftlern der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf erhält dafür von der DFG 2,2 Millionen Euro über einen Zeitraum von drei Jahren (2011–2014). Beteiligt sind außerdem die RWTH Aachen und die Universität Münster.



# Außenstellen und Plattformen

Nicht nur am Standort Jülich ist das Forschungszentrum präsent und stellt der Forschungsgemeinde einzigartige Großgeräte bereit – vom Supercomputer JUGENE bis zu hochmodernen Magnetresonanztomografen. 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 Standorte der Projektträger. 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 (zur GRS siehe auch S. 52, zu JARA siehe S. 64). Die GRS GmbH ist eine eigenständige Tochter des Forschungszentrums Jülich. Die RWTH und das Forschungszentrum Jülich halten jeweils einen gleich großen Gesellschaftsanteil;
- am Forschungsreaktor in Garching bei München durch das Jülich Centre for Neutron Science (JCNS)<sup>1</sup>;
- an der Spallations-Neutronenquelle SNS am Oak Ridge National Laboratory (ORNL), USA;
- am Höchstflussreaktor des Instituts Laue-Langevin (ILL) in Grenoble, Frankreich. Das Forschungszentrum Jülich ist zusammen mit dem Commissariat à l’Energie Atomique (CEA, Frankreich), dem Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS, Frankreich) und dem Science and Technology Facilities Council (STFC, UK) Gesellschafter des ILL. Der Gesellschaftsanteil Jülichs beträgt 33 Prozent; er gewährleistet eine Partizipation der gesamten deutschen Neutronengemeinschaft am Betrieb des ILL;
- über den Projektträger Jülich an Standorten in Jülich, Berlin und Rostock-Warnemünde;
- in Düsseldorf betreibt der Geschäftsbereich Technologie-Transfer die Geschäftsstelle des Biotechnologie Clusters BIO.NRW.

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

<sup>1</sup> Das JCNS ist ein Institut des Forschungszentrums Jülich. Es betreibt Neutronenstreuinstrumente an den national und international führenden Neutronenquellen FRM II, ILL und SNS unter dem Dach einer gemeinsamen Strategie.

*Jülicher Instrumente der Neutronenforschung an der Garchinger Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II). Links im Bild die Kleinwinkelstreuanlage (KWS 2), rechts (silbernes Instrument) die KWS 3.*



Im Herbst 2011 wurde der langjährige Leiter des Projektträgers Jülich Dr. Ulrich Schlüter (Mitte) verabschiedet und mit Dr. Christian Stienen ein neuer Leiter berufen. Der Festakt diente zugleich der Einweihung eines energieeffizienten neuen Bürogebäudes. „Mit dem Neubau für den Projektträger Jülich gelingt es, die Arbeitsbedingungen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter wesentlich zu verbessern“, freute sich Forschungsstaatssekretär Thomas Rachel (links). Rechts im Bild Karsten Beneke, Stellvertretender Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums.



## Der Projektträger Jülich

Der Projektträger Jülich (PtJ) ist mit weit über 1 Milliarde Euro Umsatz der umsatzstärkste Projektträger in Deutschland. Mit seinen Kompetenzen im Forschungs- und Innovationsmanagement unterstützt er seine Auftraggeber in Bund und Ländern bei der Realisierung ihrer Förderprogramme und fungiert als Nationale Kontaktstelle für die Forschungsförderung der EU-Kommission. Damit bildet der PtJ eine wichtige Schnittstelle für einen wettbewerbsfähigen Forschungs- und Innovationsstandort Deutschland in einem gemeinsamen europäischen Forschungsraum. Der Projektträger Jülich betreut Forschungs- und Innovationsförderprogramme zu den Themengebieten Bereichen Biotechnologie, Energie, Werkstofftechnologien, Umwelt und Nachhaltigkeit, Meeres- und

Polarforschung, Schifffahrt und Meeres-technik, 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), sowie im Auftrag der Bundesländer Bayern, Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen, Mecklenburg-Vorpommern und Berlin und der EU-Kommission.

### 2011

- hat der Projektträger Jülich

**1,25 Milliarden** Euro Fördermittel umgesetzt;  
 rund **4 300** Vorhaben neu bewilligt;  
 rund **11 500** Vorhaben insgesamt betreut.

Die Zahl der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ist auf **599** gestiegen.

- Mitarbeiter nach Standorten

**361** in Jülich, **210** in Berlin und **28** in Rostock- Warnemünde.

## Der Projektträger ETN

Der Projektträger Energie, Technologie und Nachhaltigkeit (ETN) ist als Projektträger exklusiv für das Land Nordrhein-Westfalen tätig. Er befasst sich mit der wissenschaftlich-technischen und finanziellen Betreuung von Förderprogrammen; in Teilbereichen übernimmt er die Aufgaben einer Bewilligungsstelle. ETN koordiniert die NRW-Aktivitäten auf dem Gebiet der Elektromobilität. Fachlich ist ETN zuständig für die Themenkomplexe Energie, Gesundheitswirtschaft und Ernährung und darüber hinaus in Regional- und Strukturentwicklungsprojekte eingebunden.

### 2011

- hat der Projektträger ETN

**670** Vorhaben betreut;  
 mit einem Gesamtbudget  
 von **445 Millionen** Euro,  
 davon **339 Millionen** Euro Förderanteil;  
 mehr als **230** Vorhaben neu bewilligt.

Die Zahl der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ist auf **54** gestiegen,  
 bei einem Frauenanteil von **63** Prozent.



# Exzellente Plattformen

## Die Supercomputer des Jülich Supercomputing Centre (JSC)



Das Jülich Supercomputing Centre betreibt Supercomputer der höchsten Leistungsklasse in Europa. Es stellt Wissenschaftlern und Ingenieuren am Forschungszentrum Jülich, an Universitäten und Forschungseinrichtungen in Deutschland und in Europa sowie der Industrie Rechenkapazität zur Verfügung, um hochkomplexe Probleme mit Simulationsrechnungen lösen zu können. Die externen Nutzer arbeiten dabei mit den Mitarbeitern des JSC eng zusammen. Die wissenschaftliche Begutachtung wird durch das John von Neumann-Institut für Computing durchgeführt.

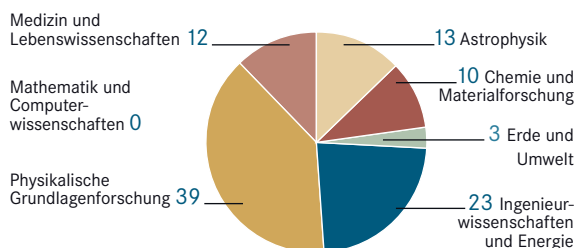
### ● Nutzerstatistik

Auf JUGENE wurden in 2011 **2 Milliarden** Prozessorkern-Stunden vergeben, auf JUROPA waren es knapp **125 Millionen** Prozessorkern-Stunden (wobei die JUROPA-Prozessoren leistungstärker sind als die JUGENE-Prozessoren).

### ● Begehrte Rechenzeit – Überbuchungsfaktor

JUGENE **4** JUROPA **7**

### ● JUGENE-Forschungsfelder laufender europäischer Projekte (PRACE) 2011

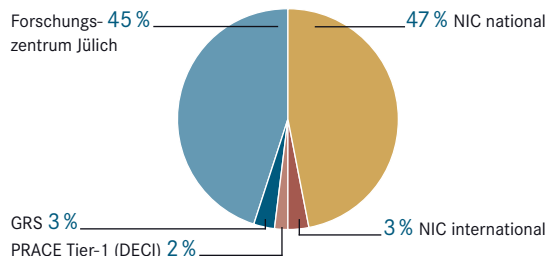


Basis sind die Zeiträume 11/2010-10/2011 und 5/2011-4/2012

2011 wurden im Rahmen des Supercomputerverbundes „Partnership for Advanced Computing in Europe“ (PRACE) 19 europäische Projekte auf JUGENE gerechnet. Die meiste Rechenzeit – 39 Prozent – entfiel dabei auf die physikalische Grundlagenforschung, gefolgt vom Forschungsbereich Ingenieurwissenschaften und Energie mit 23 Prozent.

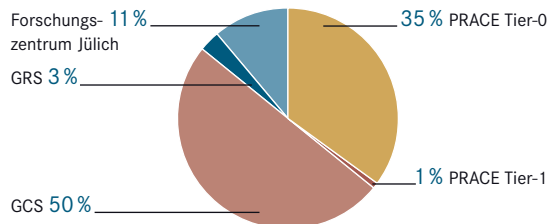
### Relative Zahlen nach Nutzern

#### ● JUROPA



Basis sind die Zeiträume 11/2010-10/2011 und 5/2011-4/2012

#### ● JUGENE



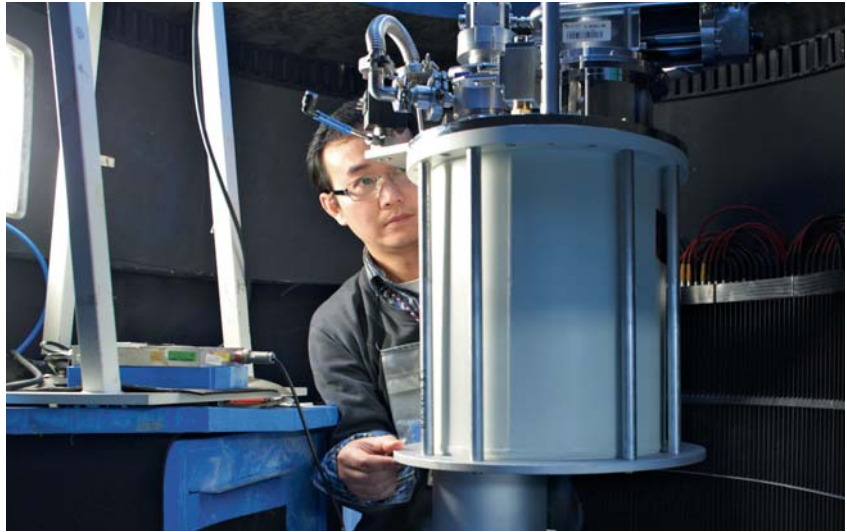
Basis sind die Zeiträume 11/2010-10/2011 und 5/2011-4/2012

Die Jülicher Supercomputer werden in erheblichem Umfang von Nutzern 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) DEISA: Distributed European Infrastructure for Supercomputing Applications (europäische HPC-Infrastruktur, Vorläufer von PRACE)

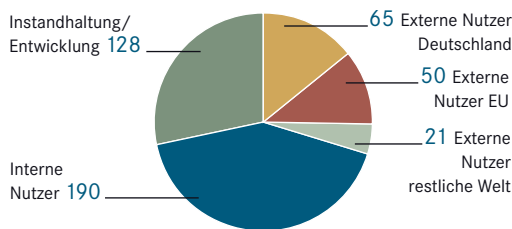
## Die Instrumente des Jülich Centre for Neutron Science (JCNS )

Das JCNS betreibt Instrumente der Neutronenforschung an den international führenden Neutronenquellen. So bündelt das JCNS die Konstruktions- und Betriebsaktivitäten der Jülicher Instrumente an der Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II) in Garching bei München. Diese Instrumente stehen auch externen Wissenschaftlern zur Verfügung. Außerdem betreibt das JCNS Instrumente am Institut Laue-Langevin, Grenoble, Frankreich, und an der Spallationsquelle in Oak Ridge, USA.

*Dr. Yixi Su arbeitet am Probenhalter des Flugzeitspektrometers mit diffuser Neutronenstreuung.*

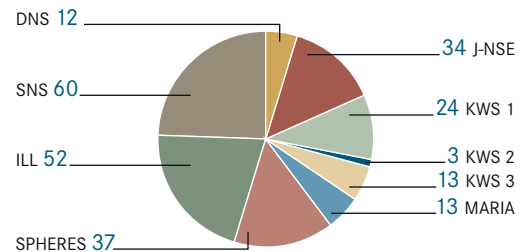


- Vom JCNS vergebene Strahlzeit (Tage) am FRM II 2011\* (KWS 1, KWS 2, KWS 3, J-NSE, DNS, SPHERES)\*\*



\* Nach mehr als sechs Jahren Betrieb war 2011 eine Wartungspause am FRM II routinemäßig eingeplant, um Systeme zu testen oder auszutauschen. Zahlreiche wiederkehrende Prüfungen standen an, die von den atomrechtlichen Sachverständigen und der Aufsichtsbehörde begleitet und abgenommen wurden. Die Zahl der internen sowie insbesondere der externen Nutzer war daher gegenüber den Vorjahren geringer.

- Nutzung der JCNS-Neutronenstreuinstrumente durch externe Forscher 2011\* (Tage)



\*\* KWS 1 Kleinwinkelstreuanlage 1  
KWS 2 Kleinwinkelstreuanlage 2  
KWS 3 Kleinwinkelstreuanlage 3  
J-NSE Jülich Neutronen-Spin-Echo-Spektrometer  
SPHERES Rückstreu-Spektrometer mit hoher Energieauflösung  
DNS Flugzeitspektrometer mit diffuser Neutronenstreuung  
MARIA Reflektometer für dünne magnetische Schichten  
ILL Institut Laue-Langevin, Grenoble  
SNS Spallations-Neutronenquelle, Oak Ridge (Schätzwert)

## Cooler Synchrotron COSY

COSY dient als „Mikroskop“ für die Bausteine des Atomkerns, die Protonen und Neutronen. Seit der Teilchenbeschleuniger 1993 in Betrieb ging, ist die Nutzergemeinschaft deutlich angewachsen. Dabei wird 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 „Pro-

gram Advisory Committee“, dem international anerkannte Physiker aus den USA und Europa angehören. Hervorragende Ideen sind letztlich ausschlaggebend dafür, wer mit COSY experimentieren darf.

- COSY-Nutzer

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



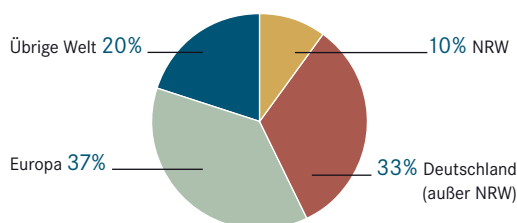
## Ernst Ruska-Centrum (ER-C)

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 höchst-auflösende Elektronenmikroskopie. Rund 50 Prozent der Messzeit an den drei Mikroskopen der Titan-Klasse (PI-CO, 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.

- Durch das ER-C vergebene Messzeit (Tage) an den elektronenmikroskopischen Instrumenten (davon drei aus der Titan-Klasse)

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

- Regionaler Hintergrund der Nutzer aller elektronenmikroskopischer Gerätschaften des ER-C im Jahr 2011 nach Regionen



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

Das INM beschäftigt sich mit Struktur und Funktion des gesunden und erkrankten menschlichen Gehirns. Ziel ist es, Struktur und Funktionsveränderungen bei neurologischen und psychiatrischen Erkrankungen zu verstehen und dadurch Diagnostik und Therapie zu verbessern. Dafür arbeiten Wissenschaftler mit bildgebenden Verfahren wie struktureller und funktioneller Magnetresonanztomografie (MRT) und Positronenemissionstomografie (PET), bzw. mit Hybridsystemen, bei denen ein MRT mit einem PET kombiniert ist. Um grundlegende Forschungserkenntnisse in die klinische 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), 3-T-MRT, 3-T-MR-PET (klinische Anwendung). Einige der hochmodernen Jülicher Geräte der medizinischen Bildgebung stehen auch externen Forschern zur Verfügung.

- Nutzung des 3T-MR-Scanners durch Kliniken (in Stunden/Jahr)

Nutzer	Klinik	Prime Time (8.00–16.45 Uhr)	Abend/Wochenende	Gesamt
1	UK Köln	131,75		131,75
2	KJP*, RWTH Aachen	182,00	23,75	205,75

\* Klinik für Psychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie des Kindes- und Jugendalters

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

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

2011 wurden jeweils ca. **40 Patienten** der Neurochirurgie der Universität Düsseldorf und der Strahlentherapie des Klinikums der RWTH Aachen gemessen. Außerdem wurden **5 Patienten** der Nuklearmedizinischen Klinik des Universitätsklinikums Düsseldorf untersucht.

# Einzigartige Einsichten mit den besten Elektronenmikroskopen unserer Zeit

**M**it dem Ernst Ruska-Centrum haben wir in Nordrhein-Westfalen ein Kompetenzzentrum für atomar auflösende Elektronenmikroskopie und -spektroskopie auf international höchstem Niveau, um das wir von vielen beneidet werden. Darauf können wir stolz sein“, sagte Dr. Beate Wieland, Abteilungsleiterin Forschung und Technologie im NRW-Wissenschaftsministerium.

