

# HELMHOLTZ: GROSSE FRAGEN – GROSSE FORSCHUNG



## GESCHÄFTSBERICHT 2009

DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT DEUTSCHER FORSCHUNGSZENTREN

# INHALT

Der Helmholtz-Geschäftsbericht 2009 umfasst die Ist-Kosten für die Forschung im Jahr 2008 und die vom Senat empfohlene Finanzierung der Forschungsprogramme für die Jahre 2009–2013 der Forschungsbereiche Erde und Umwelt, Gesundheit sowie Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr sowie die Finanzierungsempfehlungen für die Programmperiode 2010–2014 der Forschungsbereiche Energie, Schlüsseltechnologien und Struktur der Materie. Der allgemeine Berichtsteil stellt die Entwicklungen in der Helmholtz-Gemeinschaft von 2008 bis zum September 2009 dar.

## IMPRESSUM

### Herausgeber

Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft  
Deutscher Forschungszentren e.V.

### Sitz der Helmholtz-Gemeinschaft

Ahrstraße 45, 53175 Bonn  
Telefon 0228-30818-0, Telefax 0228-30818-30  
E-Mail [info@helmholtz.de](mailto:info@helmholtz.de), [www.helmholtz.de](http://www.helmholtz.de)

### Kommunikation und Medien

Geschäftsstelle Berlin  
Anna-Louisa-Karsch-Straße 2, 10178 Berlin  
Telefon 030-206329-57, Telefax 030-206329-60

### V.i.S.d.P.

Thomas Gazlig

### Redaktion

Dr. Angela Bittner (Projektleitung)  
Dr. Antonia Rötger (Wissenschaftliche Redaktion, arö)  
Redaktionelle Mitarbeit im FB Gesundheit:  
Nicole Silbermann (SI)

### Bildnachweise

Titelbild: fotolia, DLR/D2-Mission, Fotos: AWI, DLR, FZJ, IPP, KIT, DZNE; Seite 3: Forschungszentrum Jülich; Seite 4: Helmholtz/D. Meckel, Ostkreuz; Seite 11: Siemens AG; privat; Seite 12/13: AWI; privat; Boehringer Ingelheim GmbH; Seite 14: KIT; Seite 15: privat; Seite 26: AWI; Seite 27: Urania Berlin e.V.; Seite 38: DKFZ; Seite 39: privat; Seite 52: Forschungszentrum Jülich; Seite 53: privat; Seite 62: GSI; Seite 63: ETH Zürich; Seite 74: DLR; Seite 75: EADS; Seite 85: Helmholtz/D. Ausserhofer; Seite 86/87: IPP, privat; WiTech Engineering GmbH; Seite 92: Helmholtz/F. Bierstedt, HZB; Seite 96: Helmholtz/DLR F. Bierstedt; Seiten 105: Helmholtz/HZB F. Bierstedt; Seite 106: picture-alliance/Scanpix; Seite 107: Helmholtz/Forschungszentrum Jülich F. Bierstedt; Seite 111: Helmholtz/HMGU F. Bierstedt  
Im wissenschaftlichen Geschäftsberichtsteil finden Sie den Bildnachweis direkt am Bild.

### Gestaltung

noldt-design, Düsseldorf

### Druckerei

H. Heenemann, Berlin

### Druck

7.500 Exemplare

Stand: Oktober 2009 · ISSN 1865-6439

## HELMHOLTZ: GROSSE FRAGEN – GROSSE FORSCHUNG

### BERICHT DES PRÄSIDENTEN

06

## AKTUELLES AUS DEN FORSCHUNGSBEREICHEN

12

### Forschungsbereich Energie

14

Aufgabe und Programmstruktur

14

Die Programme in der Programmorientierten Förderung

16

Projekte aus der Forschung

20

### Forschungsbereich Erde und Umwelt

26

Aufgabe des Forschungsbereiches

26

Programmstruktur und Programme in der Programmorientierten Förderung

28

Projekte aus der Forschung

32

### Forschungsbereich Gesundheit

38

Aufgabe und Programmstruktur

38

Die Programme in der Programmorientierten Förderung

40

Projekte aus der Forschung

44

### Forschungsbereich Schlüsseltechnologien

52

Aufgabe und Programmstruktur

52

Die Programme in der Programmorientierten Förderung

54

Projekte aus der Forschung

58

### Forschungsbereich Struktur der Materie

62

Aufgabe und Programmstruktur

62

Die Programme in der Programmorientierten Förderung

64

Projekte aus der Forschung

68

### Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr

74

Aufgabe und Programmstruktur

74

Die Programme in der Programmorientierten Förderung

76

Projekte aus der Forschung

80

## WISSENSCHAFTSPREIS DES STIFTERVERBANDS – ERWIN SCHRÖDINGER-PREIS 2009

84

## DIE HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT IN ZAHLEN UND FAKTEN

86

### Talentmanagement

88

### Partner des Pakts für Forschung und Innovation

90

### Überblick über die Helmholtz-Gemeinschaft

94

Leistungsbilanz

94

Programmorientierte Förderung

97

Kosten und Personal 2008

98

Die zweite Runde der Programmorientierten Förderung

101

### Organe und zentrale Gremien

102

### Senatskommissionen

104

### Wissenschaftliche Preise für Forscherinnen und Forscher

106

### Die Governancestruktur der Helmholtz-Gemeinschaft

108

### Die Standorte der Forschungszentren

109

### Die Mitgliedszentren der Helmholtz-Gemeinschaft

110



Wir leisten Beiträge zur Lösung großer und drängender Fragen von Gesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft durch strategisch-programmatisch ausgerichtete Spitzenforschung in den Bereichen Energie, Erde und Umwelt, Gesundheit, Schlüsseltechnologien, Struktur der Materie sowie Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr.

Wir erforschen Systeme hoher Komplexität unter Einsatz von Großgeräten und wissenschaftlichen Infrastrukturen gemeinsam mit nationalen und internationalen Partnern.

Wir tragen bei zur Gestaltung unserer Zukunft durch Verbindung von Forschung und Technologieentwicklung mit innovativen Anwendungs- und Vorsorgeperspektiven.

**Das ist unsere Mission.**



PROFESSOR DR. JÜRGEN MLYNEK  
Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft

## HELMHOLTZ: GROSSE FRAGEN – GROSSE FORSCHUNG

Liebe Leserin, lieber Leser,

vor rund einem Jahr hat eine Finanzkrise die Welt erschüttert, viele Staaten mussten mit Milliardenbeträgen eingreifen, um die Wirtschaft zu unterstützen und Arbeitsplätze zu sichern. In einer solchen Situation könnte Forschung und insbesondere Grundlagenforschung als nachrangig erscheinen, doch das Gegenteil ist richtig: Gerade die Grundlagenforschung schafft die Voraussetzungen für echte Innovationen, die uns auch wirtschaftlich wieder auf die Beine helfen.

„Große Fragen – große Forschung“ lautet daher auch das Motto, unter das wir in diesem Jahr den Geschäftsbericht der Helmholtz-Gemeinschaft gestellt haben. Die Helmholtz-Forschung spannt dabei einen sehr weiten Bogen, von fundamentalen Fragen wie dem Ursprung der Masse über die Gesundheitsforschung bis hin zur Entwicklung von funktionalen Materialien mit außergewöhnlichen Eigenschaften; einige Beispiele stellen wir Ihnen in diesem Geschäftsbericht vor.

Die Helmholtz-Gemeinschaft hat den Auftrag, große Fragen aufzugreifen und durch Spitzenforschung Lösungswege aufzuzeigen. Damit wir dies leisten können, stellen wir alle Forschungsvorhaben regelmäßig auf den Prüfstand. Diesen Prozess der Programmorientierten Förderung haben wir zum zweiten Mal Anfang 2008 begonnen und jetzt für alle sechs Forschungsbereiche abgeschlossen, insgesamt waren 347 externe, international renommierte Gutachter daran beteiligt. Ihre Empfehlungen werden in der kommenden Förderperiode konsequent umgesetzt, denn die Helmholtz-Gemeinschaft ist nicht nur eine große, sondern auch sehr dynamische Forschungsorganisation – und dazu gehört die Fähigkeit, sich kontinuierlich zu verbessern.



Ihr Jürgen Mlynek

## GROSSE FRAGEN – GROSSE FORSCHUNG

Mit Spitzenforschung einen Beitrag zur Lösung der großen Herausforderungen und drängenden Fragen zu leisten, das ist der Auftrag der Helmholtz-Gemeinschaft. Damit wir diesen Auftrag optimal erfüllen können, stellen wir uns alle fünf Jahre einer Begutachtung durch externe Experten. Diesen Prozess haben wir nun zum zweiten Mal erfolgreich abgeschlossen. Die Helmholtz-Gemeinschaft hat sich dabei dynamisch weiterentwickelt, die Gemeinschaft ist gewachsen und für die Aufgaben der Zukunft gewappnet.

Herausragende Erfolge in den vergangenen Jahren waren die beiden Nobelpreise für Helmholtz-Forscher: Nach Peter Grünberg im Jahr 2007 im Bereich Physik wurde 2008 Harald zur Hausen mit dem Nobelpreis für Medizin ausgezeichnet. Auch viele andere Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler haben im vergangenen Jahr große Erfolge erzielen können, die weltweit beachtet werden. Solche Erfolge basieren natürlich auf der Kreativität und Hartnäckigkeit von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern. Doch Spitzenforschung ist heute zunehmend auf komplexe Infrastrukturen und Technologieplattformen angewiesen und auf ein Forschungsmanagement, das zwar klare Richtungen vorgibt, aber dabei auch Freiräume bewahren kann. Dabei stehen wir im ständigen Austausch mit den Akteuren der Gesellschaft, mit Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Um unserem Auftrag gerecht zu werden und einen Beitrag zur Lösung der großen Herausforderungen zu leisten, müssen wir die entscheidenden Fragen für die Forschung nicht nur erkennen, sondern auch rasch aufgreifen können. Diese Agenda erarbeiten wir im ständigen Dialog mit der Politik. Wir setzen sie um, indem wir uns alle fünf Jahre einer strengen Begutachtung stellen und unsere Mittel im Wettbewerb vergeben. Diesen Evaluierungsprozess

der Programmorientierten Förderung haben wir nun zum zweiten Mal seit der Gründung der Helmholtz-Gemeinschaft im Jahr 2001 durchlaufen.

### Der Begutachtungsprozess ist abgeschlossen

Dabei präsentieren die Forschungsbereiche der Gemeinschaft ihre Leistungen und Forschungsvorhaben vor international besetzten Gremien aus unabhängigen Experten, die die einzelnen Programme nach den Kriterien wissenschaftlicher Exzellenz und strategischer Relevanz bewerten. Die Gutachter sprechen im

---

**Spitzenforschung ist heute zunehmend auf komplexe Infrastrukturen und Technologieplattformen angewiesen und auf ein Forschungsmanagement, das zwar klare Richtungen vorgibt, aber dabei auch Freiräume bewahren kann.**

---

Anschluss konkrete Empfehlungen aus, in welchen Bereichen die Förderung verstärkt oder zurückgefahren werden kann, sie ermutigen zu neuen Forschungsinitiativen und Kooperationen, wenn sie Synergieeffekte erkennen und gestalten damit die nächste Programmperiode mit.