Anlass war die feierliche Einweihung eines europaweit einzigartigen Elektronenmikroskops im Ernst Ruska-Centrum

(ER-C) am 29. Februar 2012. Das Gerät namens PICO korrigiert neben der sphärischen Aberration noch einen weiteren Linsenfehler – die chromatische Aberration – und erreicht so eine Rekordauflösung von 50 Pikometern (ein Pikometer = ein milliardstel Millimeter).

## Schärfer und genauer

PICO liefert Wissenschaftlern Einblicke in die Welt der Atome, die sie benötigen, um gezielt eingreifen zu können und zum Beispiel neue Werkstoffe zu entwickeln. Gegenüber der letzten Generation von Elektronenmikroskopen verbessert sich mit der Auflösung auch die Genauigkeit, mit der sich Atomabstände und Atomverschiebungen messen lassen, von fünf

Pikometern auf lediglich einen Pikometer. Auch wenn Verbesserungen im Bereich von milliardstel Millimeter winzig erscheinen mögen, so sind Atomverschiebungen in dieser Dimension doch wesentlich für die elektronischen, optischen und mechanischen Eigenschaften von Materialien. „Solch kleinste Lageveränderungen von Atomen bestimmen etwa die Eigenschaften moderner Transistoren“, sagt Prof. Rafal Dunin-Borkowski, einer der beiden Direktoren des ER-C und zugleich Leiter des Peter Grünberg Instituts 5 am Forschungszentrum Jülich. Ferroelektrische Datenspeicher, wie man sie in Chipkarten oder auch in manchen elektronischen Autoschlüsseln findet, sind ein weiteres Beispiel: Wenn dort Informationen eingeschrieben werden, verschiebt sich die Position der Sauerstoffionen im Material gegenüber ihren Nachbaratomen um rund 20 Pikometer.

„Wir setzen PICO ein, um globale Herausforderungen wie eine energieeffiziente Informationstechnologie oder eine klimafreundliche Energieversorgung anzugehen“, sagt Prof. Joachim Mayer von der RWTH Aachen, der zweite Direktor des ER-C. So erforschen die Wissenschaftler Materialien für CO<sub>2</sub>-freie Kraftwerke oder für die Photovoltaik.

Die Mikroskope stehen nicht nur den Betreibern des ER-C, dem Forschungszentrum Jülich und der RWTH Aachen zur Verfügung, sondern auch externen Anwendern aus Wissenschaft und Industrie. Der Bund, das Land Nordrhein-Westfalen, die Deutsche Forschungsgemeinschaft und die Helmholtz-Gemeinschaft haben PICO und einen Gebäudeneubau mit insgesamt 15 Millionen Euro finanziert.

*Ein Blick ins Innere von PICO. Im Vergleich zu den beiden Mitarbeitern des Ernst Ruska-Centrums in Vordergrund wird die Größe dieses europaweit einzigartigen Elektronenmikroskops deutlich.*





# Personal

Das Forschungszentrum Jülich steht nicht nur in der Forschung an der Spitze, es ist zugleich ein vorbildlicher Arbeitgeber. Ob hochqualifizierte Akademikerpaare eine Möglichkeit suchen, ihre Karrierewege zu vereinbaren, ausländische Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beim Antrag auf Aufenthaltsgenehmigung Unterstützung brauchen oder Eltern eine Betreuung für ihre Kinder suchen – das Forschungszentrum bietet seinen Beschäftigten einen umfassenden Service.

- Der 2011 gegründete Dual Career Service des Forschungszentrums hilft Partnerinnen und Partnern von Beschäftigten, attraktive berufliche Perspektiven in der Region zu finden. Im Juli 2011 hat das Forschungszentrum Jülich gemeinsam mit den Universitäten Bonn, Düsseldorf und Köln darü-

ber hinaus das Dual Career Netzwerk Rheinland gegründet, Anfang 2012 kam die Universität Siegen hinzu.

[www.dualcareer-rheinland.de](http://www.dualcareer-rheinland.de)

- Mehr Frauen in Führungspositionen, das ist das Ziel des Helmholtz-Mentoring-Programms „In Führung gehen“. Drei Wissenschaftlerinnen aus Jülich waren 2011 dabei. Fünf weitere Nachwuchswissenschaftlerinnen bereiteten sich im Mentoring-Programm TANDEMplus auf Leitungsaufgaben vor, eine nahm am Personalentwicklungsprogramm für Nachwuchsführungskräfte „Helmholtz-Akademie“ teil.
- Damit ausländische Beschäftigte nicht eigens nach Düren fahren müssen, um den 2011 neu eingeführten „Elektronischen Aufenthaltstitel“ zu beantragen, wurde eine Infrastruktur geschaffen,

die es ermöglicht, dass Sprechstunden der Ausländerbehörde direkt im Forschungszentrum abgehalten werden.

- Die zahlreichen Angebote, mit denen das Forschungszentrum Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bei der Kinderbetreuung unterstützt, wurden auch 2011 intensiv genutzt – von der Krabbelgruppe über die Kindertagesstätte des Vereins „Kleine Füchse“ bis zu Ferienspielen für Schulkinder. Im März 2012 wurde im Forschungszentrum zudem ein Eltern-Kind-Arbeitszimmer (PC und Büroarbeitsplatz) eingerichtet. In diesem Raum mit Spielzeug, kindgerechten Möbeln, Kinderbett und Wickelkommode können Eltern arbeiten und ihre Kinder mitbringen, wenn kurzfristig Probleme mit der Kinderbetreuung auftreten.

*Bewährt sich beim Arbeiten und zum Spielen – das neu eingerichtete Eltern-Kind-Arbeitszimmer im Forschungszentrum.*



## Personalübersicht zum 31.12.2011

Bereich	Anzahl zum 31.12.2011
<b>Wissenschaftliches und Technisches Personal</b>	<b>3 397</b>
Wissenschaftliches Personal	1 755
• dav. Doktoranden/Stipendiaten*	482
• dav. Diplomanden	133
• dav. Professoren** W3: 43, W2: 31, W1: 8	82
Technisches Personal	1 642
Projektträgerschaften	656
Service-Personal und Administration	647
Auszubildende und Praktikanten	292
<b>Gesamt</b>	<b>4 992</b>

\* Insgesamt (kumulativ, nicht Stichtag-bezogen) wurden 781 Doktoranden im Jahr 2011 am Forschungszentrum Jülich betreut.  
 \*\* Nur die nach dem Jülicher Modell berufenen Professor/innen, d.h. ohne andere Professuren (z.B. Honorarprofessuren)

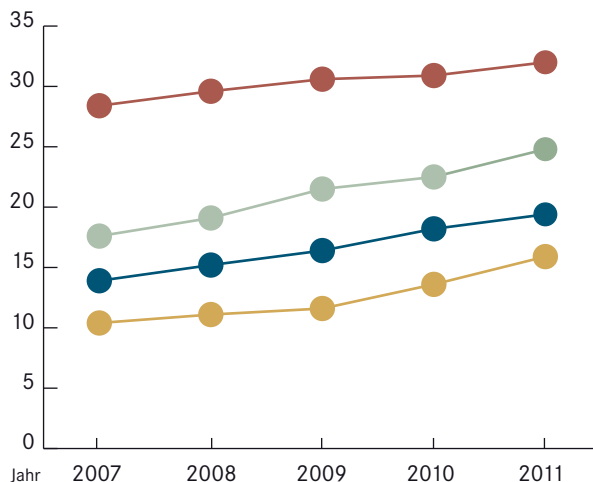
## Wissenschaftlerinnen im Blickfeld



*Dr. habil. Astrid Kiendler-Scharr vom Institut für Energie- und Klimaforschung (oben) und Dr. habil. Renu Batra-Safferling vom Institute of Complex Systems (unten) wurden in die Exzellenz-Datenbank „AcademiaNet“ aufgenommen. Diese wurde im Herbst 2010 durch die Robert Bosch Stiftung und den Verlag „Spektrum der Wissenschaft“ gegründet, um die Sichtbarkeit hochqualifizierter Wissenschaftlerinnen zu verbessern. Ziel ist es, den Frauenanteil in wissenschaftlichen Führungspositionen und Gremien zu erhöhen.*

## Frauenanteil der Beschäftigten des Forschungszentrums Jülich

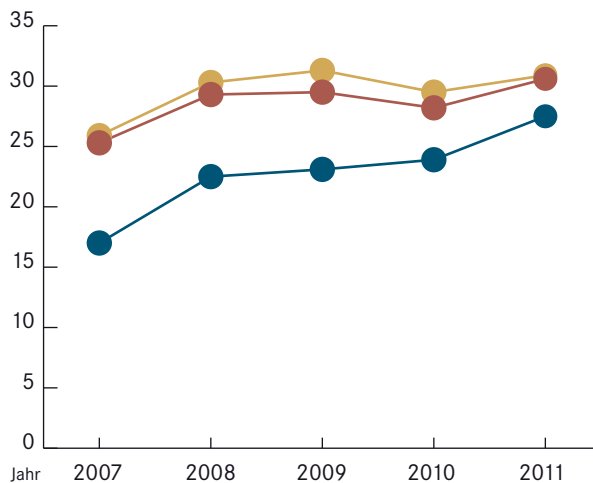
Anteil Frauen in Prozent



- Frauenanteil Personal gesamt
- Frauenanteil Führungspositionen – gesamt
- Frauenanteil wissenschaftliches Personal
- Frauenanteil in den Entgeltgruppen E12 bis E15Ü sowie AT, B-, C- und W-Vergütungen (höherer Dienst)

## Frauenanteil Nachwuchs

Anteil Frauen in Prozent



- Frauenanteil Nachwuchs insgesamt
- Frauenanteil Auszubildende
- Frauenanteil Nachwuchswissenschaftler

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





*Wissenschaft und Forschung zum Anfassen – das ist das Ziel des Schülerlabors „JuLab“ des Forschungszentrums Jülich. Dr. Wilhelm Schäffer, Staatssekretär im Ministerium für Arbeit, Integration und Soziales in NRW, besuchte das JuLab im Dezember 2011. v.l.n.r.: Liesel Koschorrek, 1. Stellvertretende Landrätin des Kreises Düren; Ulrich Ivens, Berufsausbildung des Forschungszentrums; Staatssekretär Dr. Wilhelm Schäffer; Karl Sobotta, Leiter JuLab des Forschungszentrums; Ina Keutmann, Anne Fuchs-Döll, Dr. Silke Isenhardt, alle JuLab; Dr. Mathias Ertinger, Leiter Personal des Forschungszentrums.*

## Rufe Jülicher Forscher an Hochschulen

**Dr. Manuel Angst**, Leiter der Nachwuchsgruppe „Complex Ordering Phenomena in Multifunctional Oxides“ am Peter Grünberg Institut, ist zum Juniorprofessor für Experimentalphysik an der RWTH Aachen ernannt worden.

**Dr. habil. J. Sabine Becker**, Zentralabteilung für Chemische Analysen, hielt als Gastprofessorin Vorlesungsreihen an der Fakultät für Medizin der Universität in Sherbrooke (Quebec, Kanada) und an der Mahidol University Bangkok in Thailand.

**Dr. Ing. Michael Butzek**, Zentralinstitut für Technologie, hat einen Ruf auf eine Professur für Projektmanagement und Konstruktionselemente an der Fachhochschule Aachen erhalten.

**Prof. Dr. Simon Eickhoff**, Institut für Neurowissenschaften und Medizin, hat einen Ruf an die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf angenommen; außerdem erhielt er einen Ruf an der LMU München.

**Prof. Dr. Gereon Fink**, Institut für Neurowissenschaften und Medizin, wurde am 13. Juli 2011 zum Ersten Prorektor und Prorektor für Forschung und wissenschaftlichen Nachwuchs der Universität zu Köln gewählt.

**Dr. Jörg Fitter**, Institute of Complex Systems, wurde auf eine Professur für

Biophysik an die RWTH Aachen berufen.

**Prof. Dr. Klaus Günther**, Institut für Bio- und Geowissenschaften, wurde am State Key Laboratory of Food Science & Technology (SKLF) an der Nanchang University in China zum Honorarprofessor ernannt. Weiterhin erhielt er eine Einladung als Visiting Professor for Environmental Sciences an die King Abdulah University of Science & Technology in Saudi-Arabien.

**Prof. Sonja Grün**, Institut für Neurowissenschaften und Medizin (INM), wurde auf die Professur für Theoretische Systemneurobiologie an der RWTH Aachen berufen und leitet seither am INM die Arbeitsgruppe „Statistical Neuroscience“.

**Dr. David Head**, Institute of Complex Systems, hat einen Ruf für eine Tenure-Track Fellowship als Lecturer in „Theoretical and Translational Biofilm Research“ an der School of Computing an der University of Leeds (UK) erhalten und angenommen.

**Dr. Hans-Joachim Krause**, Peter Grünberg Institut, hat eine Einladung als Gastprofessor an der Université Pierre et Marie Curie in Paris erhalten.

**Dr. Marco Oldiges**, Institut für Bio- und Geowissenschaften, hat einen Ruf auf eine Professur für das Fach Bioprozessanalytik an die RWTH Aachen erhalten und angenommen. Einen Ruf an die Universität Münster für das Fach Mikrobielle Biotechnologie ehnte er ab.

**Prof. Dirk Pleiter**, Jülich Supercomputing Centre, wurde zum Professor am Institut für Theoretische Physik an der Universität Regensburg ernannt.

**Dr. Franz Rohrer**, Institut für Energie- und Klimaforschung, ist zunächst für einen Zeitraum von drei Jahren zum Adjunct Professor an der School of Physics, National University of Ireland, Galway, ernannt worden.

**Dr. Roland Sparing**, Institut für Neurowissenschaften und Medizin, hat den Ruf auf eine Professur für Schlaganfall und Neurorehabilitation an der Universität zu Köln angenommen.

**Dr. Robert Steinberger-Wilckens**, Institut für Energie- und Klimaforschung, hat einen Ruf an die Universität Birmingham, Fachbereich Chemical Engineering, als Chair of Hydrogen and Fuel Cell Research angenommen.

## Gemeinsame Berufungen mit Hochschulen

### ● Berufungen insgesamt, Stand 31.12.2011

Universität	Jülicher Modell	invers	Gesamt
FH Aachen	8		8
HHU Düsseldorf	11	2	13
RWTH Aachen	31	6	37
Uni Bochum	3		3
Uni Bonn	5	3	8
Uni Duisburg-Essen	1		1
Uni Köln	6	1	7
Uni Münster	1		1
Uni Regensburg	1		1
Uni Wuppertal	3		3
<b>Gesamt</b>	<b>70</b>	<b>12</b>	<b>82</b>

### ● Neuberufungen 2011

Universität	Jülicher Modell	invers	Gesamt
FH Aachen	1		1
HHU Düsseldorf	2		2
RWTH Aachen	8	2	10
Uni Bonn		1	1
Uni Regensburg	1		1
<b>Gesamt</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>15</b>

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

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.

## Helmholtz-Professuren

Das Forschungszentrum hat **Prof. Siegfried Mantl**, Peter Grünberg Institut, wegen seiner besonderen wissenschaftlichen Verdienste im April 2011 eine Helmholtz-Professur verliehen und sich damit seine herausragende Kompetenz im Bereich der anwendungsnahen Halb-

leiternanotechnologie gesichert. Der Physiker will die damit verbundenen Ressourcen nutzen, um mit seiner Arbeitsgruppe und in Zusammenarbeit mit führenden Unternehmen die Vorfeldforschung für die Nanoelektronik der Zukunft voranzubringen.



Spitzenforscher bleiben auch jenseits der Pensionsgrenze am Forschungszentrum, dank Helmholtz-Professuren: Prof. Siegfried Mantl (links) und Prof. Peter H. Dederichs (rechts).

**Prof. Peter H. Dederichs** vom Peter Grünberg Institut ist seit dem Februar 2012 Inhaber einer Helmholtz-Professur. Die Professur sei Ausdruck der besonderen Wertschätzung der wissenschaftlichen Arbeit des Geehrten, so Prof. Achim Bachem, Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums, bei der Verleihung. Nach Peter Grünberg und Siegfried Mantl ist Dederichs der dritte Jülicher Wissenschaftler, der mit einer Helmholtz-Professur geehrt wurde. Helmholtz-Professuren wurden 2007 als besondere Auszeichnung für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit außergewöhnlicher Schaffenskraft und internationaler Reputation eingerichtet. Dieses Förderinstrument der Helmholtz-Gemeinschaft ermöglicht es, ausgezeichnete Wissenschaftler nach dem Erreichen des Rentenalters zunächst für weitere drei Jahre als Leiter von Arbeitsgruppen an einem Helmholtz-Zentrum zu halten. Damit soll auch verhindert werden, dass ältere Spitzenforscher aus Deutschland abwandern.