03|2008 >>



**WENDELSTEIN 7-X ERREICHT ERSTEN MEILENSTEIN:** Die ersten beiden Halbmodule der Fusionsanlage Wendelstein 7-X sind fertig gestellt. Noch rund sechs Jahre wird der stufenweise Zusammenbau des Großexperiments am IPP in Greifswald dauern. Foto: IPP

08|2008 >>



**DER ERSTE FÜR DIE ZUKÜNFTIGE BESCHLEUNIGERANLAGE FAIR ENTWICKELTE MAGNET IST FERTIG:** Der Elektro-Magnet ist supraleitend, hat eine Länge von fast drei Metern und wiegt über drei Tonnen. Es werden 108 Magnete dieser Art für FAIR am GSI benötigt. Foto: GSI

Dieser Prozess der Programmorientierten Förderung ist Anfang des Jahres 2008 in die zweite Runde gegangen und konnte im Oktober 2009 abgeschlossen werden. Insgesamt haben sich 347 Experten internationaler Forschungseinrichtungen in den Begutachtungen engagiert, so dass wir nun in die nächste Programmperiode starten können, mit der Gewissheit, auf dem richtigen

**Insgesamt haben sich 347 Experten internationaler Forschungseinrichtungen in den Begutachtungen engagiert, so dass wir nun in die nächste Programmperiode starten können, mit der Gewissheit, auf dem richtigen Weg zu sein.**

Weg zu sein. Denn die Bewertungen waren in der Regel außerordentlich positiv, im Detail aber gab es wertvolle Hinweise, die wir berücksichtigen werden. Ein sichtbarer Erfolg sind zum Beispiel programmübergreifende strategische Initiativen wie die Klimainitiative. Diese Initiative, die eng mit den Klimaforschungsaktivitäten der Helmholtz-Zentren im Forschungsbereich Erde und Umwelt verbunden ist, ist Mitte 2009 unter der Leitung des Alfred-Wegener-Instituts gestartet. Der Prozess der Programmorientierten Förderung hat sich als wertvolles Instrument erwiesen und wird nun in Diskussion mit den Forschungszentren weiter optimiert.

#### **Das Budget steigt mit den Aufgaben**

Die Zuwendungen von Bund und Ländern an die Helmholtz-Gemeinschaft belaufen sich im Jahr 2009 auf insgesamt 2,07 Mrd. Euro. Der Aufwuchs der institutionellen Zuwendungen in Höhe von 267 Mio. Euro gegenüber dem Jahr 2008 (plus 15 Prozent im Jahresvergleich) begründet sich durch den Pakt für Forschung und Innovation, mit dem Bund und Länder der Helmholtz-Gemeinschaft einen jährlichen Aufwuchs von drei Prozent zugesichert haben. Dazu kommen weitere Erhöhungen des Haushalts, da die Helmholtz-Gemeinschaft durch die Übernahme neuer Aufgaben gewachsen ist: So wurde im April 2009 das Deutsche Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen e.V. in Bonn gegründet und in die

Helmholtz-Gemeinschaft aufgenommen. Neben dem Kernzentrum in Bonn werden Partnerstandorte in München, Tübingen, Rostock/Greifswald, Witten-Herdecke, Göttingen und Magdeburg eingerichtet und durch die Helmholtz-Gemeinschaft finanziert. Seit Anfang des Jahres 2009 ist auch die Fusion der beiden großen Berliner Forschungseinrichtungen Hahn-Meitner-Institut GmbH und Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung m.b.H. BESSY zum neuen Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH vollzogen. Nun wird die Überführung des Forschungszentrums Dresden-Rossendorf, das bisher zur Leibniz-Gemeinschaft zählt, in die Helmholtz-Gemeinschaft vorbereitet, die 2011 stattfinden soll. Dazu kommen einmalige Leistungen aus den Konjunkturprogrammen von Bund und Ländern. Die Helmholtz-Gemeinschaft hat dadurch zusätzliche Mittel erhalten, nicht nur zur dringend erforderlichen Sanierung von Gebäuden, sondern auch für die Beschaffung neuer Geräte und den Ausbau von Forschungsnetzwerken, beispielsweise im Bereich Batterieforschung und Elektromobilität. Ein wichtiger Grund für die Bewilligung der Gelder war die ausgezeichnete Vorbereitung der Anträge, die den Zuwendungsgebern gewährleistet, dass diese Mittel in den Helmholtz-Zentren zeitnah und effektiv eingesetzt werden können. Nach aktuellem Stand (Herbst 2009) können bis zu 94 Investitionsmaßnahmen mit einem Gesamtvolumen von rund 198 Mio. Euro im Zeitraum 2009 bis 2011 bewilligt werden.

#### **Neue Infrastrukturen für die Forschung werden aufgebaut**

In allen sechs Forschungsbereichen haben Helmholtz-Zentren ihre wissenschaftliche Infrastruktur weiter ausgebaut. So wurde Anfang des Jahres in der Antarktis die Neumayer-Station III eröffnet, die aufgrund einer raffinierten Hebe-Technik nicht im Eis versinkt und voraussichtlich 25 bis 30 Jahre genutzt werden kann. Die Station, die vom Alfred-Wegener-Institut betrieben wird, dient als Basis für wissenschaftliche Observatorien sowie als logistisches Zentrum für Inlandexpeditionen und Polarflugzeuge.

01|2009 >>



IM JANUAR 2009 ERÖFFNET BUNDESFORSCHUNGSMINISTERIN ANNETTE SCHAVAN EIN GEBÄUDE MIT EINEM 7-TESLA-MRT AM MDC: Durch die moderne Bildgebung an einem der weltweit stärksten Magnetresonanztomographen für die medizinische Forschung werden neue Einblicke in den Körper erwartet. Foto: MDC

02|2009 >>



DEUTSCHE ANTARKTIS-FORSCHUNGSSTATION IM FEBRUAR 2009 ERÖFFNET: Ein kombiniertes Gebäude für Forschen und Wohnen auf einer Plattform über der Schneeoberfläche und mit einer in den Schnee gebauten Garage. Als erste Forschungsstation des AWI nutzt die Neumayer-Station III eine patentierte Hydraulikkonstruktion. Foto: AWI

Das Forschungsflugzeug HALO (High Altitude and Long Range Research Aircraft) wird jetzt auf die ersten Missionen für die Klima- und Atmosphärenforschung vorbereitet. Das neue Mitglied der Forschungsflotte des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt zählt zu den leistungsfähigsten Forschungsflugzeugen weltweit.

Die Fusionsforschungsanlagen ASDEX Upgrade und Wendelstein 7-X im Max-Planck-Institut für Plasmaphysik in Garching und Greifswald, einem assoziierten Zentrum der Helmholtz-Gemeinschaft, wurden vom „Fusion Facilities Review Panel“ der EU mit sehr gutem Ergebnis evaluiert.

**Die Großprojekte XFEL und FAIR an den Standorten Hamburg und Darmstadt stehen kurz vor dem Abschluss der völkerrechtlichen Verträge und der Gesellschafterverträge, die die Grundlage für die Finanzierung der Projekte durch internationale Konsortien bilden.**

Im Forschungsbereich Gesundheit wird eine einzigartige Langzeit-Kohortenstudie geplant. Die Helmholtz-Kohorte aus rund 200.000 Probanden, die etwa 15 Jahre begleitet werden, verspricht neue Erkenntnisse zu Risikofaktoren und zur Prävention von Volkskrankheiten. An dieser Initiative beteiligen sich neben universitären Partnern und der Leibniz-Gemeinschaft das Deutsche Krebsforschungszentrum, das Helmholtz-Zentrum München für Gesundheit und Umwelt, das Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch, das Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung sowie das Deutsche Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen zusammen mit dem Forschungszentrum Jülich. Darüber hinaus werden leistungsstarke Magnetresonanztomographen für die Forschung im Herz-Kreislauf-Bereich und die Neurowissenschaften an Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft aufgebaut und in Betrieb genommen.

Im Forschungsbereich Schlüsseltechnologien bauen wir die Kapazitäten im Supercomputing weiter aus, wobei am Forschungszentrum Jülich drei neue Supercomputer für die For-

schung installiert wurden, die zu den schnellsten Rechnern der Welt zählen.

Im Forschungsbereich Struktur der Materie werden die großen Entscheidungen der jüngsten Vergangenheit nun umgesetzt. So wurde der Beschleuniger PETRA, an dem einst das Gluon entdeckt wurde, komplett umgerüstet zur derzeit leistungsfähigsten Synchrotronstrahlungsquelle der Welt. Die Großprojekte XFEL und FAIR an den Standorten Hamburg und Darmstadt stehen kurz vor dem Abschluss der völkerrechtlichen Verträge und der Gesellschafterverträge, die die Grundlage für die Finanzierung der Projekte durch internationale Konsortien bilden. Mit einer Unterzeichnung ist noch im Jahr 2009 zu rechnen.

**Strategische Partnerschaften werden weiter ausgebaut**

Im deutschen Wissenschaftssystem sind die Universitäten unsere wichtigsten Partner. Die Gemeinschaft entwickelt daher vielfältige Formen der Kooperation: von zeitlich befristeten Projektkollaborationen in über 80 Virtuellen Instituten und sieben Helmholtz-Allianzen, die aus dem Impuls- und Vernetzungsfonds gefördert werden, bis zur Gründung von dauerhaften Einrichtungen wie den „Helmholtz-Instituten“ auf dem Campus der Universität oder gar der Fusion von Universität und Helmholtz-Zentrum wie im Fall des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Mit diesen strategischen Partnerschaften gibt die Helmholtz-Gemeinschaft neue Impulse für die Vernetzung im Wissenschaftssystem und erfüllt damit eine wesentliche Verpflichtung des Pakts für Forschung und Innovation. Dabei hat sich die Idee einer Fusion zwischen der Universität Karlsruhe und dem Forschungszentrum in Karlsruhe zum KIT in der zweiten Runde der Exzellenzinitiative Ende 2007 als eines der „Zukunftskonzepte“ durchgesetzt. Seit Oktober 2009 ist die Fusion rechtskräftig. Auch andere Formen der Kooperation zwischen Universitäten und Helmholtz-Zentren wurden in der Exzellenzinitiative als Zukunftskonzepte ausgezeichnet, so die „Jülich-Aachen Research Alliance“ JARA zwischen der RWTH Aachen und dem Forschungszen-





05|2009 >>

**STARTSCHUSS FÜR NEUEN SUPERCOMPUTER BLUE GENE/P:** Im Mai 2009 erreichte das Forschungszentrum Jülich einen Meilenstein des deutschen und europäischen Supercomputings. Gleich drei neue Supercomputer nehmen den Betrieb auf: Der zum Petakomplex ausgebauter Rechner JUGENE, der Supercomputer JUROPA sowie der Fusionsrechner HPC-FF. JUGENE ist der schnellste Rechner für die Wissenschaft in Europa.  
Foto: Forschungszentrum Jülich



07|2009 >>

**WISSENSCHAFTLER HABEN AN DER NEUEN SYNCHROTRONQUELLE PETRA III HOCHBRILLIANTES RÖNTGENLICHT FÜR DIE FORSCHUNG ERZEUGT:** Damit steht die weltweit hellste Speicherring-Röntgenquelle für den Experimentierbetrieb seit Juli 2009 bei DESY zur Verfügung. Der 2,3 Kilometer lange Elektronen-Speicherring war zur Röntgenstrahlungsquelle umgebaut worden. Foto: DESY

trum Jülich und die Forschungsallianz zwischen dem Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg und dem Zentrum für Molekulare Biologie der Universität Heidelberg. Von dieser Art der Kooperation profitieren alle Beteiligten: die Universitäten, die sich mit dem Titel „Eliteuniversität“ schmücken können, wie die Forschungszentren.