# Ausbildung mit Perspektive

Das Forschungszentrum Jülich bietet weit mehr als nur irgendeinen Abschluss – in qualitativ hochwertigen und praxisnahen Ausbildungsgängen macht es junge Menschen fit für die wachsenden Anforderungen des Arbeitsmarktes. Dazu gehören Berufsausbildungen, die direkt mit einem Studium kombiniert werden. Auch internationale Praktika tragen zu einer interessanten und zukunftssicheren Berufsperspektive bei.

**D**ie hervorragende betriebliche Infrastruktur und das große Engagement im Ausbildungsbereich sind für die junge Generation in unserer Region von außerordentlichem Nutzen.“ Mit diesen Worten gratulierte der Bürgermeister der Stadt Jülich, Heinrich Stommel, der Zentralen Berufsausbildung des Forschungszentrums Jülich zum 50. Geburtstag.

Rund 4 300 junge Menschen haben in dieser Zeit am Forschungszentrum eine qualifizierte Berufsausbildung erhalten. Auch im Jahr 2011 hat die große Mehrheit der Auszubildenden die Abschlussprüfung wieder mit gutem oder sehr gutem Ergebnis bestanden. So hatten von den 31 Azubis, die der Leiter des Geschäftsbereichs Personal, Dr. Matthias Ertinger, im Juli 2011 ins Berufsleben entließ, 17 ein „gut“, 5 sogar ein „sehr gut“ auf dem Zeugnis stehen. Bei

den 40 Prüflingen im Februar 2012 gab es fünfmal „sehr gut“, zwölfmal „gut“.

Ein besonderes Plus der Ausbildung im Forschungszentrum ist die internationale Ausrichtung. So erwarben zukünftige Industriemechaniker 2011 erstmalig eine zertifizierte Zusatzqualifikation „Europäerqualifikation“ und steigerten so ihre Chancen auf dem grenzüberschreitenden Arbeitsmarkt. Weitere Azubis absolvierten Praktika in Dänemark und Schweden.

88 Ausbildungsplätze in bis zu 25 Berufen bot das Forschungszentrum im Jahr 2011 an. In sechs davon kann die Berufsausbildung direkt mit einem Studium kombiniert werden (Duale Studiengänge). Von den 2011 neu eingestellten Azubis will mehr als ein Drittel diese begehrte Doppelqualifikation erwerben. Das Forschungszentrum hat 2011 das Angebot Dualer Studiengänge weiter ausgebaut:

Es schloss mit der FH Aachen einen Kooperationsvertrag zu einem neuen Studiengang Physikingenieurwesen ab, der mit der Ausbildung zum Physiklaboranten kombinierbar ist. Ab dem Jahr 2012 erhöht es zudem die Zahl seiner Ausbildungsplätze und stellt nun jährlich bis zu 115 Auszubildende ein.

Das Forschungszentrum unterstützt kleinere und mittlere Unternehmen der Region bei der Berufsausbildung, etwa durch spezielle Fachkurse. Auch die Kooperation mit dem Freshman-Institute der FH Aachen ist erfolgreich: Insgesamt 51 Jugendliche, die meisten von ihnen aus dem asiatischen Raum, wurden in englischsprachigen Grundpraktika fit gemacht in technischem Zeichnen, dem Umgang mit Elektrotechnik, Mechanik und Chemie, um darauf aufbauend ein Studium an der FH Aachen beginnen zu können.

*Sie starten mit besten Voraussetzungen ins Berufsleben –  
Verabschiedung der Auszubildenden im Februar 2012*





#### ● Ausbildungsplätze – Neueinstellungen 2011

Laborantenberuf	22	inkl. Studium Chemie	2
		inkl. Studium Physik	2
Elektroberufe	16	inkl. Duales Studium	2
Metallbearbeitende Berufe	10	inkl. Duales Studium	2
Techn. Produktdesigner	2		–
Kaufmännische Berufe	12	inkl. Duales Studium	3
Math.-Techn.			
Softwareentwickler	22	inkl. Studium	22
Sonstige	4		–
Summe	88	inkl. Studium	33
			(37,5 Prozent)

*Eine Praktikantin in der Mechanischen Ausbildungswerkstatt interessiert sich für den Beruf der Industriemechanikerin.*

#### ● Duale Studiengänge – eine Übersicht

	Gesamtdauer	IHK-Prüfung	Bachelor-Abschluss	Zeitraum zw. IHK-Prüfung und Bachelor-Abschluss
Bachelor of Scientific Programming + Mathematisch-Technischer Softwareentwickler (MATSE), IHK	3 Jahre	Ende 3. Ausbildungsjahr	nach 6 Semestern	ca. 2 Monate
Chemie: Bachelor of Science oder Bachelor of Engineering + Chemielaborant, IHK	3,5 – 4 Jahre	nach 3 Jahren	nach 8 Semestern	0,5 – 1 Jahr
<b>Neu: Bachelor of Engineering Physikingenieurwesen + Physiklaborant, IHK</b>	<b>4 Jahre</b>	<b>nach 3,5 Jahren</b>	<b>nach 8 Semestern</b>	<b>ca. 6 Monate</b>
Bachelor of Engineering Maschinenbau + Industriemechaniker, IHK	4 Jahre	nach 2,5 Jahren	nach 6 Semestern	ca. 1,5 Jahre
Bachelor of Engineering Elektrotechnik + Elektroniker für Betriebstechnik, IHK	4 Jahre	nach 2,5 Jahren	nach 6 Semestern	ca. 1,5 Jahre
Bachelor of Arts in Business Administration + Kauffrau/-mann 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 Spitzenkräfte ausgezeichnet

Den Exzellenzpreis vergibt das Forschungszentrum Jülich für Spitzenleistungen seiner Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler, die selbst nach internationalen Maßstäben herausragend sind. Bei der Abschlussfeier für die Jülicher Doktoranden im Oktober 2011 wurde diese Ehrung nun schon im dritten Jahr in Folge verliehen.

Die Preisträgerin Nina Richter identifizierte drei Enzyme, mit denen sich in biotechnologischen Prozessen molekulare Bausteine zum Beispiel für Arzneimittel herstellen lassen. Ihre Doktorarbeit verfasste sie im Bereich Biotechnologie am Institut für Molekulare Enzymtechnologie der Universität Düsseldorf im Forschungszentrum Jülich in Zusammenarbeit mit dem Düsseldorfer Biotechnologieunternehmen evocatal GmbH. Sie erhielt ein Preisgeld von 5 000 Euro, genau wie der zweite Preisträger John Kettler. Dessen Dissertation am Jülicher Institut für Energie- und Klimaforschung beschäftigte sich mit nuklearen Abfällen und ihrer Entsorgung. Kettler entwickelte eine Testeinrichtung für ein Verfahren, mit dem sich der



Gehalt giftiger Stoffe wie Blei, Cadmium oder Quecksilber in Abfallfässern für radioaktives Material nachweisen lässt. Für diese Arbeit erhielt er zudem den mit 12 000 Euro dotierten „RWE-Zukunftspreis“.

*Geehrt mit dem Jülicher Exzellenzpreis 2011: Dr. Nina Richter und Dr. John Kettler*

## Fit für ein dynamisches Wissenschaftssystem – mit der JARA-Akademie

In der JARA-Akademie, die im September 2011 gegründet wurde, fassen das Forschungszentrum Jülich und die RWTH Aachen Aktivitäten zur Personalentwicklung unter einem Dach zusammen. Die Jülich Aachen Research Alliance (JARA) ist ein deutschlandweit einzigartiges Kooperationsmodell der RWTH Aachen und des Forschungszentrums Jülich, das das Nebeneinander von universitärer und außeruniversitärer Forschung und Lehre überwindet. Der Schwerpunkt der JARA-Akademie liegt auf den neuen Anforderungen an Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die sich aus dem Wandel des

nationalen und internationalen Wissenschaftssystems ergeben. Dabei stehen Struktur und Management von Hochschule und Großforschungseinrichtung im Mittelpunkt. Das modular aufgebaute Programm vermittelt grundlegende Kenntnisse des Wissenschaftsmanagements und übergreifende persönliche Qualifikationen. Kombiniert werden diese Themen mit Lerninhalten aus dem Projektmanagement, die an konkreten Fallbeispielen erarbeitet werden. „Die Inhalte der JARA-Akademie werden nicht nur unmittelbar der Weiterentwicklung von JARA zugute kommen.

Vielmehr vermitteln wir unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern Qualifikationen, die auch bei weiteren Karrieren innerhalb oder außerhalb von Jülich und Aachen enorm wichtig für sie sein werden“, betont Prof. Achim Bachem, Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums Jülich. Der erste Kurs der JARA-Akademie startete im Frühjahr 2012 mit 16 Fach- und Führungskräften der Administration. In einer späteren Phase wird das Ausbildungsprogramm durch ein Format für wissenschaftliche Nachwuchskräfte erweitert.

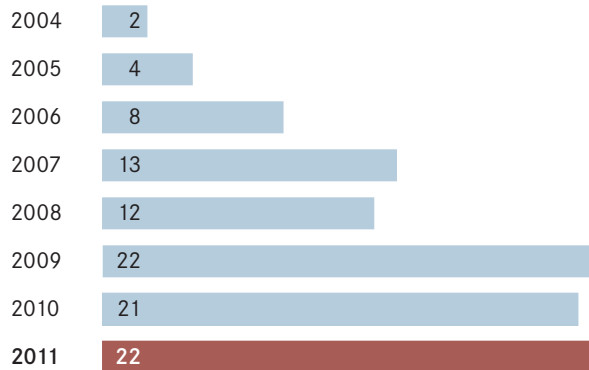
## Nachwuchs geht in Führung

Eine Top-Chance für junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bieten die Helmholtz-Nachwuchsgruppen. Erfolgreiche Bewerber leiten schon wenige Jahre nach ihrer Promotion eigene Arbeitsgruppen und qualifizieren sich zugleich für eine Universitätskarriere. Dies bedeutet frühe wissenschaftliche Selbstständigkeit und die Option auf ein unbefristetes Arbeitsverhältnis nach erfolgreicher Evaluation – in Deutschland einmalige Bedingungen. Die jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler erhalten für fünf Jahre eine Förderung von bis zu 250 000 Euro jährlich. 2011 bewarben sich Helmholtz-weit 226 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus dem In- und Ausland um diese attraktiven Positionen, davon etwa ein Drittel Frauen. In der Endrunde des mehrstufigen Verfahrens konnten zehn Frauen und neun Männer die international und interdisziplinär besetzte Jury von ihrem Forschungsvorhaben überzeugen und auch davon, dass sie die nötigen Führungsqualitäten zur Leitung eines Forscherteams besitzen. Erstmals seit Beginn des Programms beträgt der Frauenanteil damit über 50 Prozent.

Drei der neuen HGF-Nachwuchsgruppen arbeiten in Jülich, zwei davon werden von Frauen geleitet. In der Arbeitsgruppe von Dr. Dörte Rother zum Thema „Modular Synthetic Enzyme Cascades“ arbeiten Biologen, Chemiker und

### ● Anzahl Nachwuchsgruppen in Jülich von 2004–2011

Die Zahlen umfassen Helmholtz-Nachwuchsgruppen, Jülicher Nachwuchsgruppen, 2 DFG-Nachwuchsgruppen und 1 BMBF-Nachwuchsgruppe



Anmerkung: 2010 gab es eine, 2011 zwei Absagen nach erfolgreicher Begutachtung

Ingenieure am Institut für Bio- und Geowissenschaften daran, aus synthetischen, hintereinandergeschalteten Enzymen Grundbausteine beispielsweise für Arzneimittel zu entwickeln – aus erneuerbaren Ressourcen und energiesparend.

Das Team von Dr. Martina Müller zum Thema „Oxide Spintronics Laboratory“ erforscht Materialien für die Datenverarbeitung und -speicherung. Die Nachwuchsgruppe am Jülicher Peter Grünberg Institut erkundet die Eigenschaften von magnetischen und ferroelektrischen Oxiden, um sie für neuartige elektronische Bauteile zu nutzen.

Dr. Evgeny Alekseev baut am Jülicher Institut für Energie- und Klimaforschung

die Nachwuchsgruppe „Actinide Solid State Chemistry – A Direct Link from Fundamental Science to the Safe Management of High-Level Nuclear Waste“ auf. Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeiten sollen die wissenschaftliche Basis für die Entsorgung nuklearer Abfälle verbreitern.

Eine weitere neue Nachwuchsgruppe in Jülich wird von Dr. Nicole Helbig geleitet. Seit August 2011 finanziert die DFG ihre Arbeit am Peter Grünberg Institut zum Thema „Ab initio description of double and charge transfer excitations: from solvable models to complex systems“ im Emmy-Noether-Programm.

*Nachwuchsgruppenleiter Dr. Evgeny Alekseev erforscht den sicheren Umgang mit nuklearen Abfällen.*

*Dr. Martina Müller leitet die Nachwuchsgruppe „Oxide Spintronics Laboratory“, die neue Materialien für die Datenverarbeitung untersucht.*

*Die von Dr. Dörte Rother geleitete Nachwuchsgruppe „Modular Synthetic Enzyme Cascades“ entwickelt Bausteine beispielsweise für Medikamente.*





## HITEC – Graduiertenschule für Energie- und Klimaforschung

Die Energieversorgung und ihre Auswirkungen auf den Klimawandel – das sind zentrale Probleme der Gegenwart. Hervorragend qualifizierte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler werden gebraucht, um die damit verbundenen Herausforderungen zu bewältigen. Ziel der Helmholtz-Graduiertenschule HITEC (kurz für „Helmholtz Interdisciplinary Doctoral Training in Energy and Climate“) ist es, rund 225 Doktorandinnen und Doktoranden zu hochqualifizierten Energie- und Klima-Expertinnen und -Experten auszubilden. Das Forschungszentrum Jülich erhält dafür gemeinsam mit fünf Partneruniversitäten über sechs Jahre insgesamt 2,4 Millionen Euro aus

Mitteln der Helmholtz-Gemeinschaft. Wissenschaftler aus neun Fakultäten und aus dem Institut für Energie- und Klimaforschung (IEK) des Forschungszentrums beteiligen sich daran. „Mit einem spezifischen Ausbildungsprogramm soll den Doktorandinnen und Doktoranden über die disziplinäre Detailkenntnis hinaus die Möglichkeit gegeben werden, ihren fachlichen und methodischen Hintergrund zu erweitern, die Position der eigenen Forschung im internationalen Raum einzuordnen, Themen interdisziplinär zu bearbeiten und über ein Netzwerk aus ähnlich ausgebildeten Wissenschaftlern zu verfügen“, sagt der Sprecher von HITEC, Prof. Uwe Rau vom IEK.



*Gut vernetzt: Maurice Nuys – Doktorand der Helmholtz-Graduiertenschule HITEC*

## GRS – Simulieren für Morgen

Die nächste Generation von Wissenschaftlern und Ingenieuren in den Anwendungen und Methoden der Computersimulation auszubilden, ist das Ziel der German Research School for Simulation Sciences (GRS). Computersimulationen sind neben Theorie und Experiment die dritte Säule der Naturwissenschaften. Der Bedarf an Experten in diesem expandierenden Feld wächst. Als gemeinsame Einrichtung der RWTH

Aachen und des Forschungszentrums Jülich bündelt die GRS die spezifischen Stärken beider Partner in den Natur- und Ingenieurwissenschaften sowie im Supercomputing. Sie bietet einen internationalen, interdisziplinären, englischsprachigen Masterstudiengang für Absolventen der Ingenieurwissenschaften, der Naturwissenschaften, der Mathematik oder der Informatik an sowie die Möglichkeit zur Promotion.

Seit der Akkreditierung im Wintersemester 2009/2010 ist die GRS stetig gewachsen. Zum Wintersemester 2011/2012 gab es für den Masterstudiengang 140 Bewerbungen aus aller Welt, 20 Erstsemester nahmen das Studium auf. Ende 2011 waren 36 Doktoranden an der GRS tätig. Eine unabhängige internationale Evaluation wurde im Herbst 2011 erfolgreich abgeschlossen. [www.grs-sim.de](http://www.grs-sim.de)

*Zukünftige Experten auf dem Gebiet der Simulation mit Hochleistungsrechnern.*



### ● GRS in Zahlen

Lehrstühle	4
Mitarbeiter	60
erfolgreiche Drittmittelanträge	13
über insgesamt 2,1 Millionen Euro	68
begutachtete Publikationen	

● Beteiligung des Forschungszentrums Jülich an strukturierter Doktorandenausbildung mit Partneruniversitäten

Federführende Einrichtung	Graduiertenschule/-kolleg	Kooperation/Förderung	Weitere Informationen
Aachen	<b>Aachen Institute for Advanced Study in Computational Engineering Science AICES, Graduiertenschule aus der Exzellenzinitiative</b>	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>
	Resistiv schaltende Chalkogenide für zukünftige Elektronikanwendungen: Struktur, Kinetik und Bauelementskalierung – Nanoswitches	RWTH Aachen, ACCESS e.V., DFG	
Bonn	<b>Bonn-Cologne Graduate School of Physics and Astronomy, Graduiertenschule aus der Exzellenzinitiative</b>	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 Altersprävention	Düsseldorf, DFG	<a href="http://www.grk1033.uni-duesseldorf.de">www.grk1033.uni-duesseldorf.de</a>
Forschungszentrum Jülich	Helmholtz-Kolleg BioSoft	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. AICES und die Bonn-Cologne Graduate School sind als Graduiertenschulen eine Förderlinie der Exzellenzinitiative, HITEC ist eine Helmholtz-Graduiertenschule.