Helmholtz-Institute sind dagegen als Außenstellen von Helmholtz-Zentren konzipiert, die an geeigneten Partneruniversitäten gegründet werden, um auf den bereits vorhandenen Kompetenzen aufzubauen. Im Jahr 2009 sind drei Helmholtz-Institute gegründet worden: Das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung ist mit den zwei neuen Helmholtz-Instituten in Jena

---

**Mit der Gründung von drei Helmholtz-Instituten in Thüringen, Rheinland-Pfalz und im Saarland ist die Helmholtz-Gemeinschaft nun in allen Bundesländern vertreten.**

---

und in Mainz verbunden. Das Helmholtz-Institut in Jena arbeitet an Fragen der Laserphysik und kooperiert dabei mit der dortigen Friedrich-Schiller-Universität sowie mit dem Helmholtz-Zentrum DESY. Das Helmholtz-Institut Mainz arbeitet mit der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz zusammen an der Planung des Großbeschleunigers FAIR, an den künftigen Experimenten sowie an der theoretischen Physik, die zum Verständnis der Ergebnisse benötigt wird. Mit dem Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung in Braunschweig hat die Universität in Saarbrücken das gemeinsame Helmholtz-Institut für Pharmazeutische Forschung Saarland gegründet. Dort sollen neue Wirkstoffe zur Bekämpfung von Infektionskrankheiten identifiziert und weiterentwickelt werden. Damit ist die Helmholtz-Gemeinschaft nun auch in allen 16 Bundesländern vertreten.

Eine „Denkfabrik“ hat das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung zusammen mit universitären Partnern eingerichtet, um das weltweit einzigartige Großgerät FAIR optimal vorzubereiten und zu nutzen. Im Helmholtz International

Center (HIC) for FAIR werden die besten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Welt zu Gast sein, um neue Methoden, Modelle und Versuchsanordnungen für die Arbeit an FAIR zu entwerfen. Sobald der Teilchenbeschleuniger FAIR betriebsbereit ist, werden auch die Auswertung und Interpretation der enormen Datenmenge am HIC vorgenommen.

**Helmholtz gestaltet den Forschungsraum in Europa und darüber hinaus**

Am 7. Forschungsrahmenprogramm haben sich die Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft sehr erfolgreich beteiligt, rund 380 Anträge wurden seit Beginn des Jahres 2007 bewilligt. Allein im letzten Jahr (Herbst 2008 bis Herbst 2009) wurden mehr als 180 erfolgreiche Projektanträge gemeldet. Insgesamt koordinieren die Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft mehr als 67 Projekte im 7. Rahmenprogramm. Im Rahmen der Roadmap des Europäischen Strategieforums für Forschungsinfrastrukturen ESFRI sind die Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft an 18 von 44 großen Schlüsselprojekten – bei sieben davon federführend – beteiligt. Dies zeigt, dass den Helmholtz-Zentren auch zugetraut wird, hier eine besondere Verantwortung zu übernehmen.

Die zum Teil weltweit einzigartigen Forschungsinfrastrukturen der Helmholtz-Zentren ziehen jedes Jahr rund 4.500 Gastwissenschaftlerinnen und Gastwissenschaftler vor allem aus Europa, Russland, Amerika, China und Indien an. Doktoranden, Nachwuchsgruppenleiterinnen und -leiter sowie etablierte Forscher werden selbstverständlich international rekrutiert.

**Wir sind forschungspolitisch aktiv**

Als größte deutsche Forschungsorganisation ist die Helmholtz-Gemeinschaft ein wichtiger Partner der Wissenschaftspolitik. Turnusgemäß koordiniert die Helmholtz-Gemeinschaft im Jahr 2009 die Allianz der deutschen Wissenschaftsorganisationen und hat dabei auch die Sprecherrolle in Abstimmung mit den beteiligten Organisationen übernommen.



**DAS NEUE FORSCHUNGSFLUGZEUG HALO STARTET:** Mit dem vom DLR betriebenen HALO beginnt ein neues Kapitel der deutschen Atmosphärenforschung und Erdbeobachtung. HALO übertrifft in Flughöhe, Nutzlast und Reichweite die Leistungsfähigkeit aller bisher operierenden Forschungsflugzeuge ([www.dlr.de/halo](http://www.dlr.de/halo)). Foto: DLR

**KATRIN WIRD AUFGEBAUT:** Das Hauptspektrometer von KATRIN, einem Experiment zur Messung der Neutrinomasse im Karlsruher Institut für Technologie, wird mit der größten Helmholtz-Spule der Welt umgeben. Erste Experimente an KATRIN sind im Frühjahr 2010 geplant. Foto: KIT

Dabei hat sich die Helmholtz-Gemeinschaft zusammen mit der Allianz der Wissenschaftsorganisationen mit großem Nachdruck dafür eingesetzt, dass sowohl der Pakt für Forschung und Innovation als auch die Exzellenzinitiative und der Hochschulpakt fortgeführt werden. Dieser Einsatz war erfolgreich: Bund und Länder haben sich noch vor der Wahl im Herbst des Jahres darauf verständigt, dieses Paket der Pakte zu verabschieden und dabei den außeruniversitären Forschungsorganisationen von 2011 bis 2015 einen jährlichen Aufwuchs von fünf Prozent zugesichert. Diesen Spielraum werden wir nutzen, um die Vernetzung im Wissenschaftssystem weiter auszubauen und unser Engagement für den wissenschaftlichen Nachwuchs weiter zu verstärken. Mit der Broschüre „Neue Impulse für die Gesundheitsforschung“ haben die Helmholtz-Gesundheitszentren unter Federführung von Prof. Dr. Otmar Wiestler und Prof. Dr. Günther Wess eine Initiative zur Bildung nationaler Konsortien gestartet. Darüber hinaus haben Helmholtz-Wissenschaftler unter Federführung von Prof. Dr. Eberhard Umbach im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie ein Papier mit Eckpunkten und Leitlinien zur Weiterentwicklung der Energieforschungspolitik der Bundesregierung erarbeitet, das den Forschungsbedarf umfassend analysiert.

#### Wir setzen auf die Menschen

Die Anzahl der Doktorandinnen und Doktoranden in den Helmholtz-Zentren ist weiter gestiegen und liegt derzeit bei rund 4.400. Die Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft betreiben dafür eine Vielzahl von Programmen zur strukturierten Promotionsausbildung. Der strukturierte Weg zur Promotion führt in rund drei Jahren zum Abschluss und vermittelt zusätzliche Schlüsselqualifikationen. Einige Programme werden durch den Impuls- und Vernetzungsfonds unterstützt, der aus einem Teil des Aufwuchses aus dem Pakt für Forschung und Innovation finanziert wird. So wurden im Jahr 2008 zwei neue Helmholtz-Kollegs sowie drei neue Graduiertenschulen in die Förderung aus dem Impuls- und Vernetzungsfonds aufgenommen. Während Graduiertenschulen allen Doktoran-

dinnen und Doktoranden eines Helmholtz-Zentrums offen stehen, werden die Plätze in Helmholtz-Kollegs international ausgeschrieben und an besonders herausragende Absolventinnen und Absolventen vergeben.

In der siebten Ausschreibung der Helmholtz-Hochschul-Nachwuchsgruppen vom Frühjahr 2009 wurden durch die Gutachtergruppe sieben Kandidatinnen und dreizehn Kandidaten ausgewählt. Bemerkenswert war die hohe Qualität aller Anträge, was die Attraktivität dieser Positionen für den wissenschaftlichen Nachwuchs belegt. Die Leitung einer Nachwuchsgruppe ist mit einer Tenure Track-Option verbunden und gilt als idealer Einstieg in eine wissenschaftliche Karriere. Dafür sprechen auch die Bewerbungen von Nachwuchswissenschaftlern, die zurzeit an sehr renommierten ausländischen Einrichtungen wie dem MIT oder der Stanford University in den USA beschäftigt sind. Insgesamt hat die Helmholtz-Gemeinschaft damit nun 116 Helmholtz-Hochschul-Nachwuchsgruppen in die Förderung aufgenommen, dabei wird die Hälfte der Kosten aus dem Impuls- und Vernetzungsfonds finanziert, während die Helmholtz-Zentren die andere Hälfte tragen. Im Jahr 2008 waren etwa 70 Nachwuchsgruppen in der Förderphase, 2009 werden insgesamt 83 Nachwuchsgruppen aus dem Impuls- und Vernetzungsfonds gefördert.

---

**Ein wichtiges Ziel der Personalpolitik und der Talentförderung ist die Chancengleichheit von Frauen und Männern. Dabei bleibt Exzellenz natürlich das oberste Kriterium.**

---

Ein wichtiges Ziel der Personalpolitik und der Talentförderung ist die Chancengleichheit von Frauen und Männern. Dabei bleibt Exzellenz natürlich das oberste Kriterium. Das Programm „In Führung gehen“ wendet sich an weibliche Nachwuchskräfte in Wissenschaft und Administration der Helmholtz-Forschungszentren und ist einer der Strategiebausteine der Helmholtz-Gemeinschaft zur Förderung der Chancengleichheit. Auch in der Helmholtz-Akademie für Führungskräfte ist etwa die Hälfte der Teilnehmenden

weiblich. Unabhängig davon sind inzwischen sieben Frauen in Vorstandspositionen in der Helmholtz-Gemeinschaft berufen worden. Selbstverständlich engagieren wir uns auch in der Ausbildung junger Menschen in einer Vielzahl von Berufen (siehe Leistungsbilanz) und in der Bildung von Kindern und Jugendlichen: Die Helmholtz-Zentren unterhalten insgesamt 24 Schülerlabore, die jährlich von über 50.000 Schülerinnen und Schülern besucht werden. Und die Helmholtz-Gemeinschaft hat im Jahr 2006 eine Initiative zur naturwissenschaftlichen Bildung im Vorschulalter mitbegründet, die ausgesprochen populär ist: Das Haus der kleinen Forscher erreicht inzwischen über 8.000 Kindergärten und über 500.000 Kinder in ganz Deutschland.

#### Die Gemeinschaft entwickelt sich weiter

Die Helmholtz-Gemeinschaft ist eine noch junge Organisation, die sich dynamisch entwickelt. Dazu hat die Gemeinschaft zwei Strategiepapiere erarbeitet: Die Helmholtz-Agenda definiert die Handlungsfelder, die für die Wettbewerbsfähigkeit der Helmholtz-Gemeinschaft und ihrer Zentren in den nächsten Jahren als entscheidend betrachtet werden. Das von der Mitgliederversammlung Ende Januar 2009 erarbeitete Liebenberg-Papier entwirft Perspektiven für die Weiterentwicklung der Helmholtz-Gemeinschaft als Organisation. Dazu gehören die Optimierung der Evaluationsverfahren und der Programmorientierten Förderung, aber auch des Programmportfolios mit Hilfe einer strukturierten Zukunftsschau (Foresight-Prozess). Wir gehen mit Optimismus in diesen Diskussionsprozess hinein. Arbeiten wir also weiter daran, die optimalen Voraussetzungen für Spitzenforschung zu schaffen, die relevante Beiträge zur Lösung der größten Herausforderungen in einer sich rasch wandelnden Welt leistet. Wir vertrauen darauf, dass auch nach der Wahl noch gilt, was vor der Wahl Konsens gewesen ist und was die Finanzkrise noch einmal deutlich vor Augen geführt hat: Nur Investitionen, die sich nachhaltig lohnen, schaffen echte Werte. Investitionen in Köpfe und in Forschung sind die besten Investitionen, die ein Land tätigen kann.



Ob Kernfusion oder Desertec – beides heißt, die Kraft der Sonne zu mobilisieren. Mega-Projekte wie diese könnten Wege aus der

Energie-Klimafalle weisen: mit guten Erfolgchancen, aber auch mit technischen und politischen Risiken, die Emotionen wecken mögen. Es werden viele Wege sein, die in ungewohnt weiten Horizonten vorausgeplant werden müssen: mit Verstand und mit Herz. Damit sich nicht erst in 50 Jahren die gemeinsamen Anstrengungen im Interesse unserer Kinder gelohnt haben.

**PROF. DR. HERMANN REQUARDT**  
Senator der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Mitglied des Vorstands der Siemens AG



„Die Helmholtz-Gemeinschaft ist prädestiniert, Beiträge zur Lösung der drängendsten Fragen unserer Gesellschaft zu leisten. Mit ihren Großgeräten und einzigartigen Forschungsanlagen nimmt

sie eine Schlüsselfunktion in der Forschungslandschaft ein. Die etablierten Partnerschaften der Spitzenforscher der Gemeinschaft mit Universitäten und anderen Forschungsinstitutionen helfen die Herausforderungen zu bewältigen, die bei der Grundlagen- und angewandten Forschung an Systemen hoher Komplexität wesentlichen Erkenntnisgewinn ermöglichen. Die Helmholtz-Gemeinschaft trägt damit eine wichtige Verantwortung zur Gestaltung unserer Zukunft.“

**PROF. DR. GERD LITFIN**  
Senator der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Vorsitzender des Aufsichtsrates der Linos AG



„Große Fragen führen zu großer Forschung, die eng mit großer Freiheit und Verantwortung verbunden ist. Die Forschung navigiert uns nicht nur zu Lösungen von wissenschaftlichen Fragen, sondern wirft auch neue Fragen auf, die weitsichtig das Verhältnis von Natur und

Menschheit im Zusammenhang sehen. Die Helmholtz-Gemeinschaft und ihre Wissenschaftler gehören dabei zusammen wie Wasser und Fische. Nur mit zielgerichteten Investitionen können interdisziplinäre und interkulturelle Forschungsteams gut gedeihen. Heben wir gemeinsam den Blick, damit wir keine Grenzen sehen!“

**PROF. DR. LIQIU MENG**, Senatorin der Helmholtz-Gemeinschaft, Vizepräsidentin Technische Universität München



„Spitzenforschung verlangt auch Investitionen in innovative Technik. So haben mehrere Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft in den letzten Jahren 7-Tesla MRT-Systeme und 9,4 Tesla MR-PET Hybridssysteme in Betrieb genommen, die Organe, insbesondere Hirn- und

Nervengewebe verbessert darstellen. Die so ermöglichte innovative medizinische Forschung übt eine hohe Anziehungskraft auf internationale Wissenschaftler aus und trägt zur Erhaltung der Attraktivität des Forschungsstandortes Deutschland bei.“

**PROF. DR. DR. ANDREAS BÄRNER**, Senator der Helmholtz-Gemeinschaft, Sprecher der Unternehmensleitung und Pharma Forschung, Entwicklung und Medizin, Boehringer Ingelheim GmbH



Große Fragen – große Forschung

## AKTUELLE PROJEKTE AUS DER HELMHOLTZ-FORSCHUNG



## FORSCHUNGSBEREICH ENERGIE



PROF. DR. EBERHARD UMBACH  
Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Koordinator für den Forschungsbereich Energie,  
Karlsruher Institut für Technologie

### DIE AUFGABE

Im Forschungsbereich Energie arbeiten Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler daran, die Energieversorgung langfristig und nachhaltig zu sichern und dafür Lösungen zu erarbeiten, die ökonomisch und ökologisch tragbar sind. Dies erfordert die ganzheitliche Untersuchung relevanter Energieketten unter Einbeziehung von Randbedingungen und Begleiterscheinungen einschließlich der Klima- und Umweltfolgen. Dabei sind die Betrachtung aller Primärenergien und die breite Erforschung innovativer Technologien zur rationellen und effektiven Umwandlung, Speicherung und Nutzung von Energieformen unerlässlich.

Das langfristige Ziel ist die vollständige Substitution der Energieträger, die einem begrenzten Zeithorizont unterliegen, mit Energieträgern, die nachhaltig, dauerhaft und klimaneutral nutzbar sind. Kurz- und mittelfristige Ziele schließen die Senkung des Energieverbrauchs durch rationelle Umwandlung und Nutzung, die Minderung der Importabhängigkeit in Deutschland und in Europa, die Erforschung neuer Speichertechnologien, die Verminderung der Klima- und Umweltfolgen und die Sicherung spezieller Anforderungen in mobilen Anwendungen mit ein.

Aus diesem Gesamtspektrum leitet die Helmholtz-Gemeinschaft ihre Strategie in der Energieforschung ab. Diese baut auf den bereits verfügbaren Kompetenzen und Erfahrungen der Helmholtz-Zentren auf. Die Fähigkeiten anderer wissenschaftlicher und industrieller Partner werden berücksichtigt. Zugleich werden Zukunftsfelder identifiziert, in denen die Helmholtz-Gemeinschaft neue Kompetenzen auf- und ausbauen muss.

Der Energiebedarf heutiger und künftiger Generationen erfordert die Entwicklung neuer Technologien, aus denen wettbewerbsfähige Innovationen entstehen können. Mit dieser Zielsetzung loten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler

unter anderem die Potenziale von erneuerbaren Energiequellen wie Sonnenenergie, Biomasse oder Erdwärme aus. Sie arbeiten verstärkt an der Effizienzsteigerung von konventionellen Kraftwerken und der rationellen Energienutzung. Die Arbeiten zur Energieerzeugung durch Kernfusion erschließen langfristig eine neue Energiequelle. Dieser Weg ist eine wissenschaftliche und großtechnische Herausforderung, die in internationaler Zusammenarbeit vorangetrieben wird. Schließlich trägt die Helmholtz-Gemeinschaft mit dem weltweit einzigartigen Know-how in der nuklearen Sicherheitsforschung zum sicheren Betrieb von Kernreaktoren sowie zu der Behandlung und Entsorgung der hochradioaktiven Abfälle bei.

Zusätzlich zu den vielfältigen Forschungsaktivitäten gibt es in der Helmholtz Gemeinschaft strukturelle Entwicklungen, die die Energieforschung stärken. Der im Exzellenzwettbewerb des Bundes und der Länder erfolgreiche Zusammenschluss zwischen der Universität Karlsruhe und dem Forschungszentrum Karlsruhe zum Karlsruher Institut für Technologie, kurz KIT, hat unter anderem zur Gründung eines KIT-Zentrums Energie geführt, das sich zum führenden europäischen Zentrum in der Energieforschung entwickeln soll. Das Forschungszentrum Jülich und die RWTH Aachen führen in der Sektion JARA-ENERGY der Jülich-Aachen Research Alliance JARA ihre sich ergänzenden Kompetenzen zu einer international wegweisenden Forschungspartnerschaft zusammen, um Disziplin- und fachgebietsübergreifend neue Energielösungen zu erarbeiten. Schließlich wird die Solarenergieforschung durch ein vom Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie gemeinsam mit der Industrie und der TU Berlin gegründetes Kompetenzzentrum für Dünnschicht- und Nanotechnologie für Photovoltaik gestärkt.

Der Forschungsbereich Energie wurde im Rahmen der Programmorientierten Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft zu Beginn des Jahres 2009 begutachtet. Der vorliegende Helmholtz-Geschäftsbericht gibt einen Überblick über die bisherige Struktur und Aufgabenstellung des Forschungsbereichs im Berichtszeitraum bis Ende 2009 und stellt die neuen Forschungsprogramme vor, die für die strategische Ausrichtung der Energieforschung in den kommenden fünf Jahren stehen. Erläutert werden die bisherige und die neue Struktur durch eine Übersicht über die Mittelverteilung im Jahr 2008 sowie die Mittelverteilung ab dem kommenden Jahr 2010. Ab 2010 befinden sich alle sechs Forschungsbereiche in der zweiten Förderperiode.

## DIE PROGRAMMSTRUKTUR IN DER FÖRDERPERIODE 2004–2009\*

Im Forschungsbereich Energie der Helmholtz-Gemeinschaft wirken derzeit sechs Helmholtz-Zentren zusammen: das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), das Forschungszentrum Karlsruhe (FZK), seit 1. Oktober 2009 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), das Forschungszentrum Jülich (FZJ), das Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB), das Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ und das Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) als assoziiertes Mitglied in der Helmholtz-Gemeinschaft. Im Zuge der Planungen für die kommende Runde der Programmorientierten Förderung wird das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ mit seiner Forschung ebenfalls ab dem Jahr 2010 im Energiebereich tätig werden. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten in bisher vier Forschungsprogrammen zusammen:

- Erneuerbare Energien
- Rationelle Energieumwandlung
- Kernfusion
- Nukleare Sicherheitsforschung

Hinzu kommt in der nächsten Periode der Programmorientierten Förderung 2010–2014 das neue Programm Energiesystemanalyse als Teil des forschungsübergreifenden Programms Technologie, Innovation und Gesellschaft. Die Programme werden in interdisziplinären Arbeitsgruppen in internationaler Zusammenarbeit vorangetrieben. Sehr gute Forschungsinfrastrukturen, Testanlagen für Großkomponenten, hochleistungsfähige Analysesysteme und große Rechnerkapazitäten stehen hierfür zur Verfügung. Im Dialog zwischen den Dachverbänden von Industrie und Wissenschaft hat sich der Konsens entwickelt, dass in der jetzigen Situation keine relevante Energieoption aufgegeben werden darf. Nur dadurch kann die Energiewirtschaft die drei zentralen Probleme bewältigen: schwindende Ressourcen, potenzielle Risiken bei der Reststoffentsorgung und die Klimaproblematik.