# Wissen weltweit – die Highlights des Jahres 2011

Die zunehmende Internationalisierung und Vernetzung des Forschungszentrums Jülich mit Partnern in aller Welt ist Voraussetzung für weltweit anerkannte Spitzenleistungen. Das Forschungszentrum Jülich übernimmt eine führende Rolle bei der Gestaltung von internationalen Forschungsverbünden und strategischen Partnerschaften.



## USA



Das Jülich Supercomputing Centre (JSC) beteiligt sich am Aufbau des Extreme Science and Engineering Discovery Environment (XSEDE), das im Juli 2011 startete und von der US-amerikanischen National Science Foundation (NSF) mit 121 Millionen Dollar gefördert wird. XSEDE ist ein Verbund amerikanischer Rechenzentren, der einen möglichst einfachen Zugang zu Rechenzeit auf Superrechnern für Simulationen ermöglicht. Das Forschungszentrum Jülich ist als einzige außeramerikanische Einrichtung an XSEDE beteiligt. Es wird die Zugangssoftware UNICORE für das Projekt zur Verfügung stellen und an die Anforderungen der Benutzer und Rechenzentren anpassen.  
[www.unicore.eu](http://www.unicore.eu)

## Niederlande

Im Oktober wurde die Antennenstation LOFAR DE605 angrenzend zum Forschungszentrum Jülich eröffnet. Sie ist Bestandteil des digitalen Radioteleskops LOFAR (Low Frequency Array), des ersten Radioteleskops einer neuen Generation, das aus verteilten Antennenfeldern besteht. Entwickelt vom niederländischen Institut ASTRON ist LOFAR mit 36 Stationen in den Niederlanden, fünf in Deutschland und drei weiteren in Europa die größte vernetzte Teleskopanlage der Welt.

## Russland

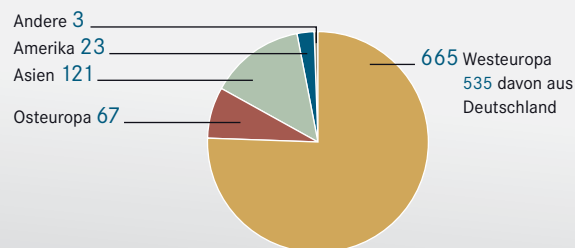
Zu einem Workshop mit dem Titel „Future Trends in Nanoelectronics“ trafen sich im Juni 2011 russische und deutsche Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in Jülich. Der Workshop stand im Zeichen des deutsch-russischen Wissenschaftsjahres. Ziel war es, die bestehende Zusammenarbeit zu stärken und den Aufbau eines deutsch-russischen Forschungsnetzwerks im Bereich Nanoelektronik zu fördern. Besonderes Augenmerk lag auf den Beiträgen von Nachwuchswissenschaftlern und Studierenden.

## Gastwissenschaftler

● 2011

Gesamt 872

Anzahl Länder 40



## China

Im Januar 2011 besuchten der Vorstandsvorsitzende Prof. Achim Bachem und Prof. Thomas Lippert vom Jülich Supercomputing Centre (JSC) das National Supercomputing Center in Tianjing und vereinbarten eine Zusammenarbeit; im Oktober fand ein Workshop mit dem Computer Network Information Center in Beijing statt, bei dem ein Kooperationsvertrag unterzeichnet und eine trilaterale Zusammenarbeit mit dem US-amerikanischen National Center for Supercomputing Applications der University Illinois beschlossen wurde. Gemeinsam mit der RWTH Aachen veranstaltete das Forschungszentrum Jülich den Workshop „Processes in the Yangtze River System – Experiences and Perspectives“. Dabei diskutierten die chinesischen und deutschen Partner des Forschungsverbunds Yangtze-HYDRO den Stand ihrer Arbeiten zu ökologischen Folgen des Drei-Schluchten-Staudamms.

## Nahost



Eine Jülicher Delegation nahm am ersten Deutsch-Palästinensischen Kooperationsworkshop teil, den das Bundesministerium für Bildung und Forschung gemeinsam mit dem palästinensischen Ministerium für Bildung und Forschung in Ramallah veranstaltete. Als erstes konkretes Ergebnis nahmen neun palästinensische Stipendiaten und Stipendiatinnen an der 43. IFF-Ferischule „Scattering Methods for Condensed Matter Research: Towards Novel Applications at Future Sources“ teil. Im Rahmen eines Deutsch-Israelischen Forums zur Forschungsk Kooperation, das die Bundesbildungsministerin Prof. Annette Schavan zusammen mit ihrem israelischen Kollegen Prof. Daniel Herszkowitz in Aachen ausrichtete, besuchte der israelische Forschungsminister im Juni das Forschungszentrum Jülich.

# Internationale Kooperationen für Nachhaltigkeit

## **LABEX – deutsch-brasilianische Zusammenarbeit in der Bioökonomie |**

Die größte brasilianische Agrarforschungsgesellschaft Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) baut auf dem Gelände des Forschungszentrums Jülich das Labor LABEX auf – eine Plattform zur nachhaltigen Pflanzen- und Agrarforschung. Brasilianische Wissenschaftler kooperieren hier mit deutschen Forschungseinrichtungen, den Wissenschaftlern des Forschungszentrums und des Bioeconomy Science Centers (BioSC). Ziel ist die Steigerung der Erträge und der Qualität von Agrarprodukten bei gleichzeitiger Schonung der natürlichen Ressourcen.

## **EUCAARI – Atmosphärenforschung für den Klimaschutz |**

Der abkühlende Effekt von Aerosolen – Schwebeteilchen – in der Atmosphäre wird bis zum Jahr 2030 stark schwinden. Dies ist unter anderem die Folge von Luftreinhaltemaßnahmen. Außerdem können Wälder bei steigenden Temperaturen ihr Potenzial verlieren, klimakühlend zu wirken: Das sind wesentliche Ergebnisse des im Frühjahr 2012 abgeschlossenen Projekts EUCAARI (European Integrated Project on Aerosol Cloud Climate Air Quality Interactions), an dem Jülicher Wissenschaftler des Instituts für Energie- und Klimaforschung beteiligt waren. EUCAARI war das bislang größte europäische Projekt zur Erforschung von Aerosolen. 48 Forschungsinstitute aus 24 Ländern arbeiteten mit an dem 15-Millionen-Euro-Projekt.

## **Fast Track – EU-Projekt für Stapelsolarzellen der nächsten Generation |**

Dünnschichtsolarmodule sind eine kostengünstige und flexibel einsetzbare Alternative zu Solarzellen aus kristallinem Silizium. Um diese Technologie zu optimieren, haben sich 18 führende Industrie- und Forschungspartner im EU-Projekt „Fast Track“ zusammengeschlossen. Darin bündeln führende Vertreter aus Forschung und Industrie ihre Kompetenzen, um die besten Komponenten zusammenzuführen. In den nächsten drei Jahren soll so ein marktreifer Prototyp mit einem Wirkungsgrad von 12 Prozent entstehen. Das Vorhaben wird vom Forschungszentrum Jülich koordiniert und mit insgesamt 9,3 Millionen Euro von der EU gefördert.

## **Helmholtz und NREL – gemeinsame Solarenergieforschung |**

Im Juni 2011 haben die Helmholtz-Gemeinschaft (HGF) und das National Renewable Energy Laboratory, USA, eine engere Zusammenarbeit in der Solarenergieforschung vereinbart, um Forschungslücken zu schließen und die Technologieentwicklung zu beschleunigen. Ziel sind rasche Fortschritte auf den Gebieten der Photovoltaik und der Solarthermie, beispielsweise mit nanostrukturierten Materialien und neuartigen Modularchitekturen. Aus der HGF sind das Forschungszentrum Jülich, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt und das Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie beteiligt. Am Forschungszentrum Jülich werden vor allem neue Dünnschichtmaterialien für Solarzellen untersucht.

## **Netzwerk gegen Umweltprobleme im Mittelmeerraum |**

Das französische Forschungskonsortium SICMED und das deutsche Netzwerk von Umwelt-Observatorien TERENO-MED haben vereinbart, gemeinsam Strategien für eine nachhaltige Entwicklung der Mittelmeerregion zu entwickeln. Diese wird besonders stark von den Auswirkungen des Klimawandels, zum Beispiel durch Dürren und Wasserknappheit, betroffen sein. Französische und deutsche Wissenschaftler wollen gemeinsam Lösungen für die Anpassung an den globalen Wandel entwickeln und gemeinsame Untersuchungsstandorte aufbauen. Geleitet wird TERENO-MED durch das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung Leipzig-Halle in Kooperation mit dem Forschungszentrum Jülich.

[www.tereno.net](http://www.tereno.net)

*Jülicher Dünnschichtsolarmodul: Dieser Zelltyp ist eine kostengünstige und flexibel einsetzbare Alternative zu traditionellen Solarzellen aus kristallinem Silizium. Das Silizium wird nur in einer etwa einen Mikrometer dicken Schicht auf ein Trägermaterial aufgetragen und muss nicht aufwendig aus teuren Wafern herausgeschnitten werden.*



# 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 EU

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

Titel	Förderer	Vertragsvolumen Jülich
MEM-BRAIN	HGF	11 085 000 €
Mitwirkung an der Re-Design-Phase der ESS von den Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft	BMBF	8 989 980 €
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 €
Großflächiger Lichteinfang in der Silizium-basierten Dünnschichtsolarzellen-Technologie (LIST) TP: Optische Funktionsschichten und transparente Kontakte	BMU	1 956 628 €
DEvice & Clrcuit performance boosted through Sllicon material Fabrication (DECISIF)	BMBF	1 598 921 €
Neue Absorbermaterialien für Dünnschichtsolarzellen mit Nanopartikeln aus unbegrenzt verfügbaren Materialien (Innovationsallianz Photovoltaik) (NADNuM)	BMBF	1 320 731 €
Corynebacterium: Verbesserung von Flexibilität und Fitness für die industrielle Produktion (FlexFit)	BMBF	1 257 056 €
Virtuelles Institut Inverse Modelling of Terrestrial Systems (INVEST)	HGF	885 000 €
Biodosimetrie: Ein systembiologischer Ansatz für die Strahlenbiodosimetrie und die Analyse individueller Strahlensensitivität, Förderinitiative Kompetenzverbund Strahlenforschung, Kompetenzerhalt in der Strahlenforschung	BMBF	686 460 €
Systembiologische Charakterisierung des Energiehaushalts von Corynebacterium glutamicum (SysEnCor)	BMBF	545 653 €
Leben mit unerwünschten Mitbewohnern: Pflanzliche und tierische Antwort auf bakterielle Invasion – Teilprojekt 1 (ERA-NET ERASysBio+)	BMBF	544 932 €
Verbundprojekt: Optimierung des Light-Managements in Dünnschicht-Solarzellen durch Plasmoneneffekte in Nanostrukturen, Teilvorhaben: Modellierung und Implementierung von Plasmoneneffekten in Silizium-Dünnschicht-Solarzellen (SunPlas)	BMBF	491 040 €
Development of a high-energy electron cooler for hadron physics experiments at COSY and HESR HRJRG – Helmholtz-Russia Joint Research Group (IVF)	HGF	359 760 €
Indo-German Partnership: Vermittlung von Trockenstress-Toleranz durch heterologe Übertragung von Schutzmechanismen von Pflanzen aus extremen Höhenlagen	BMBF	307 678 €
Netzintegration von elektrifizierten Antriebssystemen in bestehende und zukünftige Energieversorgungsstrukturen (NET-ELAN)	BMWi	305 804 €



*Dieses Gerät wird im Projekt MEM-BRAIN genutzt, um zu messen, wie durchlässig eine Keramikmembran für Sauerstoff ist.*

● Sonderforschungsbereiche mit Jülicher Beteiligung

2003	11
2004	14
2005	12
2006	14
2007	10
2008	18
2009	15
2010	12
2011	13

● Nationale Kooperationsprojekte 2011 mit einer Fördersumme über 2 Millionen Euro

Titel	Förderer	Vertragsvolumen Jülich
Aufbau eines Petaflop-Rechners, Landesförderung	MWMTV	44 200 000 €
Aufbau eines Petaflop-Rechners, Förderung über Gauss Centre	BMBF	42 423 000 €
Ausbau eines Petaflop-Rechners, Landesförderung	MWMTV	16 000 000 €
Entwicklung und Test von Prototyp-Komponenten für ITER im Forschungszentrum Jülich	BMBF	11 659 446 €
Kompetenzverbund Nord (KVN); Steigerung der Kompetenz in der Elektrochemie für die Elektromobilität	BMBF	11 331 100 €
HGF-Allianz MEM-Brain (MEM-BRANE)	HGF	11 085 000 €
Plattform zur translationalen neurologischen Forschung auf Basis eines kombinierten Ultrahochfeld-Magnetresonanz-Positronenemissionstomografen (Entwicklung eines 9,4 Tesla/PET-Hybridsystemes)	BMBF	9 900 000 €
Mitwirkung an der Re-Design-Phase der ESS von den Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft	BMBF	8 989 980 €
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 €
Siliziumbasierte nanostrukturierte Dünnschichtmaterialien als innovative funktionale Elemente für Solarzellen der nächsten Generation (SINOVA); TP: Ultrahochauflösende Untersuchungen nanostrukturierter Dünnschichtmaterialien (PICO-SRT)	BMBF	2 499 037 €
HITEC Helmholtz Interdisciplinary Training in Energy and Climate (Graduiertenschule)	HGF	2 400 000 €
Nanostrukturierte, metallgetragene Keramikmembranen für die Gastrennung in fossilen Kraftwerken (Nano-structured Ceramic and Metal Supported Membranes for Gas Separation); METPORE II	BMWi	2 029 906 €

2011 war das Forschungszentrum Jülich an 233 national geförderten Projekten beteiligt, davon 213 mit mehreren Partnern. 13 Verbünde wurden vom Forschungszentrum Jülich koordiniert.