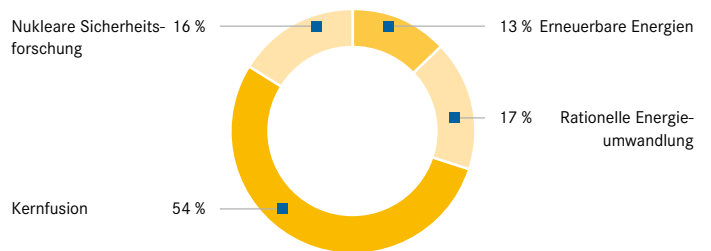
„Eine nachhaltige Energieversorgung bedeutet laufende Effizienzsteigerungen beim Anwender, Umwelt- und Klimaschutz durch eine starke Zentralisierung der Emissionen (beispielsweise mittels innovativer Kraftwerkstechnik) sowie Ressourcenschutz durch eine möglichst breite Primärenergieträgerstruktur, einschließlich erneuerbarer Energien und der Fusion. Neue Energietechniken und -systeme gehen – ganz anders als zum Beispiel in der schnelllebigen Kommunikationstechnik – mit jahrzehntelangen Entwicklungsphasen einher und erfordern ein hohes Maß an interdisziplinärer Forschung, einschließlich der Frage nach breiter gesellschaftlicher Akzeptanz.“

**PROF. DR. ULRICH WAGNER**  
Senator der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Technische Universität München

\*Im Forschungsbereich Energie begann die erste Förderperiode 2004, die um ein Jahr bis 2009 verlängert wurde.

## Die Struktur des Forschungsbereichs Energie Grundfinanzierte Kosten 2008: 252 Mio. Euro

Zusätzlich erhält der Forschungsbereich Energie 135 Mio. Euro Drittmittel. Damit stehen ihm Gesamtmittel i.H.v. 387 Mio. Euro zur Verfügung.



## DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2004–2009\*

### Das Programm Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien aus Sonne, Erdwärme oder Biomasse sind zentrale Optionen für eine nachhaltige Energieversorgung der Zukunft, da sie unerschöpflich und klimafreundlich sind. Die Forschung zielt neben der Entwicklung neuer Technologien insbesondere auf eine Senkung der Kosten ab. Die photovoltaische Solarenergienutzung erlebt derzeit ein rasantes Wachstum. Mehrere Solarfirmen, die auf der Technologie und dem Know-how der Helmholtz-Zentren basieren, sind im Aufbau. Die in der Helmholtz-Gemeinschaft erforschten Verbesserungen in der Dünnschichtphotovoltaik werden das volle Potenzial dieser innovativen Technologie nutzen und den Preis des gewonnenen Stroms signifikant reduzieren. Auch der bemerkenswerte Aufschwung bei den solarthermischen Kraftwerken hat wesentlich von den Arbeiten profitiert, die die Helmholtz-Gemeinschaft bei der Weiterentwicklung und beim Test neuartiger Komponenten in der großtechnischen Versuchsanlage im spanischen Almería gesammelt hat. Weitere Entwicklungen zielen auf höhere Temperaturen, neuartige thermische Energiespeicher und langfristig auch auf die chemische Speicherung der solaren Energie ab. Bei der tiefen Geothermie, die in Schichten von 3.000 bis 6.000 Metern nutzbar wird, ist es das Ziel, Stromerzeugung und Wärmenutzung intelligent miteinander zu kombinieren. Die Forscherinnen und Forscher arbeiten derzeit an einer effektiven Nutzung vorhandener Heißwasserreservoirs und der Erschließung und Nutzung heißer Gesteinsschichten durch stimulierten Wärmeaustausch. Die Systemanalyse bewertet anhand technischer, ökonomischer und ökologischer Kriterien insbesondere Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien. Aus den so gewonnenen Erkenntnissen werden Szenarien einer zukünftigen Energieversorgung abgeleitet und Beiträge zu einer sachlichen Diskus-

sion möglicher Optionen der zukünftigen Energieversorgung geleistet. Die Biomasse speichert Sonnenenergie und spielt als einzige erneuerbare Kohlenstoffquelle eine Sonderrolle: Aus ihr lassen sich neben Wärme und Strom vor allem chemische Rohstoffe und Kraftstoffe erzeugen. Die nachhaltige Nutzung von Biomasse, die derzeit in anderen Programmen der Helmholtz-Gemeinschaft erforscht wird, wird ab dem Jahr 2010 Teil des Forschungsprogramms „Erneuerbare Energien“ werden.

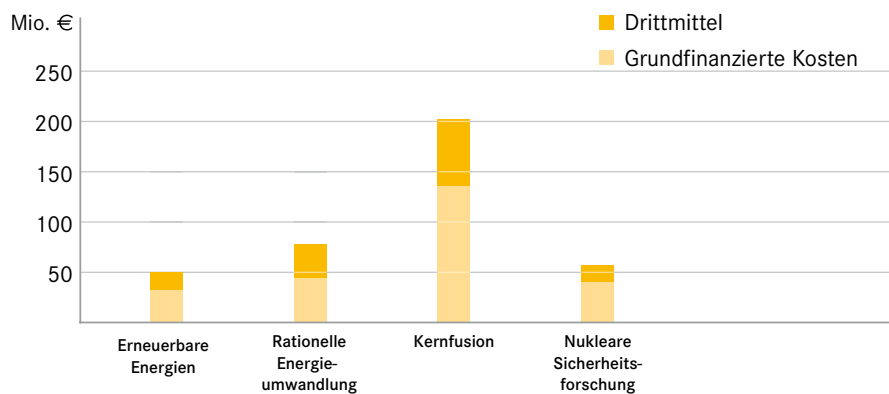
### Das Programm Rationelle Energieumwandlung

Fossile Energieträger wie Erdöl, Erdgas oder Kohle werden auf Jahrzehnte noch eine dominierende Rolle in der Energieversorgung spielen. Zusätzlich wird auch ein wesentlicher Anteil der zukünftigen alternativen Energieträger wie Synthesegas oder SynFuels aus Biomasse in Kraftwerksprozessen in Strom umgewandelt beziehungsweise als Treibstoff genutzt werden. Dabei existiert ein großes Einspar-Potenzial durch Effizienzsteigerung der Umwandlungstechnologien. Hier setzt das Programm Rationelle Energieumwandlung an. Die Wissenschaftler erforschen neue Technologien für Kraftwerke und Brennstoffzellen und untersuchen die Anwendung der Supraleitung in der Elektrizitätswirtschaft. Weitere Themen sind neue Materialien, bessere Lösungen für Hochleistungs-Gasturbinen und die CO<sub>2</sub>-Abtrennung. Besonderes Engagement wird in die Brennstoffzellen für den stationären und für den mobilen Bereich investiert. Im stationären Bereich stehen vor allem Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC) im Mittelpunkt. Im mobilen Bereich sind es die Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzellen (PEMFC und DMFC). Ebenfalls vielversprechend für die rationelle Energieumwandlung sind supraleitende Strombegrenzer und supraleitende Komponenten für das Stromnetz, mit denen Strom in Zukunft nahezu verlustfrei übertragen werden kann.

\*Im Forschungsbereich Energie begann die erste Förderperiode 2004, die um ein Jahr bis 2009 verlängert wurde.



Gesamtkosten des Forschungsbereichs Energie (2008)



### Das Programm Kernfusion

Die Kernfusion ist strategische Vorsorgeforschung: In wenigen Jahrzehnten könnte ein Demonstrationskraftwerk Energie erzeugen, ab der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts könnten erste Fusionskraftwerke in Betrieb gehen und einen Teil der Energieprobleme der Menschheit dauerhaft lösen. Forschung und Entwicklung vollziehen sich in engem Verbund mit nationalen und internationalen Partnern: So ist die Fusionsforschung der Helmholtz-Gemeinschaft Teil eines übergreifenden europäischen Fusionsprogramms. Das deutsche Fusionsprogramm wird durch die „Entwicklungsgemeinschaft Kernfusion“ koordiniert, in der drei Helmholtz-Zentren vertreten sind.

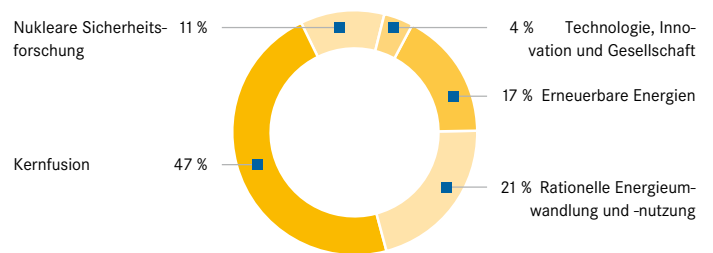
Die mit den internationalen Partnern vereinbarten Prioritäten der Forschung in der Helmholtz-Gemeinschaft sind: die Beteiligung am Aufbau und späteren Betrieb von ITER, einem großskaligen Tokamak-Experiment, und der Aufbau und Betrieb des europäisch unterstützten deutschen Stellarator-Großexperimentes WENDELSTEIN 7-X. Tokamak und Stellarator sind zwei verschiedene Konzepte, um heißes Fusionsplasma in einem Magnetfeld einzuschließen. ITER soll demonstrieren, dass Energiegewinnung durch Fusion technisch machbar ist. Das Experiment wird zudem die nötigen Daten liefern, um ein Demonstrations-Kraftwerk zu bauen. WENDELSTEIN 7-X soll zeigen, dass sich das für den stationären Betrieb sehr vorteilhafte Stellarator-Konzept für ein Fusionskraftwerk eignet.

Zur Unterstützung dieser Gesamtstrategie betreibt die Helmholtz-Gemeinschaft weiterführende Experimente, entwickelt die begleitende Theorie und arbeitet an neuen Technologien. Beispielsweise werden Plasma-Wand-Wechselwirkungen untersucht, hochleistungsfähige Plasmaheizungen entwickelt und neue Werkstoffe erforscht, um Komponenten für ein Demonstrations-Kraftwerk vorzubereiten. ASDEX Upgrade konnte vor kurzem als weltweit erste Divertor-Fusionsanlage mit Wolfram-Wand in Betrieb genommen werden.