## Internationale Kooperationen EU

### ● Von Jülich koordinierte EU-Projekte\*

18 EU-Projekte wurden 2011 vom Forschungszentrum Jülich koordiniert.

Akronym	Projekttitel	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 Oxygene 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	2 878 624 €
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	2 878 624 €
DEEP	Dynamical Exascale Entry 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 €

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



- EU-geförderte Projekte mit Jülicher Beteiligung – Förder-summe über 1 Million Euro\*

Titel	Vertrags-volumen 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	1 615 853 €
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 42/8.4b/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	4 402 918 €
DEISA2	1 045 000 €

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

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

EU-Programm	Zahl der be-willigten Projekte	EU-Förder-summe (in Tausend Euro)
Health	2	155
Food, Agriculture and Biotechnology	7	1 427
Information and Communication Technologies	13	5 070
Nano, Materials and Production	14	8 082
Energy	13	4 920
Environment	7	4 127
Space	2	1 010
Euratom (including Intra-European Training Fellowships (EIF))	11	3 294
Research Infrastructures	29	27 103
ERC	2	2 092
Marie Curie (Host Driven-Action)	5	2 545
Miscellaneous in FRP 7 (Era-net, INTAS, etc )	22	6 486
<b>FRP 7 gesamt</b>	<b>127</b>	<b>66 311</b>

*Der Erdgas-Sauerstoff-Brenner eines Teststands, der in Jülich für den Triebwerkshersteller Rolls-Royce entwickelt wurde, um Gasturbinen-Bauteile von Flugtriebwerken auf ihre Langlebigkeit zu überprüfen.*



## Industriekooperationen

### ● Wichtige Industriekooperationen des Forschungszentrums Jülich 2011 (Beispiele)

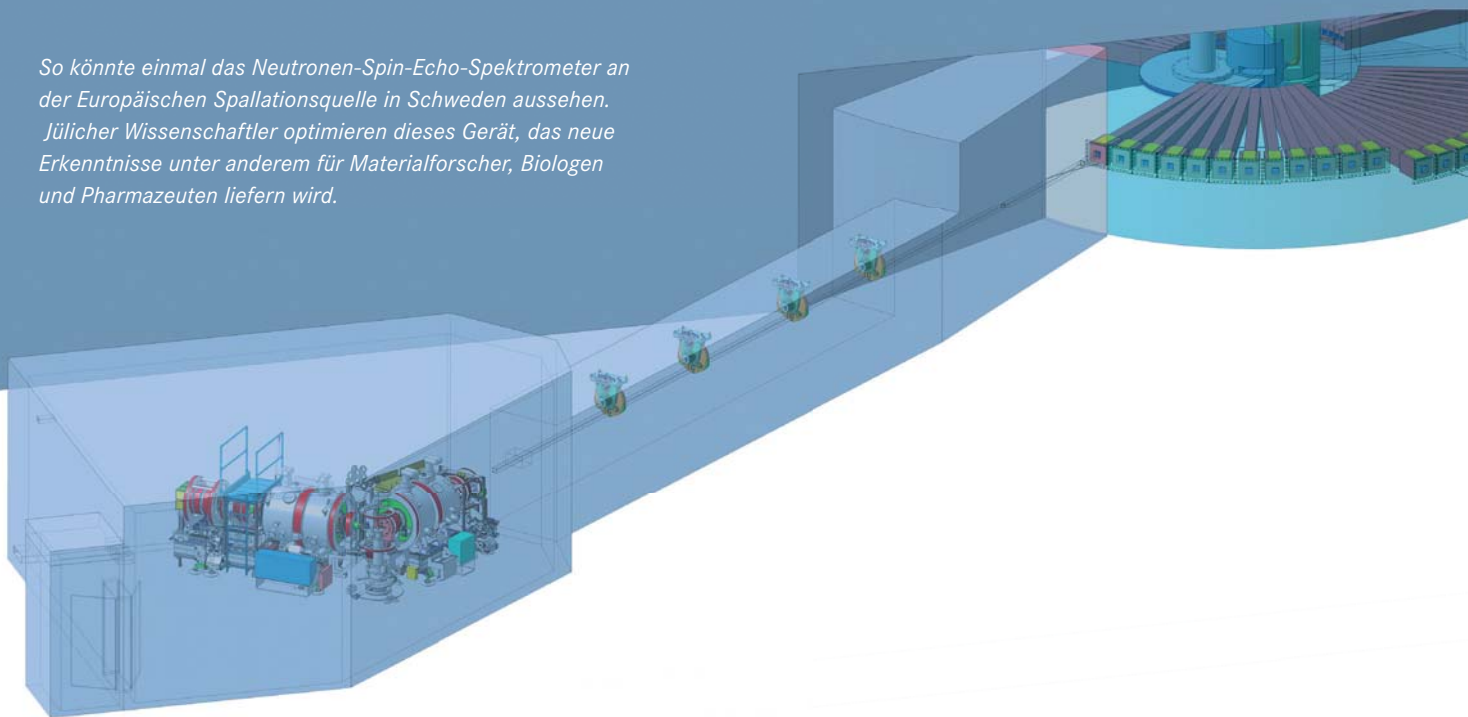
Projekt	Industriepartner
NorChlor-Fluor-HomoEpiBatidin (NCFHEB) - ein potenzieller Positronenemissionstomografie-(PET)-Marker der frühen Alzheimer-Demenz (TP4)	ABX advanced biochemical compounds
Skalierbare HPC Lösungen zur effizienten Genomanalyse (NGSgoesHPC)	ATLAS Biolabs und Bull
Intelligentes Sensor- und Kommunikationsnetzwerk für den Bahnverkehr (iRIN)	Bauer + Kirch und Deuta-Werke und Scheidt & Bachmann (S&B) und Westmontage Kabel und Netzwerk
Innovationsallianz Photovoltaik	Bosch und ersol Thin Film
Metallgestützter SOFC-Leichtbaustack für die Bordstromversorgung in Nutzfahrzeugen; MetAPU	Elring Klinger und Plansee
Synthetische Biologie: Optimierung von Produktionsstämmen am Beispiel der Genomreduktion von <i>Corynebacterium glutanicum</i>	Evonic und Insilico Biotechnology
Ab-Initio Entwicklung neuer Kathodenmaterialien	H.C. Starck Ceramics
Biotechnische Wege zu funktionellen Polymer- und Oligomerprodukten: Herstellung von adhäsiven Peptiden	Henkel und Artes
Exascale Innovationcenter (EIC)	IBM
Exacluster Lab mit INTEL und PARTEC – Jülich Open Innovation Lab for Cluster Supercomputing Design and Evaluation	Intel und Partec
Innovationsallianz Photovoltaik	Leybold Optics und LayTec
Großflächiger Lichteinfang in der Silizium-basierten Dünnschichtsolarzellen-Technologie; Entwicklung von neuen Laserablationsprozessen für effizienz-optimierte Dünnschichtsolarmodule	Malibu und LIMO Lissotschenko Mikrooptik und EdgeWave
Robuste Modelle zur verbesserten Werkstoffausnutzung für aktuelle Turbinenschaufelwerkstoffe II (RoMoTurb II)	MTU Aero Engines GmbH
Beschichtungen, Thermal cycling	Rolls-Royce
9,4 Tesla MRT/PET Hybridsystem für die Hirnforschung; Neutron Imaging – Radiographie mittels schneller Neutronen – Robuste Modelle zur verbesserten Werkstoffausnutzung für aktuelle Turbinenschaufelwerkstoffe II (RoMoTurb II)	Siemens

### ● Anzahl Industriekooperationen

Jahr	natio-nal	inter-natio-nal	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

\* 2008 wegen Wechsel des Erfassungssystems nicht dargestellt

*So könnte einmal das Neutronen-Spin-Echo-Spektrometer an der Europäischen Spallationsquelle in Schweden aussehen. Jülicher Wissenschaftler optimieren dieses Gerät, das neue Erkenntnisse unter anderem für Materialforscher, Biologen und Pharmazeuten liefern wird.*



## ESS Projekt – Kompetenz für den großen Entwurf

Ein Neutronen-Spin-Echo-Spektrometer kann Bewegungen – selbst sehr langsame – beispielsweise in Proteinen sichtbar machen. Proteine – lange und vielfach gefaltete Moleküle – sind an fast allen Lebensvorgängen beteiligt. Das Gerät mit dem komplizierten Namen ermöglicht Biologen und Pharmazeuten also neue Einblicke in die Funktion von Proteinen. Daneben werden auch Materialforscher von der weltweit leistungsfähigsten Version eines solchen Gerätes profitieren, das an der Europäischen Spallationsquelle (ESS) im schwedischen Lund stehen wird. Die ESS ist ein Gemeinschaftsprojekt von 17 europäischen Ländern und wird ab 2019 intensive Pulse von Neutronen liefern. Als ungeladene Bestandteile von Atomkernen sind diese Teilchen ideale Kandidaten für die Strukturen und Vorgänge in der Materie.

Neutronen-Spin-Echo-Spektrometer haben unter anderem geholfen, die Bewegung langkettiger Moleküle in Kunststoffen zu erforschen. Eines der Geräte steht – betrieben vom Jülicher Centre for Neutron Science (JCNS) – am FRM-II

Forschungsreaktor in Garching, ein anderes an der derzeit noch weltweit stärksten Spallationsquelle, der SNS im US-amerikanischen Oak Ridge. Es wurde in Jülich gebaut und ist das einzige unter den 14 Instrumenten an der SNS, das von einer europäischen Einrichtung, dem JCNS, betreut wird. „Know-how und Erfahrungen bringen wir nun ein, um ein Spin-Echo-Spektrometer zu entwickeln, das perfekt zur ESS passt“, sagt Dr. Andreas Wischnewski, Leiter der Abteilung ESS-Instrumentierung im JCNS. Die Erfahrungen an der SNS zeigen den Wissenschaftlern den Weg zu einem innovativen Instrumentenkonzept mit einem speziell gestalteten Magnetfeld, das durch supraleitende Spulen erzeugt wird. Darüber hinaus sind Anpassungen nötig, weil die Neutronenpulse der ESS andere Eigenschaften aufweisen werden als die Pulse der SNS.

### Pläne verbessern

Neben dem Neutronen-Spin-Echo-Spektrometer optimiert das JCNS weitere Instrumente und Komponenten. Außerdem sind in Jülich die Zentralins-

titute für Technologie (ZAT) und Elektronik (ZEL) damit beschäftigt, während der sogenannten Design-Update-Phase bis 2013 die Pläne für zentrale Bestandteile der ESS zu verbessern. Aufeinander abgestimmt werden die Jülicher Beiträge dabei vom 2011 gegründeten ESS-Kompetenzzentrum, das ebenfalls von Wischnewski geleitet wird. Das entsprechende deutsche Verbundprojekt wird vom Bundesforschungsministerium (BMBF) mit insgesamt 15 Millionen Euro gefördert. Daran beteiligt sind neben Jülich die Helmholtz-Zentren in Berlin, Geesthacht und Dresden, das Karlsruher Institut für Technologie, das Deutsche Elektronen-Synchrotron sowie die TU München. Als Koordinator für den gesamten deutschen Beitrag zur ESS hat das BMBF das Jülicher Vorstandsmitglied Prof. Sebastian M. Schmidt bestellt, der ebenfalls Mitglied im ESS-Aufsichtsrat ist.





# Nach dem Vorbild der Natur – selbstheilende Materialien

Bei Pflanzen, Tieren und Menschen heilen viele Wunden ganz von selbst: Ein Riss in der Borke oder eine Hautverletzung schließen sich, sogar gebrochene Knochen wachsen wieder zusammen. Bei Stahl, Beton und Kunststoffen dagegen werden Schäden mit der Zeit nur größer. Also müssen Maschinen und Gebäude regelmäßig instand gehalten werden, besonders beanspruchte Maschinenteile werden von vornherein verstärkt. Das kostet Material und Energie.

Jülicher Wissenschaftler nehmen sich daher die Natur zum Vorbild. Ihr Ziel sind Werkstoffe, die mikroskopische Risse und andere Defekte eigenständig reparieren können. Um solche selbstheilenden Materialien zu entwickeln, ko-operieren die Jülicher Forscher vom Jülich Centre for Neutron Science (JCNS) im Schwerpunktprogramm der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) „Design and Generic Principles of Self-healing Materials“ in zwölf Projekten mit Forschergruppen aus Deutschland und den Niederlanden. Das Schwerpunktprogramm, das von der Universität Jena koordiniert wird, startete im Oktober 2011 und wird von der DFG für zunächst drei Jahre mit mehr als 5 Millionen Euro gefördert.

## Immer neu verknüpft

Das JCNS-Team, Dr. Ana Bras, Dr. Wim Pyckhout-Hintzen und Dr. Andreas Wischnewski, arbeitet an selbstheilenden Polymeren – Kunststoffen aus langen Molekülketten. Die Forscher entwickeln Mechanismen, die Defekte im Material selbsttätig auf molekularer Ebene ausbessern. Dafür variieren sie die reaktiven Endgruppen der Mono-

mere, also der Bausteine, aus denen die Ketten bestehen, und beeinflussen so deren Bindungseigenschaften.

Um solche Selbstheilungsprozesse auf mikroskopischer Ebene zu verstehen, ist die Neutronenstreuung eine unentbehrliche Methode. Die Wellenlänge und Energie der Neutronen machen sie zu einer idealen Sonde für diese Untersuchungen. Mit Hilfe von verschiedenen Neutronenstreuexperimenten lassen sich Struktur und Dynamik von Wasserstoffbrückenbindungen in Polymeren analysieren.

Diese sind von entscheidender Bedeutung für die Fähigkeit des Materials, Risse selbsttätig zu schließen. Die kettenförmigen Moleküle haften über mehrere Wasserstoffbrücken lose aneinander. „Diese Bindungen können sich trennen und neu zusammenfügen“, erläutert Ana Bras. „Sie bilden ein Netzwerk. Wenn es zerreißt, kann es sich immer wieder neu knüpfen.“ Das ist ein entscheidender Vorteil gegenüber bereits existierenden selbstheilenden Produkten, wie etwa dem „unplattbaren“ Fahrradreifen, bei dem sich ein Loch mit einer viskosen Substanz verschließt. Das funktioniert an einer Stelle nur genau einmal. Die Jülicher Wissenschaftler dagegen arbeiten an Materialien, die uneingeschränkt immer wieder neu zusammenwachsen können. Damit es eines Tages heißen kann: Ein Kratzer im Lack? Ein Riss in der Dichtung? Nicht so schlimm, das heilt bald wieder.

*Vorbild für die Technik: Wundgewebe hat die Verletzung der Baumrinde verschlossen.*

# Die Jülich Aachen Research Alliance (JARA)

Das Forschungszentrum Jülich und die RWTH Aachen haben 2007 mit der Jülich Aachen Research Alliance, kurz JARA, eine der größten Forschungsallianzen Europas geschaffen. Inzwischen gilt sie als ein Modell für die Zusammenarbeit von Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen in Deutschland.

Die Kooperation konzentriert sich auf die wissenschaftlichen Bereiche, in denen bereits eine außerordentliche Zusammenarbeit bestand und die auch nach internationalen Maßstäben exzellentes Niveau erreichen. Aktuell arbeiten über 4 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den vier Sektionen

- JARA-BRAIN (Translational Brain Medicine)
- JARA-FIT (Fundamentals of Future Information Technology)
- JARA-HPC (High-Performance Computing)
- JARA-ENERGY

## ● Ausgewählte Projekte 2011:

**JARA-FIT** | Der Sonderforschungsbereich 917 „Resistiv schaltende Chalkogenide für zukünftige Elektronikanwendungen: Struktur, Kinetik und Bauelementskalierung – Nanoswitches“ wurde zum 1.7.2011 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) bewilligt.

**JARA-BRAIN und JARA-HPC** | Der gemeinsame Antrag „The Human Brain Project“ zur Simulation des menschl-

ichen Gehirns kam als einer von sechs Vorhaben in die Endauswahl der EU als European FET Flagship. Die Gewinner erhalten für mindestens zehn Jahre bis zu einer Milliarde Euro.

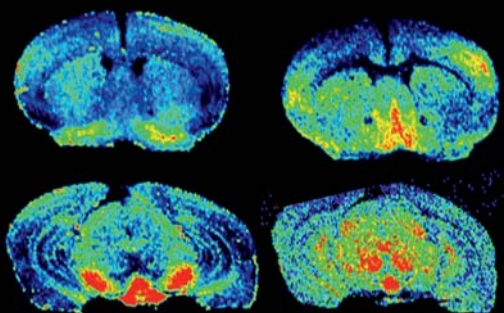
**JARA-ENERGY** | Die Sektion gründete die Forschergruppe FOR 1779 zur Erforschung von Energieeinsparungs-Potenzialen im Luftverkehr, die von der DFG gefördert wird.

**JARA-BRAIN** | Gemeinsam mit der University of Pennsylvania School of Engineering and Applied Science wurde 2011 die erste Young Researchers Transatlantic Academy (YRTA) zum Thema „Gehirn“ an der University of Pennsylvania ausgerichtet. Die YRTA dient dem internationalen Austausch zwischen Doktoranden und wird 2012 fortgesetzt.

*Bei Demenz, Alzheimer, Hepatitis und Tumorerkrankungen ändert sich die Verteilung von Metallionen und metallhaltigen Eiweißen im Gewebe. Mit Massenspektrometrie und Imaging lassen sich geringste Änderungen der Metallverteilungen beobachten. Jülicher und Aachener Wissenschaftler erhielten rund 900 000 Euro Fördergelder von der DFG, um die Technologie weiterzuentwickeln und diese Erkrankungen an Gewebe von Patienten und Tiermodellen zu untersuchen. Die Aufnahmen zeigen den Nachweis verschiedener Metalle im Gehirn von genetisch veränderten Mäusen, die als Modelle für neurodegenerative Erkrankungen beim Menschen dienen.*

Eisen

Mangan



## ● JARA-Finzen 2011

Budget **500 Millionen** Euro

Investitionssumme **60 Millionen** Euro

Mittel aus Exzellenzinitiative

**12,6 Millionen** Euro

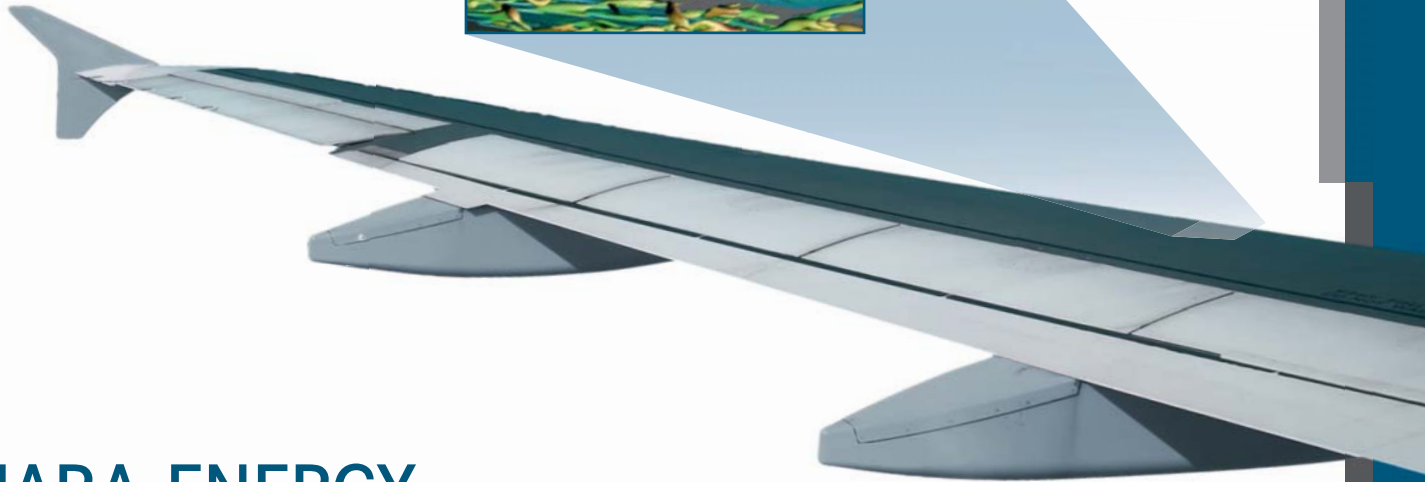
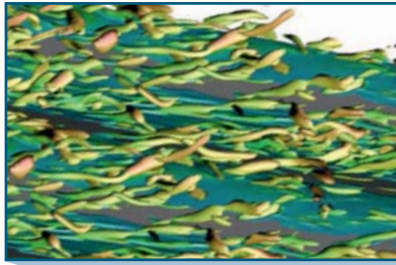
- Die Anzahl der gemeinsamen W-Berufungen zwischen RWTH Aachen und Forschungszentrum hat sich zwischen 2006 und 2011 von 11 auf **36** erhöht.

- 2011 veröffentlichten alle JARA-Institute zusammen **1 520** referierte Publikationen.

Dabei konnte die Anzahl der gemeinsamen Veröffentlichungen von 454 im Jahr 2010 auf **479** in 2011 gesteigert werden.



*Wirbelstrukturen (rechts) unmittelbar über einer Platte, deren Oberfläche sich quer zur anströmenden Luft verformt. Das Prinzip der aktiven Verformung wollen JARA-Forscher auf Tragflächen übertragen.*



## JARA-ENERGY

# Mit aktiven Tragflächen Energie sparen

Kraftstoff sparen ist im Flugverkehr genauso angesagt wie im Straßenverkehr – nicht nur aus wirtschaftlichen Gründen: Es gilt, knappe Ressourcen und zugleich das Klima zu schonen. Forscher der Sektion ENERGY der Jülich Aachen Research Alliance (JARA) arbeiten daran, den Reibungswiderstand von Flugzeugen zu verringern und damit deren Kerosinverbrauch zu senken.

**E**ntscheidend für die Größe des Reibungswiderstandes ist, dass während des Flugs die Luft an den Tragflächen verwirbelt – Fachleute sprechen von einer turbulenten Strömung. Der Strömungswiderstand lässt sich mit Hilfe von speziellen Strukturen auf der Oberfläche der Tragflügel verringern, die die Wissenschaft beispielsweise der Haifischhaut abgeschaut hat. Forscher aus zwei Jülicher Instituten und vier Instituten der RWTH Aachen wollen gemeinsam noch einen Schritt weiter gehen: Um die turbulente Grenzschicht zu beeinflussen, soll sich die strukturierte Tragflügel-Oberfläche quer zur Hauptströmungsrichtung ständig aktiv verformen. Es kommt zu einer wellenförmigen Auf- und Ab-Bewegung, die sich außerdem örtlich über die Tragfläche hinweg verändert.

Die Wissenschaftler von JARA-ENERGY konnten im Jahr 2011 Gutachter der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) von ihrem Forschungsvorhaben überzeugen und werden nun als Forschergruppe FOR 1779 gefördert. Ergebnisse aus einem sogenannten Seed Fund Projekt hatten den Grundstein für den erfolgreichen Antrag gelegt. Mit Seed Funds unterstützt JARA Vorhaben, die sich in der Ideen- oder Startphase befinden. Aufgrund dieser Förderung hatten die Wissenschaftler unter anderem ein Experiment aufbauen können, mit dem sie den Strömungswiderstand über einer ebenen Platte durch wellenförmige Bewegungen der Oberfläche um bis zu 9 Prozent verringern konnten.

Nach dem Konzept der JARA-Forscher sollen zunächst in einem Modell-aufbau zentimetergroße Elemente – Ak-

tuatoren – eine Aluminiumplatte rund 100-mal pro Sekunde aktiv verformen. In einem Windkanal wird dabei der Strömungswiderstand gemessen. Die Aktuatoren bestehen aus einem Material, das sich beim Anlegen eines elektrischen Feldes ausdehnt. Später ist die Übertragung der Bauweise auf tragflügelähnliche Formen geplant. „Innerhalb der Forschergruppe ist es unsere vorrangige Aufgabe zu prüfen, inwieweit die Aluminium-Tragflügelbleche durch die dauernden schnellen Verformungen ermüden, also geschädigt werden“, sagt Prof. Tilmann Beck vom Jülicher Institut für Energie- und Klimaforschung. Aufgabe des Jülicher Zentralinstituts für Elektronik wird es dagegen sein, ein Aktuator- und Sensornetzwerk für die geregelte feinmaschige und zeitlich präzise Verformung der Oberfläche zu entwickeln.



# 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.

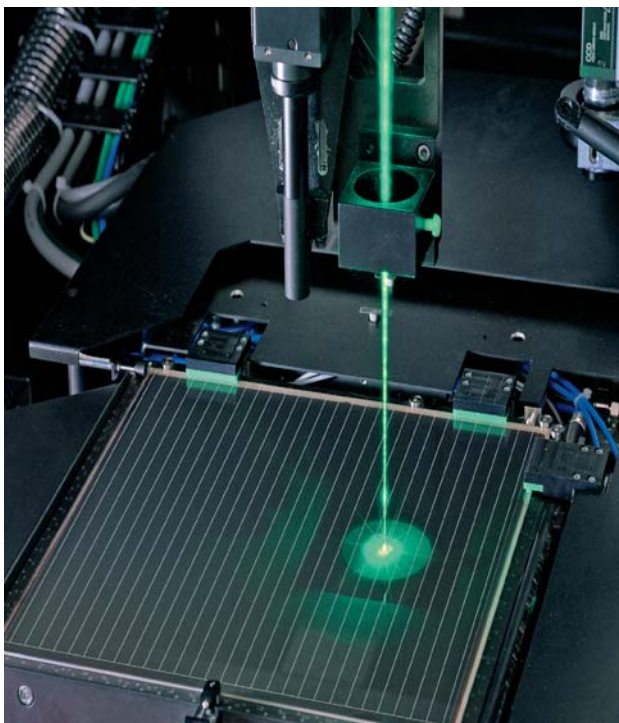
## Lizenzen

### ● Anzahl Lizenzen 2011

Gesamtbestand	94	
Neuabschlüsse	4	
Auslaufend	48	
Anteil Ausland gesamt	27	(= 28,7 %)
Anteil USA (wichtigstes Partnerland)	11	(= 11,7 %)
Anteil KMU	76	(= 80,6 %)

### ● Lizenzeinnahmen 2011

1,3 Millionen Euro



## Patente

### ● Gesamtbestand an Schutzrechten 2011

(Patente, Patentanmeldungen und Gebrauchsmuster im In- und Ausland)

2001	7 310
2002	7 413
2003	8 705
2004	13 301
2005	17 054
2006	17 710
2007	15 625
2008	16 276
2009	15 377
2010	14 793
2011	16 159

### ● Patente 2011

Patentanmeldungen Inland	31
Patentanmeldungen Ausland	35
Patenterteilungen Inland	8
Patenterteilungen Ausland	63

Strukturierung eines  
30 mal 30 Zentimeter  
großen Solarmoduls  
mittels Laserstrahl.

# Forschung für die Praxis

Industrie und öffentliche Forschungseinrichtungen nutzen Jülicher Know-how bei der Bildverarbeitung medizinischer Daten, in der Biotechnologie und in der Photovoltaik – über den Erwerb von Software-Lizenzen, über Schulungen ihrer Mitarbeiter oder in Kooperationsprojekten.

## Laser-Einsatz in der Photovoltaik

Der renommierte Deutsche Gründerpreis 2011 in der Kategorie „Aufsteiger“ ging an 4JET Technologies – ein Unternehmen mit mehr als 50 Mitarbeitern, das sich auf das Bearbeiten und Reinigen von Oberflächen mit Laserstrahlen spezialisiert hat. „Ein sehr gutes Gespür für wachsende Märkte“ und „eine Vorreiterrolle im Wettbewerb“ attestierte die Jury der Alsdorfer Firma, die schon seit 2009 mit dem Jülicher Institut für Energie- und Klimaforschung (IEK) zusammenarbeitet. „Unser gemeinsames Interesse ist der Einsatz der Lasertechnik in der Produktion von Dünnschicht-Solarzellen, um so die Photovoltaik kostengünstiger und effizienter zu machen“, sagt Dr. Stefan Haas vom IEK.

Solarzellen aus dünnen Schichten benötigen zu ihrer Herstellung weniger

Energie und Material als ihre herkömmlichen Pendanten. Sie bestehen aus einer Glasunterlage, auf die zunächst als transparente Elektrode die Schicht eines leitfähigen Oxids (Transparent Conductive Oxide, TCO) aufgebracht wird. Dann folgt ein Stapel aus amorphen oder mikrokristallinen Silizium-Schichten, in denen die atomaren Bausteine entweder gar nicht oder nur über kleine Bereiche in Kristallgittern angeordnet sind. Zum Abschluss folgt eine Silberschicht als rückseitige Elektrode.

Das Aufbringen der verschiedenen Schichten erfolgt in speziellen Anlagen, die zeit- und kostenaufwendig mit Chemikalien gereinigt werden müssen. IEK und 4JET haben daher alternative Verfahren entwickelt, bei denen diese Reinigung mit dem Laser durchgeführt wird. 2011 erreichte die Kooperation nun eine neue Dimension: Das Wirtschaftsministerium des Landes Nordrhein-Westfalen und die Europäische Union bewilligten Fördermit-

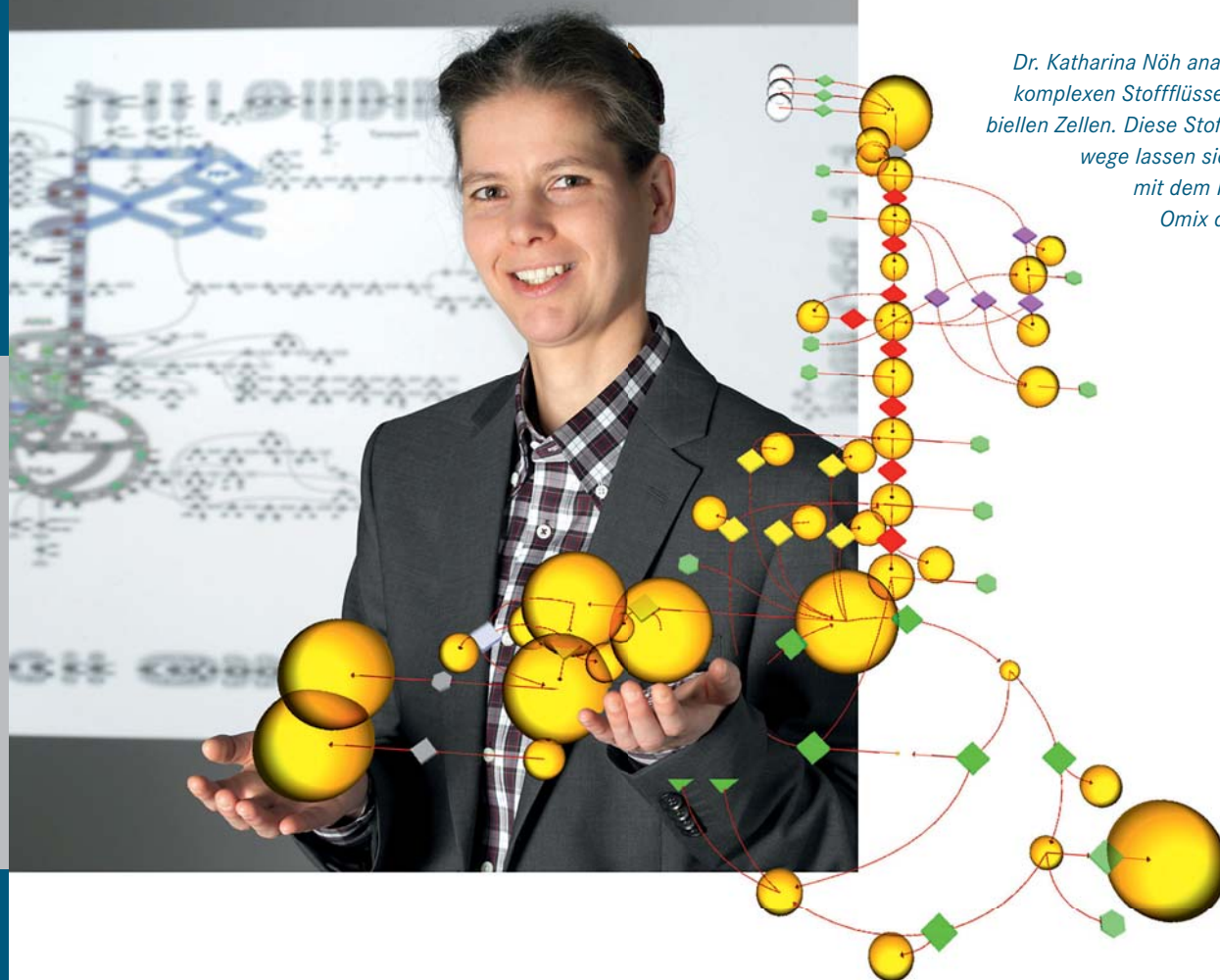
tel für das Projekt „LaText“ (Laser-Prozesse zur Frontkontakt-Texturierung für Silizium-Dünnschicht-Solarzellen) über einen Zeitraum von drei Jahren. „Wir wollen die Oberfläche der TCO-Schicht mit einem Laser so gestalten, dass das Licht in den darunterliegenden Siliziumschichten möglichst häufig und stark reflektiert wird. Dadurch steigen Lichtausbeute und Effizienz der Zellen“, erläutert Haas. „Light Trapping“ nennen Fachleute dieses Einfangen des Lichts, das mit Hilfe von Oberflächen-Texturen im Bereich von tausendstel Millimetern erreicht werden soll. „Solche Texturen können bislang großflächig und gezielt nicht hergestellt werden“, so Haas.

Dass sich die Zusammenarbeit mit den Jülicher Wissenschaftlern für 4JET Technologies lohnt, davon ist Dr. Stefan Bergfeld, Prokurist des Unternehmens und Chief Technical Officer, überzeugt: „Die Wissenschaftler des IEK gehen auf sehr hohem Niveau zu Werke und wissen, was in zehn Jahren gefragt ist.“

*Ein Team: Dr. Stefan Haas (links) und Tobias Knüttel (Mitte) vom Forschungszentrum und Dr. Stefan Bergfeld von 4JET Technologies.*



*Dr. Katharina Nöh analysiert die komplexen Stoffflüsse in mikrobiellen Zellen. Diese Stoffwechselwege lassen sich bildlich mit dem Programm Omix darstellen.*



## Software für Biotechnologen

Mikroorganismen sind begehrte Helfer der Industrie, die beispielsweise medizinische Wirkstoffe, Grundchemikalien oder Nahrungsmittel produzieren. Der Stoffwechsel der mikrobiellen Zellen ist vielfältig verzweigt und vernetzt: Die meisten Stoffe nehmen nicht nur an einer, sondern an mehreren Reaktionen teil. Bei diesen wiederum entstehen häufig auch Nebenprodukte. Und diese können weitere Prozesse hemmen oder beschleunigen.