### Das Programm Nukleare Sicherheitsforschung

In Deutschland wird im Rahmen einer strategisch angelegten Vorsorgeforschung auch bei Beibehaltung des Ausstiegs aus der Kernenergie noch für Jahrzehnte kerntechnisches Know-how benötigt. Forschung zur Sicherheit von Kernreaktoren und zur sicheren Entsorgung von nuklearen Abfällen ist dabei unverzichtbar. Die Arbeiten des Programms Nukleare Sicherheitsforschung der Helmholtz-Gemeinschaft stellen sicher, dass in Deutschland auf dem internationalen Stand von Wissenschaft und Technik breites Expertenwissen auf sämtlichen Gebieten zur Sicherheit der Kernreaktoren und der nuklearen Entsorgung vorhanden ist und dass sich deutsche Forscher aktiv an allen relevanten internationalen Projekten und Gremien beteiligen und diese mitgestalten. Als ersten Baustein der KIT-School of Energy haben das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und die AREVA NP GmbH die „AREVA Nuclear Professional School“ in Karlsruhe eingerichtet. Ziel ist die Weiterbildung junger Ingenieure und Naturwissenschaftler zu Experten in allen Bereichen der Kerntechnik, einem Forschungsfeld, das erstklassige Berufsperspektiven bietet.

### Die Struktur des Forschungsbereichs Energie Grundfinanzierte Kosten Plan 2010\*: 290 Mio. Euro (inklusive der anteiligen Programmgebundenen Forschung)



\* Erstes Jahr der neuen Programmförderperiode 2010–2014

## DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2010–2014

Für die zweite Förderperiode haben die Helmholtz-Zentren im Forschungsbereich Energie ihre Strategie teilweise nachjustiert und erweitert, um den großen Herausforderungen zu begegnen. Insbesondere wird die Energieforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft in Zukunft nicht nur auf Stromerzeugung fokussieren, sondern alle Anwendungsszenarien über die gesamte Prozesskette betrachten.

Der Forschungsbereich gliedert sich in der nächsten Förderperiode in vier Programme, das fünfte Programm „Technologie, Innovation und Gesellschaft“ wird gemeinsam mit dem Forschungsbereich Schlüsseltechnologien betrieben (Seite 52 ff.) und umfasst auch Forschungsarbeiten zur Energiesystemanalyse. Programmübergreifend ist geplant, eine Initiative zur Entwicklung von Energiespeichersystemen zu starten, die zwischen 2010 und 2014 mit insgesamt 14,49 Mio. Euro gefördert werden soll.

- Erneuerbare Energien
- Rationelle Energieumwandlung und -nutzung
- Kernfusion
- Nukleare Sicherheitsforschung
- Technologie, Innovation und Gesellschaft

#### Das Programm Erneuerbare Energien

Der Themenkatalog wird erweitert: Zur Stromerzeugung aus Sonnenenergie und Geothermie kommen Forschungsvorhaben zu Biomasse und solarer Brennstoffherstellung. Die Forschung in der Photovoltaik verfolgt weiterhin die Entwicklung von Dünnschicht-Solarzellen, um den Wirkungsgrad bei geringstem Material- und Energieaufwand nahe an seine theoretischen Grenzen zu führen. Solarthermische Kraftwerke im Sonnengürtel der Erde könnten ab etwa dem Jahr 2030 wesentliche Beiträge zur weltweiten Stromerzeugung leisten. Schon seit einigen Jahren werden kommerzielle Solarkraftwerke gebaut, allerdings mit konservativen technologischen Ansätzen. Die erfolgreiche Markteinführung neuerer Technologien erfordert

weitere Kostensenkungen. Langfristig soll die Bereitstellung solarer Brennstoffe über thermische Prozesse auf der Basis konzentrierender Solarsysteme ermöglicht werden. Der geologische Untergrund in Deutschland bietet großes Potenzial, um Wärme und Strom zu erzeugen. Die Geothermie-Forschung bündelt die Kompetenzen der beteiligten Zentren, um technologische Lösungsansätze zu entwickeln. In Groß Schönebeck werden bereits die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit geothermischer Stromerzeugung untersucht.

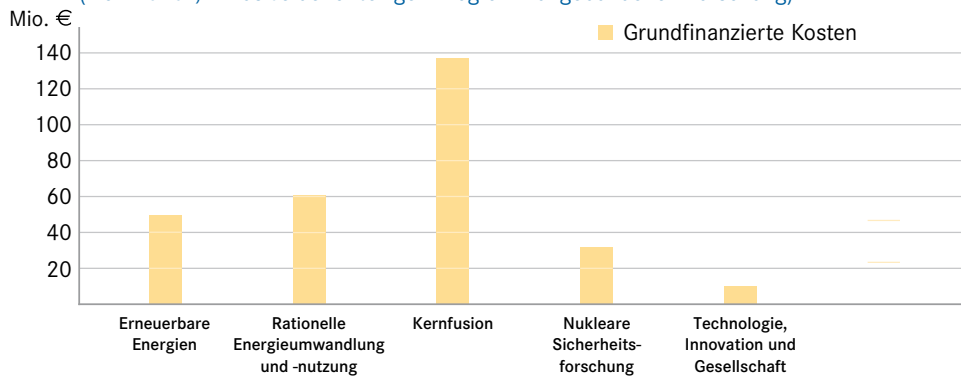
Zusätzlich werden Forschungsaktivitäten zur energetischen Nutzung von Biomasse in das Programm Erneuerbare Energien aufgenommen, die auch Biomassekonversion und Biogasproduktion im kleintechnischen Maßstab umfassen. Die enge Kooperation zwischen Helmholtz-Zentren und weiteren Forschungseinrichtungen ermöglicht umfassende Forschung zur energetischen Biomassenutzung in Deutschland.

#### Das Programm Rationelle Energieumwandlung und -nutzung

Um den Nutzungsgrad sowohl der erneuerbaren als auch der fossilen Energieträger zu erhöhen, werden verschiedene Forschungsansätze verfolgt: beispielsweise die intelligente Kopplung zwischen Energieverfügbarkeit und -nutzung durch Strom- und Wärmespeicher, mobile Energiespeicher, Wärmeübertrager oder synthetische Kraftstoffe, die Verknüpfung verschiedener Nachfragesituationen wie Kraft-Wärme- und Kraft-Kälte-Kopplung sowie Arbeiten zu thermo-chemischen Prozessen, mit denen nicht-konventionelle Energieträger wie Biomasse zu höherwertigen Brennstoffen verarbeitet werden können. Die Kraftwerke der Zukunft müssen diese unterschiedlichen Primärenergieträger möglichst effizient, umweltfreundlich und zuverlässig in Nutzenergie umwandeln. Dazu sind Innovationsschübe bei Komponenten wie Turbomaschinen und Werkstoffen notwendig, die höheren Temperaturen standhalten können.

Die CO<sub>2</sub>-Abtrennung aus Kraftwerken erfordert Forschung zu Gas-Trennverfahren und die Entwicklung neuer Konzepte, da die CO<sub>2</sub>-Abtrennung nicht mit einem erhöhten Ressourcenverbrauch erkaufte werden darf. Mittelfristig sind Lösungen zu erarbeiten, die eine Nachrüstung bestehender Kraftwerke ermöglichen. For-

### Grundfinanzierte Kosten des Forschungsbereichs Energie (Plan 2010\*, inklusive der anteiligen Programmungebundenen Forschung)



\*Erstes Jahr der neuen Programmförderperiode 2010–2014

Bitte beachten: Aufgrund der Initiative Energiespeicher/Wasserstoff der Helmholtz-Gemeinschaft sind die Kosten im Bereich Energie nur vorläufige Zahlen. Die endgültigen Zahlen werden zu Beginn des Jahres 2010 erwartet.

schungsziele im Bereich Brennstoffzellen sind die Erhöhung der Lebensdauer und Leistungsstärke, die Reduktion der Kosten sowie die Entwicklung neuer Verfahren zur Analyse von Alterungsmechanismen und für Qualitätssicherungsverfahren. Forschung und Entwicklung an supraleitenden Komponenten für Stromnetze kann dazu beitragen, die Verluste bei der Übertragung elektrischer Energie zu verringern. Um stochastische Energieströme wie Wind und Sonne voll zu nutzen, sind innovative Konzepte für Energiespeicherung nötig.

#### Das Programm Kernfusion

Das Programm Kernfusion der Helmholtz-Gemeinschaft verfolgt derzeit vorrangig zwei Ziele: zum einen die deutschen Beiträge zum Bau und Betrieb des internationalen Tokamak-Experiments ITER in Cadarache und zum anderen die Fertigstellung und den Betrieb des Stellarators Wendelstein 7-X in Greifswald. ITER soll die physikalische und teilweise auch technologische Machbarkeit der Kernfusion unter kraftwerksähnlichen Bedingungen beweisen. ITER allein kann jedoch nicht alle notwendigen Informationen für den Bau eines ersten Demonstrations-Fusionskraftwerks (DEMO) bereitstellen. Insbesondere die Entwicklung geeigneter Strukturmaterialien muss parallel zu ITER mit hoher Priorität vorangetrieben werden. Das Potenzial an Verbesserungen für den magnetischen Einschluss eines Fusionsplasmas ist noch nicht ausgeschöpft. Ein herausragendes Konzept hierzu ist der Stellarator: Im Prinzip ermöglicht er eine dauerbetriebsfähige Fusionsanlage und gilt daher als Alternative zum Tokamak. Das Experiment Wendelstein 7-X soll die Stellaratorlinie soweit qualifizieren, dass zusammen mit den Ergebnissen von ITER der Bau eines Stellarator-DEMO möglich wird (etwa ab dem Jahr 2040).

#### Das Programm Nukleare Sicherheitsforschung

Das Programm Nukleare Sicherheitsforschung teilt sich in drei Programmenthemen auf: Sicherheit der Kernreaktoren, Sicherheit der nuklearen Entsorgung und Strahlenschutz. Für das Thema Sicherheit der Kernreaktoren werden Arbeiten zur Reaktor- und Anlagenauslegung sowie zu Phänomenen und Prozessen bei Auslegungs- und auslegungsüberschreitenden

Störfällen durchgeführt. Internationale Entwicklungen werden unter den Aspekten Reaktorsicherheit, neue Sicherheitskonzepte, neue Technologien und Minimierung des radioaktiven Abfalls untersucht und mitgestaltet sowie im Vergleich zu bestehenden Reaktoren bewertet.

Für das Thema nukleare Entsorgung werden zum einen Arbeiten zur Immobilisierung hochradioaktiver Abfälle durch Verglasung und zur Reduzierung der Radiotoxizität der minor Actiniden durch Partitioning und Transmutation durchgeführt. Zum anderen werden verschiedene Endlagerkonzepte untersucht. Wesentlich sind hierbei die anwendungsbezogene standortunabhängige Entwicklung und Validierung der Grundlagen für den geochemisch fundierten Langzeit-Sicherheitsnachweis von Endlagersystemen. In der Strahlenschutzforschung entwickeln die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Verfahren, um Strahlendosen personenbezogen zu ermitteln und empfehlen Maßnahmen zum Strahlenschutz bei Radionukliden in der Umwelt, in Nahrungsmitteln und Strahlenexposition in der Medizin sowie beim Notfallschutz nach möglichen kerntechnischen Störfällen.