Jülicher Wissenschaftler haben eine Software namens Omix entwickelt, die solche Stoffwechsel-Netzwerke optisch übersichtlich und ansprechend darstellt. „Biologische Daten lassen sich mit Omix in Stoffwechselkarten visualisieren, so wie man Wetterdaten in einer Landkarte visualisiert“, erläutert Omix-Entwickler Dr. Peter Droste von der „Modeling and Simulation Group“ des Instituts für Bio-

und Geowissenschaften (IBG-1). Die Jülicher Biotechnologen stellen Omix seit 2010 auf einem Webserver bereit, von dem sich die Software herunterladen lässt. Um sie einzusetzen, müssen sich Nutzer von Universitäten und anderen nichtkommerziellen Forschungseinrichtungen lediglich registrieren lassen – bis April 2012 hatten das mehr als 250 Wissenschaftler getan. Forscher aus der Industrie können Firmenlizenzen erwerben.

Um die Kunden im Umgang mit Omix fit zu machen, führten die Jülicher Biotechnologen 2012 im Forschungszentrum einen mehrtägigen Kurs mit 15 Teilnehmern aus aller Welt durch. Droste schulte außerdem Wissenschaftler an Dänemarks Technischer Universität in Lyngby, der Université de Technologie de Compiègne in Frankreich sowie beim Pharmaunternehmen Sandoz. Seit Oktober 2011 stellen die Jülicher Biotechno-

logen eine weitere Software für externe Nutzer bereit. „13CFLUX2 ist ein hochspezialisiertes Programm, mit dem man aus indirekten experimentellen Daten berechnen kann, wie schnell die einzelnen Stoffwechsel-Reaktionen in der lebenden mikrobiellen Zelle ablaufen“, so Dr. Katharina Nöh, Expertin des IBG-1 für die Analyse von Stoffflüssen. Bis April 2012 kauften bereits drei Unternehmen Firmenlizenzen für 13CFLUX2 und 27 weitere Anwender erwarben eine kostenlose Lizenz. „Uns geht es hauptsächlich darum, über die Bereitstellung von 13CFLUX2 und das zugehörige Schulungsangebot zu Kooperationen mit anderen renommierten Wissenschaftlern und zu gemeinsamen Publikationen zu kommen“, sagt Nöh. Sie und Droste sind sich sicher, dass Kontakte und neue Impulse für die Forschung meist mehr wert sind als Lizenzgebühren.



## Bildverarbeitung für die Alzheimer-Frühdiagnostik

26 Millionen Euro stehen bis 2015 für das neue Förderinstrument der Helmholtz-Gemeinschaft, dem Validierungsfond, zur Verfügung. Damit soll eine Brücke geschlagen werden: Zwischen wissenschaftlichen Erkenntnissen und deren marktfähigen Anwendungen einerseits und zwischen öffentlicher Forschung und privaten Investitionen andererseits. Zu den ersten ausgewählten Projekten des Validierungsfonds zählt eines, bei dem Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums Dresden-Rossendorf (HZDR) und des Forschungszentrums Jülich gemeinsam daran arbeiten, die Früherkennung der Alzheimer-Krankheit mittels Positronenemissionstomografie (PET) zu verbessern. Beteiligt sind auch die Klinik und Poliklinik für Nuklearmedizin der Universität Leipzig und die ABX

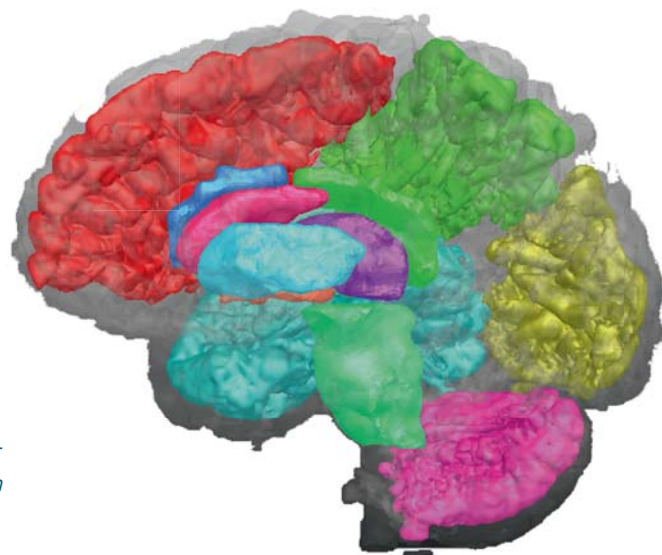
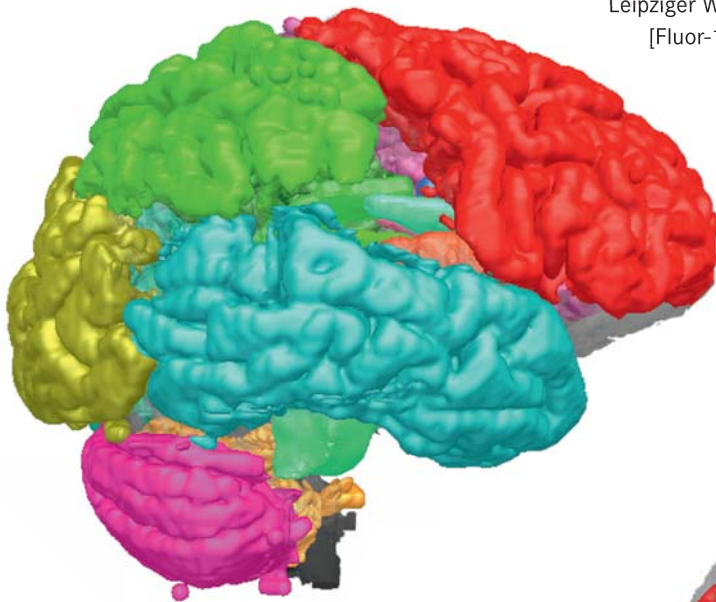
GmbH Radeberg. Die Kooperation hat sich zuvor bereits in einem Grundlagenprojekt bewährt, das vom Bundesforschungsministerium gefördert wurde.

Alzheimer-Forscher gehen davon aus, dass bereits in der Anfangsphase der Erkrankung die Anzahl der Nikotinrezeptoren im Gehirn abnimmt. Wie eine klinische Studie der Leipziger Nuklearmediziner unter Leitung von Prof. Osama Sabri zeigt, kann dies mit der PET und einer Substanz namens [Fluor-18]Flubatine in klinisch vertretbarer Messzeit mit sehr guter Bildqualität sichtbar gemacht werden. Entwickelt von den Wissenschaftlern des HZDR um Prof. Peter Brust könnte [Fluor-18]Flubatine als neuer Biomarker somit helfen, eine Alzheimer-Demenz früh zu diagnostizieren oder den Verlauf einer Therapie zu überwachen.

Parallel zu weiteren Studien der Leipziger Wissenschaftler zu [Fluor-18]Flubatine entwi-

ckelt ein Team vom Jülicher Zentralinstitut für Elektronik (ZEL) unter Leitung von Dr. Gudrun Wagenknecht eine Bildverarbeitungssoftware, welche die neue Substanz objektiv validieren soll, also prüfen hilft, ob der Biomarker praxistauglich ist. Dazu kombinieren die Wissenschaftler die Bilddaten aus den PET-Untersuchungen mit kernspintomografischen (MRT) Daten zur Struktur des Gehirns. In den MRT-Bilddaten grenzen sie dann eine Vielzahl von Hirnarealen semiautomatisch voneinander ab, in denen der Biomarker untersucht werden soll.

„Mit Hilfe unserer Bildverarbeitungssoftware kann eine echt dreidimensionale Analyse des Biomarkers unter Berücksichtigung der individuellen Gehirnstruktur und deren Veränderungen im Verlaufe der Alzheimer-Erkrankung durchgeführt werden“, hebt Wagenknecht die Besonderheiten der Software hervor. Die Software ist über das Validierungsprojekt hinaus auch für die klinische Anwendung anderer PET-Biomarker interessant und soll daher als Plattformtechnologie weiterentwickelt werden. Diese könnte später von Firmen, die auf medizinische Bilddatenanalyse spezialisiert sind, aber auch von Pharmaunternehmen oder Herstellern von Tomografen vermarktet werden. Somit wären dann Erkenntnisse aus der Forschung in die Anwendung gelangt – ganz im Sinne der Idee hinter dem Validierungsfond.



*Mit der Jülicher Bildverarbeitungssoftware lassen sich verschiedene Hirnregionen voneinander abgrenzen. Bei der Ansicht oben sind die Regionen in der Hirnrinde und in der Ansicht rechts zusätzlich die inneren Hirnstrukturen zu erkennen.*



00.230.1073.008  
00.550.1073.000

44.230.1073.008  
00.550.9993.001

78.550.0173.000

44.230.1073.008  
00.550.9993.001

# Anhang

72 Finanzen

75 Gremien

78 Organigramm

80 Kontakt

80 So finden Sie uns

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

Projektförderung von Bund und Land und Forschungsmittel der Europäischen Union.

## Bilanz 2011 (in Millionen Euro)

Aktiva	2011	2010
<b>A. Anlagevermögen</b>	<b>465,9</b>	<b>439,6</b>
I. Immaterielle Vermögensgegenstände	2,8	2,8
II. Sachanlagen	462,9	436,6
III. Finanzanlagen	0,2	0,2
<b>B. Umlaufvermögen</b>	<b>806,3</b>	<b>629,4</b>
I. Vorräte	37,2	17,2
II. Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände	21,6	19,4
III. Ausgleichsansprüche an die öffentliche Hand	708,2	563,9
IV. Kassenbestand, Bundesbankguthaben, Guthaben bei Kreditinstituten, Schecks	39,3	28,6
<b>C. Rechnungsabgrenzungsposten</b>	<b>25,3</b>	<b>65,4</b>
<b>Summe der Aktiva</b>	<b>1 297,5</b>	<b>1 134,4</b>

Passiva	2011	2010
<b>A. Eigenkapital</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
<b>B. Sonderposten für Zuschüsse</b>	<b>543,3</b>	<b>534,5</b>
I. zum Anlagevermögen	465,4	439,1
II. zum Umlaufvermögen	77,9	95,4
<b>C. Rückstellungen</b>	<b>698,2</b>	<b>554,3</b>
I. Stilllegung und Beseitigung kerntechnischer Anlagen	452,5	495,7
II. Pensionen und Sonstiges	57,1	58,6
III. Steuerrückstellung	188,6	0,0
<b>D. Verbindlichkeiten</b>	<b>54,9</b>	<b>44,6</b>
<b>E. Rechnungsabgrenzungsposten</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>
<b>Summe der Passiva</b>	<b>1 297,5</b>	<b>1 134,4</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 För-

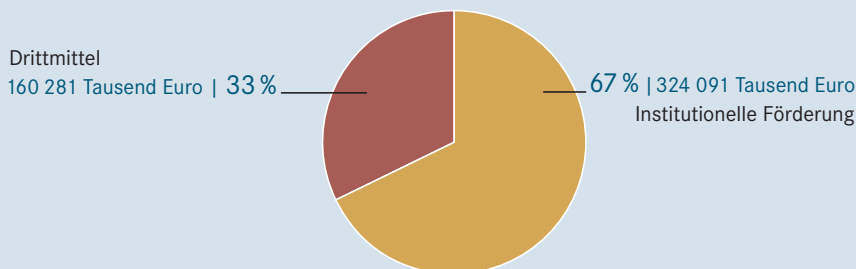
derung Bestandteil der sonstigen Zuschüsse. Die Gewinn- und Verlustrechnung schließt daher stets ausgeglichen ab. Wesentliche Einnahmen erzielt das Forschungszentrum durch die Projektträgerschaften, durch eine Vielzahl von Forschungs- und

Entwicklungsprojekten und durch die Überlassung von Forschungsanlagen. Die sonstigen betrieblichen Erträge beinhalten im Wesentlichen die Erträge aus dem Rückstellungsverbrauch der Stilllegung kerntechnischer Anlagen.

## Gewinn- und Verlustrechnung 2011 (in Millionen Euro)

	2011 Mio.		2010 Mio.	
Erträge aus Zuschüssen		594,4		384,7
Sonstige Zuschüsse		512,7		311,1
davon Bund	453,6		273,2	
davon Land	59,1		37,9	
Drittmittel Projektförderung		81,7		73,6
davon Bund	47,5		47,5	
davon Land	6,7		6,7	
davon EU und Sonstige	27,5		19,4	
Erlöse und andere Erträge		147,3		81,4
Erlöse aus Forschung, Entwicklung und Benutzung von Forschungsanlagen		14,1		11,2
Erlöse aus Lizenz-, Know-how-Verträgen		1,3		1,6
Erlöse aus Projektträgerschaften		32,1		42,2
Erlöse aus Infrastrukturleistungen und Materialverkauf		8,4		13,2
Erlöse aus dem Abgang von Gegenständen des Anlagevermögens		0,6		0,4
Erhöhung oder Verminderung des Bestandes an unfertigen Erzeugnissen und Leistungen		19,5		0,3
Andere aktivierte Eigenleistungen		0,7		1,0
Sonstige betriebliche Erträge		60,4		11,4
Sonstige Zinsen und ähnliche Erträge		10,2		0,1
Zuweisungen zu den Sonderposten für Zuschüsse		-61,5		-153,7
Weitergegebene Zuschüsse		-48,1		-42,8
<b>Zur Aufwandsdeckung zur Verfügung stehende Zuschusserträge, Erlöse und andere Erträge</b>		<b>632,1</b>		<b>369,6</b>
Personalaufwand		252,0		237,8
Sachaufwand		50,0		43,4
Materialaufwand		26,3		21,7
Aufwendungen für Energie-, Wasserbezug		19,1		17,3
Aufwendungen für fremde Forschung und Entwicklung		4,6		4,4
Sonstige betriebliche Aufwendungen		311,9		80,9
Sonstige Zinsen und ähnliche Aufwendungen		18,2		1,9
Außerordentliche Aufwendungen		0,0		5,6
Abschreibungen auf Anlagevermögen		0,0		0,0
Abschreibungen auf Anlagevermögen		51,2		49,7
Erträge aus der Auflösung des Sonderpostens für Zuschüsse		-51,2		-49,7
<b>Gesamtaufwand</b>		<b>632,1</b>		<b>369,6</b>
<b>Ergebnis der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit/Jahresergebnis</b>		<b>0,0</b>		<b>0,0</b>

## Budget 2011



### Budget

2011 erwirtschaftete das Forschungszentrum Jülich 160,2 Millionen Euro Drittmittel, eine Erhöhung gegenüber dem Jahr 2010 (145,2 Millionen Euro) um 15,0 Millionen Euro. Der überwiegende Anteil der Drittmittel resultiert aus Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten für die Industrie, aus der Einwerbung von Fördermitteln aus dem In- und Ausland sowie aus Projektträgerschaften im Auftrag der Bundesrepublik Deutschland

und des Landes Nordrhein-Westfalen. Darüber hinaus werden durch Infrastrukturleistungen ebenfalls erhebliche Drittmittelträge erzielt. In den Drittmitteln enthalten sind ferner Zuschüsse von 19,4 Millionen Euro, die als Betriebskostenerstattung an das Institut Laue-Langevin weitergeleitet wurden. Die institutionelle Förderung betrug im Jahr 2011 inkl. der Mittel für den Rückbau 512,7 Millionen Euro.

### Budget 2011 (in Tausend Euro)

Forschungsbereich	Struktur der Materie	Erde und Umwelt	Gesundheit	Energie	Schlüsseltechnologie	Bio-Tech	Infrastruktur	Summe
Internationale Förderung	1 663	2 983	59	7 189	6 949	2	1 673	20 518
Nationale Projektförderung	1 391	3 411	1 104	11 868	11 698	1 998	6 748	38 218
DFG-Förderung	311	1 609	121	1 261	2 064	92	14	5 472
Aufträge Ausland	105	314	148	1 441	263	69	254	2 594
Aufträge Inland	602	1 843	970	4 289	1 634	133	10 614	20 085
Weitergegebene Zuschüsse	5	135	60	6 699	1 223	0	19 427	27 549
Projektträgerschaften							45 845	45 845
<b>Zwischensumme</b>	<b>4 077</b>	<b>10 295</b>	<b>2 462</b>	<b>32 747</b>	<b>23 831</b>	<b>2 294</b>	<b>84 575</b>	<b>160 281</b>
Institutionelle Förderung								281 750
Rückbauprojekte								42 341
<b>Summe Budget</b>								<b>484 372</b>

Hinweis: Nicht enthalten sind DFG-Einnahmen in Höhe von 220 Tausend Euro, bei denen es sich aufgrund von Privatdienstverträgen nicht um betriebliche Erträge des Forschungszentrums Jülich handelt. Der Anstieg der internationalen Förderung resultiert im Wesentlichen aus dem Zugang neuer von der EU geförderter Projekte. Die nationale Projektförderung und die DFG-Förderung sind im Geschäftsjahr 2011 auf dem üblichen Niveau. Die Drittmittel Erlöse aus Aufträgen sowie aus Projektträgerschaften weisen im Vergleich zu Vorjahren ebenfalls keine wesentlichen Veränderungen auf.



# Gremien

Das Forschungszentrum Jülich wurde am 11. Dezember 1956 vom Land Nordrhein-Westfalen als eingetragener Verein gegründet. Am 5. Dezember 1967 erfolgte die Umwandlung in eine GmbH mit den Gesellschaftern Bundesrepublik Deutschland und Land Nordrhein-Westfalen.

Den Vorsitz in der Gesellschafterversammlung führt der Vorsitzende des Aufsichtsrats. Der Wissenschaftlich-Technische Ausschuss des Aufsichtsrats bereitet dessen Beschlüsse in wissenschaftlichen und technischen Angelegenheiten vor.

Der Wissenschaftlich-Technische Rat ist ein Organ der Gesellschaft und berät die Gesellschafterversammlung, den Aufsichtsrat und den Vorstand des Forschungszentrums in allen wissenschaftlichen und wichtigen technischen Fragen.

## 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

### Staatssekretär Udo Paschedag

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW

### Dr. Arnd Jürgen Kuhn

Forschungszentrum Jülich, Institut für Bio- und Geowissenschaften

### Ministerialrat Dr. Knut Kübler

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

### Prof. Dr. Alfons Labisch

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

### Prof. Dr. Angelika Merschenz-Quack

Fachhochschule Aachen

### Dr. Johannes Mertens

Forschungszentrum Jülich, Institut für Neurowissenschaften und Medizin

### Ministerialdirigentin Dr. Gisela Otto

Bundesministerium der Finanzen

### Prof. Dr. Uwe Pietrzyk

Forschungszentrum Jülich, Institut für Neurowissenschaften und Medizin

### Dr. Beatrix Vierkorn-Rudolph

Bundesministerium für Bildung und Forschung

## Wissenschaftlich-Technischer Ausschuss

### Dr. Beatrix Vierkorn-Rudolph (Vorsitz)

Bundesministerium für Bildung und Forschung

### Prof. Dr. Urs Baltensperger

Paul Scherrer Institut

### Prof. Dr. med. Ulf Eysel

Ruhr-Universität Bochum

### Prof. Dr. Wolfhard Janke

Universität Leipzig

### Prof. Dr. Thomas Krieg

Universität zu Köln

### Dr. Arndt Jürgen Kuhn

Forschungszentrum Jülich, Institut Bio- und Geowissenschaften

### Prof. Dr. Angelika Merschenz-Quack

Fachhochschule Aachen

### Prof. Dr. Stephan Paul

Technische Universität München

### Ministerialrat Klaus Sachs

Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen (MIWF)

### Prof. Dr.-Ing. Ernst M. Schmachtenberg

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen

### Ministerialrat Dr. Knut Kübler

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

## 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 Elektronik

### Weitere Mitglieder der Hauptkommission

#### Prof. Dr. S. Blügel

Peter Grünberg Institut/Institute for Advanced Simulation-1

#### Prof. Dr. M. Bott

Institut für Bio- und Geowissenschaften

#### Dr. M. Büscher

Institut für Kernphysik

#### Prof. Dr. Th. Brückel

Jülich Centre for Neutron Science/ Peter Grünberg Institut-4

#### Prof. Dr. R. Freudl

Institut für Bio- und Geowissenschaften

#### Dipl.-Ing. E. Harren

Institut für Energie- und Klimaforschung

#### Prof. P. Jansen

Jülich Supercomputing Centre

#### Dr. M. P. Lettinga

Institute of Complex Systems

#### Dr. J. Moers

Peter Grünberg Institut

# Gremien

**Prof. Dr. U. Samm**  
Institut für Energie- und Klimaforschung

**Prof. Dr. C.-M. Schneider**  
Peter Grünberg Institut

**H. Schütz**  
Institut für Neurowissenschaften und Medizin

**Prof. Dr. N. J. Shah**  
Institut für Neurowissenschaften und Medizin

**Dr. St. van Waasen**  
Zentralinstitut für Elektronik

**Prof. Dr. D. Willbold**  
Institute of Complex Systems

**Dr. R. Zorn**  
Jülich Centre for Neutron Science

## Weitere Mitglieder des Plenums

**I. Adamchic**  
Institut für Neurowissenschaften und Medizin

**Dr. S. von Albada**  
Institut für Neurowissenschaften und Medizin

**Prof. Dr. H.-J. Allelein**  
Institut für Energie- und Klimaforschung

**Prof. Dr. W. Amelung**  
Institut für Bio- und Geowissenschaften

**Prof. Dr. K. Amunts**  
Institut für Neurowissenschaften und Medizin

**Dr. M. Axer**  
Institut für Neurowissenschaften und Medizin

**Prof. Dr. A. Bauer**  
Institut für Neurowissenschaften und Medizin

**Prof. Dr. A. Baumann**  
Institute of Complex Systems

**Prof. Dr. T. Beck**  
Institut für Energie- und Klimaforschung

**Prof. Dr. D. Bosbach**  
Institut für Energie- und Klimaforschung

**Dr. H.-P. Buchkremer**  
Institut für Energie- und Klimaforschung

**Dr. S. Caspers**  
Institut für Neurowissenschaften und Medizin

**Prof. Dr. P. Carloni**  
Institute for Advanced Simulation

**Prof. Dr. H. H. Coenen**  
Institut für Neurowissenschaften und Medizin

**K. Dahlhoff**  
Zentralinstitut für Technologie

**Dr. J. Dammers**  
Institut für Neurowissenschaften und Medizin

**Prof. Dr. M. Diesmann**  
Institut für Neurowissenschaften und Medizin

**Prof. Dr. D. DiVicenzo**  
Peter Grünberg Institut/Institute for Advanced Simulation

**Prof. Dr. J. K. Dhont**  
Institute of Complex Systems

**Prof. Dr. R. E. Dunin-Borkowski**  
Peter Grünberg Institut

**Dipl.-Ing. H. Feilbach**  
Jülich Centre for Neutron Science

**Dr. D. Fedosov**  
Institute of Complex Systems

**Dr. O. Felden**  
Institut für Kernphysik

**Prof. Dr. G. Fink**  
Institut für Neurowissenschaften und Medizin

**Dr. J. Fitter**  
Institute of Complex Systems

**Dr. H. Fuchs**  
Institut für Energie- und Klimaforschung

**Dr. S. A. Funke**  
Institute of Complex Systems

**Dr. M. Giesen**  
Institute of Complex Systems

**Dr. F. Goldenbaum**  
Institut für Kernphysik

**Prof. Dr. G. Gompfer**  
Institute of Complex Systems/Institute for Advanced Simulation

**Prof. Dr. D. A. Grützmacher**  
Peter Grünberg Institut

**Dr. G. Günther**  
Institut für Energie- und Klimaforschung

**L. G. J. de Haart**  
Institut für Energie- und Klimaforschung

**Dr. C. Hanhart**  
Institut für Kernphysik/Institute for Advanced Simulation

**J. Heinen**  
Jülich Centre for Neutron Science

**Dr. B. Holländer**  
Peter Grünberg Institut

**Dr. L. Houben**  
Peter Grünberg Institut

**Dr. S. Huisman**  
Institut für Bio- und Geowissenschaften

**Dipl.-Ing. C. Jebsen**  
Betriebsrat

**Prof. Dr. R. Koppmann**  
Bergische Universität Wuppertal

**Dr. J. Krause**  
Peter Grünberg Institut

**Dr. A. Krämer-Flecken**  
Institut für Energie- und Klimaforschung

**Dr. St. Küppers**  
Zentralabteilung für Chemische Analysen

**Dr. H. Lewandowski**  
Institut für Bio- und Geowissenschaften

**Dipl.-Ing. H. Lippert**  
Zentralabteilung für Chemische Analysen

**Prof. Dr. Dr. Th. Lippert**  
Institute for Advanced Simulation/Jülich  
Supercomputing Centre

**Dr. P. Markewitz**  
Institut für Energie- und Klimaforschung

**Prof. Dr. R. Maier**  
Institut für Kernphysik

**Dr. S. Matsubara**  
Institut für Bio- und Geowissenschaften

**Prof. Dr. U.-G. Meißner**  
Institut für Kernphysik/Institute for  
Advanced Simulation

**Prof. Dr. R. Merkel**  
Institute of Complex Systems

**Dr. P. Meuffels**  
Peter Grünberg Institut

**Prof. Dr. M. Morgenstern**  
RWTH Aachen

**Prof. Dr. F. Müller**  
Institute of Complex Systems

**Dr. G. Natour**  
Zentralinstitut für Technologie

**Dr. D. Nicolai**  
Institut für Energie- und Klimaforschung

**Prof. Dr. A. Offenhäusser**  
Peter Grünberg Institut/Institute of  
Complex Systems

**Dr. S. Pust**  
Institut für Energie- und Klimaforschung

**Prof. Dr. U. Rau**  
Institut für Energie- und Klimaforschung

**Dr. U. Reimer**  
Institut für Energie- und Klimaforschung

**Prof. Dr. D. Reiter**  
Institut für Energie- und Klimaforschung

**Prof. Dr. D. Richter**  
Jülich Centre for Neutron Science/  
Institute of Complex Systems

**Prof. Dr. M. Riese**  
Institut für Energie- und Klimaforschung

**Prof. Dr. J. Ritman**  
Institut für Kernphysik

**H. Scharr**  
Institut für Bio- und Geowissenschaften

**Dr. S. Schleker**  
Institute of Complex Systems

**Prof. Dr. L. Schmitt**  
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

**Dr. B. Scholten**  
Institut für Neurowissenschaften und  
Medizin

**Prof. Dr.-Ing. J. Schröder**  
Universität Duisburg-Essen

**Prof. Dr. U. Schurr**  
Institut für Bio- und Geowissenschaften

**Prof. Dr. L. Singheiser**  
Institut für Energie- und Klimaforschung

**Dr. M. Stephan**  
Jülich Supercomputing Centre

**Prof. Dr. D. Stolten**  
Institut für Energie- und Klimaforschung

**S. Struth**  
Institut für Energie- und Klimaforschung

**Prof. Dr. D. Sturma**  
Institut für Neurowissenschaften und  
Medizin

**Prof. Dr. Dr. P. Tass**  
Institut für Neurowissenschaften und  
Medizin

**Prof. Dr. St. Tautz**  
Peter Grünberg Institut

**Prof. Dr. B. Thomauske**  
Institut für Energie- und Klimaforschung

**Dr. F. Tietz**  
Institut für Energie- und Klimaforschung

**Prof. Dr. B. Usadel**  
Institut für Bio- und Geowissenschaften

**Prof. Dr. H. Vereecken**  
Institut für Bio- und Geowissenschaften

**Dr. J. Voigt**  
Jülich Centre for Neutron Science

**Dr. E. von Lieres**  
Institut für Bio- und Geowissenschaften

**Prof. Dr. R. Waser**  
Peter Grünberg Institut

**Prof. Dr. T. Weis**  
Universität Dortmund

**Dr. P. Weiss-Blankenhorn**  
Institut für Neurowissenschaften und  
Medizin

**Prof. Dr. J. Wessels**  
Westfälische Wilhelms-Universität  
Münster

**Prof. Dr. W. Wiechert**  
Institut für Bio- und Geowissenschaften

**Prof. Dr. J. Winter**  
Ruhr-Universität Bochum

**Dr. D. Wortmann**  
Peter Grünberg Institut/Institute for  
Advanced Simulation



# Organigramm

## Gesellschafterversammlung

Vorsitzender MinDir Dr. K. E. Huthmacher

## Aufsichtsrat

Vorsitzender MinDir Dr. K. E. Huthmacher

### Vorstand

Wissenschaft; Außenbeziehungen Prof. A. Bachem (Vorstandsvorsitzender)

#### Informations- und Kommunikationsmanagement

A. Bernhardt

#### JARA-Generalsekretariat

Dr. N. Drewes

#### Unternehmensentwicklung

Dr. N. Drewes

#### Unternehmenskommunikation

Dr. A. Rother

#### Stabsstelle

#### Vorstandsbüro

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. G. Gompper,  
Prof. J. Fitter (komm.), Prof. R. Merkel, Prof. F. Müller (komm.),  
Prof. A. Offenhäuser, Prof. D. Richter, Prof. D. Willbold

#### Institut für Kernphysik

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

#### Institute for Advanced Simulation

Prof. S. Blügel, Prof. P. Carloni, Prof. D. DiVincenzo,  
Prof. G. Gompper, Prof. Th. Lippert, Prof. U.-G. Meißner

#### 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. Offenhäuser, Prof. C. M. Schneider, Prof. S. Tautz,  
Prof. R. Waser

#### IT-Services

F. Bläsen

## Wissenschaftlich-Technischer Rat

Vorsitzender Prof. A. Wahner

### Vorstand

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

#### Institut für Bio- und Geowissenschaften

Prof. W. Amelung, Prof. M. Bott, Prof. U. Schurr,  
Prof. B. Usadel, Prof. H. Vereecken, Prof. W. Wiechert

#### Institut für Energie- und Klimaforschung

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

#### Institut für Molekulare Enzymtechnologie (HHUD)

Prof. K.-E. Jaeger

#### Institut für Bioorganische Chemie (HHUD)

Prof. J. Pietruszka

#### Wissenschaftl.-Techn. Gemeinschaftseinrichtungen

#### Zentralabteilung für Chemische Analysen

Dr. S. Küppers

#### Zentralabteilung Technologie

Dr. G. Natour

#### Zentralinstitut für Elektronik

Dr. S. van Waasen

#### Projektträgerschaften

#### Projektträger Jülich

Dr. Ch. Stienen

#### Projektträger Energie, Technologie, Nachhaltigkeit

Dr. B. Steingrobe

### 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

#### Stabsstelle

#### Revision

A. Kamps

# 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](https://www.facebook.com/Forschungszentrum.Juelich)  
[www.twitter.com/fz\\_juelich](https://www.twitter.com/fz_juelich)  
[www.youtube.com/fzjuelichde](https://www.youtube.com/fzjuelichde)

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

## So finden Sie uns

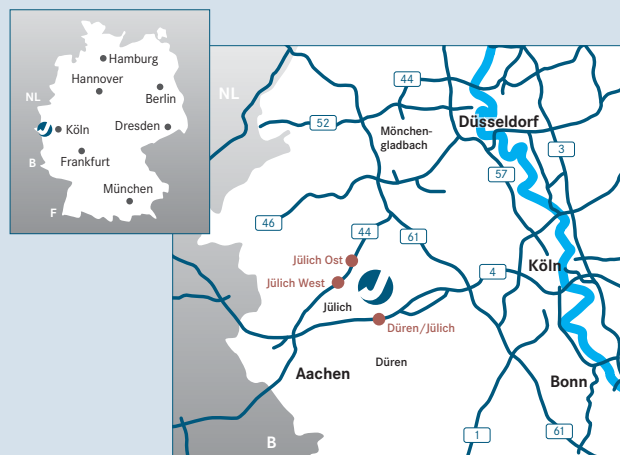
### Mit dem Pkw

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 ca. 5 Kilometer 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 Kilometer 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 Ruhrtalbahn bis Station „Forschungszentrum“. Von dort sind es etwa 15 Minuten zu Fuß 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 Rögener, Annette Stettien, Dr. Anne Rother (v.i.S.d.P.) **Autoren:** Dr. Frank Frick, Dr. Wiebke Rögener, **Grafik und Layout:** SeitenPlan Corporate Publishing GmbH **Herstellung:** Schloemer Gruppe GmbH **Fotos:** 4JET Technologies GmbH (67), AbleStock.com/Thinkstock.com (14 r. o.), BMW AG (23 u.), Herrman Cuntz, modifiziert von Klas Pettersen (14 l. u.), Digital Vision/Thinkstock.com (13 r. o.), Forschungszentrum Jülich/UC Davis/Lawrence Berkeley National Laboratory/Univ. Erlangen-Nürnberg/Nat. Inst. for Materials Science Hyogo/Univ. Mainz/LMU München (11, r. u.), gintta/Shutterstock.com (63 r.), Hemera/Thinkstock.com (10 l. o.), Intel (14 r. u.), iStockphoto/Thinkstock.com (10 r. o., 27 u., 29, 32-33, 54 l., 65 u.), Löhr & Partner (21), Alexander Raths/Shutterstock.com (9 r. o.), RWTH Aachen/JARA (FOR1779) (27 M. u., 65 o.), W. Schürmann, TU München (38, 41), Anatoli Styf/shutterstock.com (31), tanatat/Shutterstock.com (63 o.), Dieter Triefenbach/Forschungszentrum Jülich (55), Universität Hamburg (10 r. u., 30), Universität Heidelberg/Kirchhoff Institut für Physik/Projekt BrainScaleS.eu (8 r. u.), Valueline/Thinkstock.com (13 r. u.), 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 2012

Mitglied der:



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