#### Das Programm Technologie, Innovation und Gesellschaft

Ziel des forschungsbereichsübergreifenden Programms ist die Erforschung ökologischer, ökonomischer, politischer, ethischer und sozialer Aspekte neuer Technologien zur Unterstützung von Entscheidungen in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Die Programmenthemen im Bereich „Energie“ streben eine ganzheitliche Betrachtung der Energieforschung und der Energietechnologie an. Sie tragen dazu bei, den derzeitigen Übergang des globalen Energiesystems hin zur nachhaltigen Ausrichtung zu begleiten. Das Programm nimmt die gesamte Kette der Energieprozesse von der Gewinnung von Primärenergieträgern über Umwandlung, Speicherung, Verteilung und Nutzung sowie deren Innovationsphasen in den Blick. Ziele sind die Bewertung von Einzeltechniken und technischen Systemen der Bereitstellung und Nutzung von Energie sowie die Entwicklung von Innovations- und Umsetzungsstrategien unter Berücksichtigung des Leitbilds „Nachhaltige Entwicklung“.



## PROJEKTE

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie

### WENN ZELLEN ALTERN

In ihrem Labor am Helmholtz-Zentrum Berlin in Adlershof sind Dr. Alexander Schnegg und Dr. Klaus Lips Alterungsprozessen auf der Spur. Die Zellen, die sie zwischen riesigen Magnetspulen untersuchen, haben allerdings mit Biologie nichts zu tun, auch wenn ihr Lebenselixier die Sonne ist. Es sind Solarzellen, genauer gesagt: Dünnschichtszellzellen aus ungeordnetem (amorphem) Silizium. Die Sonne setzt in ihnen Elektronen frei, die den Stromfluss ermöglichen. Unglücklicherweise beeinträchtigt die Sonne aber auch ihre Funktion. In den ersten 100 Betriebsstunden sinkt ihr Wirkungsgrad um 10 bis 20 Prozent, erst danach stabilisiert er sich. Dieser Alterungsprozess wurde schon 1976 beobachtet und ist nach seinen Entdeckern Staebler-Wronski-Effekt benannt. Was genau dabei passiert, ist jedoch nicht klar: Es fehlte bisher schlicht an Analyseverfahren, die empfindlich genug waren, um den in den hauchdünnen Schichten entstandenen Schaden zu untersuchen.

---

In den ersten 100 Betriebsstunden sinkt der Wirkungsgrad von Dünnschichtszellzellen um 10 bis 20 Prozent.

---

Die Solarforscher um Lips und Schnegg nutzen nun speziell auf dieses Problem zugeschnittene Methoden der Elektronen-Paramagnetischen-Resonanz-Spektroskopie, kurz EPR-Spektroskopie, um neue Einsichten in das Material zu bekommen. In dem Projekt EPR-Solar koordinieren die Berliner Physiker die Kooperation mit Solarexperten am Forschungszentrum Jülich, EPR-Spezialisten an der TU München und der FU Berlin sowie Simulationsprofis am Max-Planck-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf. Das Projekt wird seit 2008 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung für fünf Jahre gefördert. Die Forscherinnen und Forscher wollen in dieser Zeit nicht nur die Prozesse im Material verstehen, sondern auch die EPR-Analyse weiter entwickeln. Denn Dünnschichtszellzellen gelten als kostengünstige Alternative zu den teuren Solarzellen aus einkristallinem Silizium,

die schon auf vielen Hausdächern blau schimmern. Sie haben zwar mit bis zu neun Prozent nur knapp die Hälfte ihres Wirkungsgrades, doch die nur einige hundert Nanometer dünnen Schichten aus amorphem Silizium verbrauchen viel weniger Material und lassen sich durch Aufdampfen auf Unterlagen wie Glas oder Kunststoff deutlich einfacher herstellen. „Damit amortisieren sie sich energetisch schon nach weniger als einem Jahr und nicht erst nach zwei bis vier Jahren, und das ist ein entscheidender Vorteil“, sagt Schnegg.

---

„Wenn wir die Solarzellenalterung vermeiden können, sinken die Energieerzeugungskosten um bis zu 30 Prozent, und die Dünnschichtszelltechnik wäre schon heute konkurrenzfähig.“

---

Die Alterungsprozesse in amorphem Silizium werden, soviel ist bisher bekannt, durch Defekte im Atomverbund erzeugt, die vom Sonnenlicht verursacht werden. Solche Defekte stören den Stromfluss und verringern so den Wirkungsgrad. Eine wichtige Rolle bei der Entstehung aber auch Heilung der Defekte wird Wasserstoffatomen zugewiesen, die auch im Material vorhanden sind. Unklar ist dabei, wo diese Wasserstoffatome sitzen und wie sie genau auf die Defekte einwirken. Bei der Klärung dieser Fragen nutzen die Forscher eine besondere physikalische Eigenschaft der Defekte. Denn genau dort sitzen ungepaarte Elektronen, die ein magnetisches Moment besitzen. Dieser so genannte Spin wird wie eine Kompassnadel von den Atomen der Umgebung beeinflusst, und dies lässt sich mit Hilfe der EPR-Spektroskopie beobachten. Die Physiker legen dazu ein externes Magnetfeld an und strahlen zusätzlich Mikrowellen in die Proben ein. Bei welchen Energien die Spins ihre Richtung ändern, lässt Rückschlüsse auf die Art der Defekte und ihre Verteilung zu. So lässt sich beispielsweise erkennen, ob tatsächlich ein Wasserstoffatom in unmittelbarer Nähe ist. Mittlerweile haben die Forscher ihre Methode so modifiziert, dass sie diese Informationen Millionen Mal empfindlicher als bisher direkt aus dem Photostrom der Solarzelle gewinnen. Dadurch berücksichtigen sie automatisch nur solche Defekte, die auch den Stromfluss beeinträchtigen. „Seit Projektstart konnten wir die Empfindlichkeit und das Auflösungsvermögen

## IM EPR-SPEKTROMETER UNTERSUCHEN HELMHOLTZ-FORSCHER DEFEKTE IN SOLARZELLEN, DIE DEN WIRKUNGSGRAD VERRINGERN. FOTO: HZB

des EPR-Spektrometers erheblich verbessern“, sagt Lips. So konnten die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen neue Erkenntnisse darüber gewinnen, wo der Wasserstoff im amorphem Silizium wirklich sitzt. Weitere Fortschritte erwarten die Physiker durch ihr neues Terahertz-EPR-Spektrometer, das sie an der Synchrotron-Strahlungsquelle BESSY des Helmholtz-Zentrums Berlin in Adlershof aufgebaut haben. „Der Aufwand lohnt sich“, so Schnegg, „denn wenn wir die Solarzellenalterung vermeiden können, sinken die Energieerzeugungskosten um bis zu 30 Prozent, und die Dünnschichtsolartechnik wäre damit schon heute konkurrenzfähig.“

UTA DEFFKE

Karlsruher Institut für Technologie

### ALGEN ALS ENERGIELIEFERANTEN

Algen verwandeln das Treibhausgas CO<sub>2</sub> wieder in Biomasse, und zwar mit einem hohen Anteil von Ölen, die als Treibstoffe verwendbar sind. Zwei Arbeitsgruppen am Karlsruher Institut für Technologie sind nun dabei, diesen Prozess zu optimieren. Wissenschaftler um Prof. Dr. Clemens Posten am Institut für Bio- und Lebensmitteltechnik entwickeln geschlossene Photo-

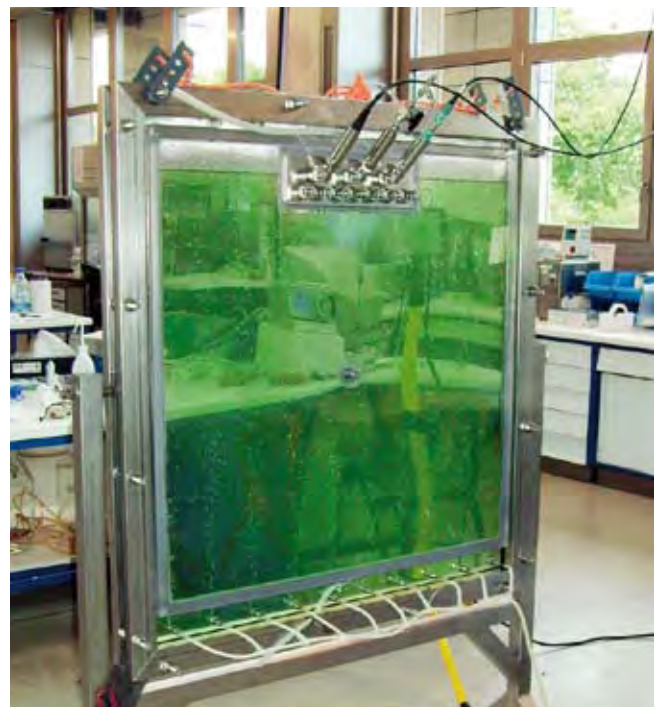
„Mikroalgen sind etwas Neues, dafür müssen wir unser Extraktionsverfahren weiter entwickeln.“

Bioreaktoren, die die Sonnenenergie mit fünffach höherem Wirkungsgrad in Biomasse umwandeln als offene Becken und dabei Wasser und Düngemittel sparen. Und Ingenieure um Dr. Georg Müller vom Institut für Hochleistungsimpuls- und Mikrowellentechnik arbeiten an der Extraktionsmethode, um aus der Algenmasse die Öle zu gewinnen. Denn mit konventionellen Verfahren muss dafür viel Energie eingesetzt werden. Müller kann bereits auf Erfahrungen zurückgreifen, die er an Zuckerrüben, Weintrauben und Äpfeln gewonnen hat. Der Trick: Starke und nur wenige Mikrosekunden kurze Hochspannungspulse perforieren und knacken die Zellmembran auf, so dass die Inhaltsstoffe leichter und ohne Erwärmung gewonnen werden können. Dieses Verfahren wird zurzeit von der Zuckerindustrie

übernommen und spart fast 30 Prozent der Energie. „Mikroalgen sind allerdings etwas Neues, denn sie enthalten über 30 Prozent energetisch nutzbare Öle, und dafür müssen wir unser Extraktionsverfahren weiter entwickeln“, erläutert Müller. Zurzeit entstehen rund 50 Prozent der Kosten bei der Produktion von Biodiesel aus Algen durch die aufwändige Extraktion der Lipide aus den Pflanzenzellen. „Das geht besser“, ist Müller überzeugt, „unser Ansatz wird sich rasch auch auf große Durchsatzmengen übertragen lassen.“

Sogar die Restbiomasse nach der Extraktion kann noch genutzt werden, denn zeitgleich betreiben KIT-Kollegen vom Institut für Technische Chemie eine neuartige Anlage zur hydrothermalen Vergasung, die aus dem Abfall Methan oder Wasserstoff produzieren kann.

ARÖ



PLATTENREAKTOR MIT OPTIMALEM LICHTMANAGEMENT FÜR DIE KULTIVIERUNG VON MIKROALGEN. Foto: Florian Lehr, KIT

DURCH SÄEN VON „KRISTALLKEIMEN“ WERDEN IM AUTOKLAVEN SCHNELL UND GEZIELT GEEIGNETE MINERALPHASEN ERZEUGT. BILD: KIT

Karlsruher Institut für Technologie

## NEUER ZEMENT SPART ENERGIE UND CO<sub>2</sub>

In der gebauten Umwelt wird viel Energie umgesetzt. Nicht nur zum Heizen, sondern auch – und das ist weniger bekannt –, um Baumaterialien herzustellen. Allein die Zementindustrie benötigt durch ihren energieintensiven Produktionsprozess zwei bis drei Prozent des weltweiten Energiebedarfs und entlässt aus Roh- und Brennstoffen fünf bis sieben Prozent des von Menschen gemachten Treibhausgases CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre. Hier liegt ein großes Einsparpotenzial, das Wissenschaftler vom Karlsruher Institut für Technologie jetzt erschließen wollen. Sie haben ein neues Verfahren zur Produktion von Zement entwickelt, das nur halb so viel Energie verbraucht und noch weniger Kohlendioxid freisetzt. „Diese Entwicklung beruht auf völlig neuen Einsichten in die Prozesse während der Verfestigung“, erklärt Dr. Peter Stemmermann, der das Projekt leitet.

---

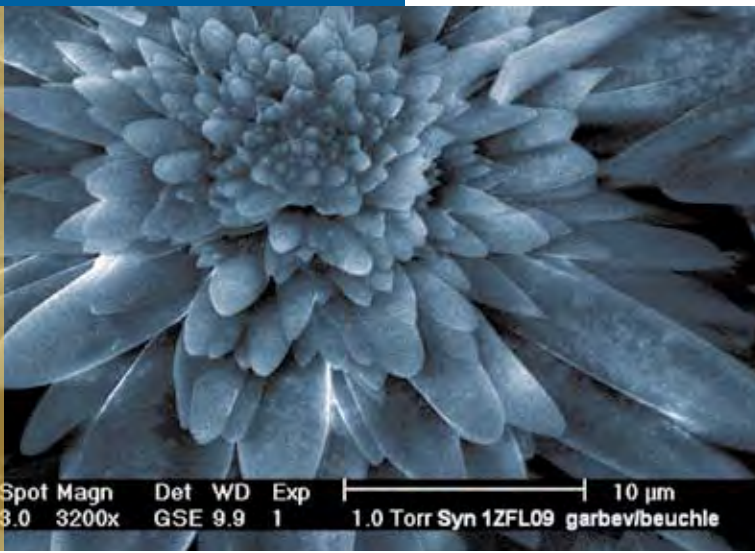
„Wir brauchen weniger Kalk und kommen mit niedrigen Temperaturen aus und sparen so mindestens die Hälfte der Energie und noch mehr an Treibhausgasemissionen.“

---

Konventioneller Zement wird aus Kalkstein und Ton bei rund 1.450 Grad Celsius in einem Drehrohrofen gebrannt. Anschließend wird der Klinker mit weiteren Zusatzstoffen zum fertigen Zement fein vermahlen. Dabei entstehen große Mengen an Kohlendioxid, nicht nur durch die hohe Brenntemperatur, die viel Brennstoff erfordert, sondern auch, weil Kalk als Hauptbestandteil pro Tonne Zement 480 Kilogramm CO<sub>2</sub> freisetzt. „Der hohe Kalk-Anteil ist der Schlüsselfaktor, hier haben wir angesetzt“, sagt Stemmermann. Dafür haben er und sein Team die Prozesse vor und während der Aushärtung von konventionellem Zement eingehend untersucht. Zwei Ergebnisse waren entscheidend: Zum einen konnten sie durch Strukturuntersuchungen an der Karlsruher Synchrotronstrahlungsquelle ANKA zeigen, dass nur etwa die Hälfte des Kalks nötig ist, damit der Zement beim Abbinden mit Wasser, der

so genannten Hydratation, aushärtet. „Das war eine Überraschung“, erklärt Stemmermann. „Der Prozess der Hydratation findet in zwei Stufen statt: Zuerst laugt das umgebende Wasser aus einer dünnen, nur wenige Nanometer starken Schicht Calcium-Ionen aus und ersetzt sie durch Protonen. Diese Schicht ist dann arm an Calcium. Aber erst dieses gelaugte Produkt bildet in einem zweiten Schritt durch Reaktion mit Wasser die Calcium-Silikat-Hydrat-Phasen, die für die Festigkeit des Zements entscheidend sind.“ Diese CSH-Phasen wachsen in Form dünner, sich verstabender Folien, so dass der Zement fest wird. Die andere Hälfte des Kalks wird dagegen in Form von Calciumhydroxid und anderen Calciumhydraten gebunden und setzt die Qualität des Zements sogar herab, weil diese kaum Festigkeit besitzen und leicht durch Säuren angegriffen werden.

Daher, so die Idee, könnte man deutlich weniger Kalk verwenden und auf das Brennen verzichten, wenn man die Grundzutaten im Autoklaven, einer Art Dampfkochtopf, bei bis zu 300 Grad Celsius mit Wasser reagieren lässt. So entstehen polykristalline Phasen, die im Wasser wachsen und die durch Wasserstoffbrückenbindungen stabilisiert sind. Damit aber der Zement auch bei Umgebungstemperatur noch Wasser einlagern und abbinden kann, müssen diese Wasserstoffbrückenbindungen zum Beispiel durch Zermahlen gestört werden. „Das ist der eine Knackpunkt, wir brauchen weniger Kalk und kommen mit niedrigen Temperaturen aus“, betont Stemmermann. Aber noch eine zweite Beobachtung haben sich die Wissenschaftler zunutze gemacht: Konventioneller Zement reagiert oft über Jahre weiter, obwohl die erforderliche Festigkeit bereits nach einem Monat erreicht ist. Der Kern der Zementminerale wirkt zum Teil nur mechanisch, als Stützkorn. „Dann können wir auch einfach Sandkörner einbauen, um die sich das zementäre Material als dünne Schicht, wie ein Pelz, anlagert“, schildert Stemmermann den Gedankengang. Zusammen sparen diese beiden Ansätze mindestens die Hälfte der Energie und noch deutlich mehr an Treibhausgasemissionen. „Und das ist zurückhaltend gerechnet, im Labormaßstab erreichen wir wesentlich mehr, aber nun wollen wir das Verfahren auf industrielle Maßstäbe übertragen.“



Mittlerweile sind die Zusammensetzung des neuen Zements und die Prozessschritte durch Patente abgesichert und unter der Bezeichnung „Celitement“ geschützt. Nach zwei Jahren Förderung durch die KIT-Stabsabteilung Innovation und den Helmholtz Enterprise Fonds war es im Frühjahr 2009 dann soweit: Das KIT, die Erfinder und ein Industriepartner aus der SCHWENK-Gruppe gründeten die Celitement GmbH. Diese wird nun eine Pilotanlage bauen, die ab 2011 rund 100 Kilogramm des neuen Bindemittels pro Tag liefern soll. Ab 2014 will der Industriepartner eine Anlage errichten, die 30.000 Tonnen pro Jahr erzeugt. „Für die Zementindustrie sind das noch immer Apothekenmengen“, sagt Stemmermann, „aber es ist ein erster Schritt in den Massenmarkt.“

ANTONIA RÖTGER

Forschungszentrum Jülich

## HOCHTEMPERATUR-WERKSTOFFE ERHÖHEN DIE EFFIZIENZ

Selbst bei modernen fossilen Kraftwerken verpufft noch über die Hälfte der eingesetzten Primärenergie. Um den Wirkungsgrad deutlich zu erhöhen, entwickeln Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler um Prof. Dr. Lorenz Singheiser vom Institut für Energieforschung am Forschungszentrum Jülich neue Werkstoffe, die höhere Betriebstemperaturen und extreme Belastungen aushalten, ohne durch Alterungsprozesse ihre inneren Strukturen zu verändern. „Für Werkstoffe gibt es kaum anspruchsvollere Belastungsszenarien als den Einsatz in Dampfturbinen, sie müssen Jahrzehnte lang einwandfrei ihre Aufgaben erfüllen, ohne zu ermüden“, sagt Singheiser.

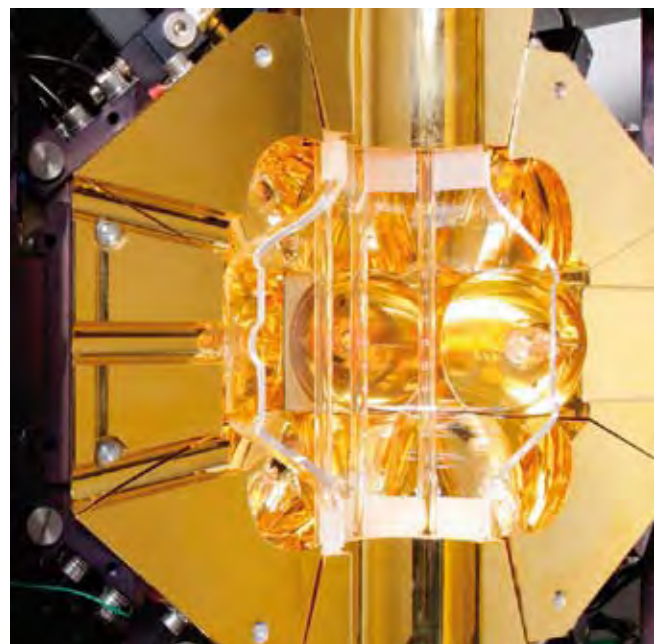
Gemeinsam mit ThyssenKrupp VDM entwickelte er einen neuen Hochleistungsstahl mit Beimischungen von Titan und Mangan, die die Grundstrukturen aus Chrom und Eisen stabilisieren und dadurch die Hitzebeständigkeit erhöhen. Werkstoffe auf dieser Basis, an denen die Materialexperten nun arbeiten, halten Temperaturen bis 650 Grad Celsius dauerhaft stand. Diese Betriebstemperatur würde den Kohlendioxid-Ausstoß

gegenüber heute bereits um rund ein Viertel senken. Weitere Verbesserungen sind in Sicht: Singheiser und sein Team untersuchen auch Superlegierungen auf Nickel-Basis, die Tempera-

„In knapp 20 Jahren könnte die Effizienz von Kohlekraftwerken auf 55 Prozent hochgeschraubt werden. Bei Gas- und Dampfkraftwerken sind 65 Prozent Wirkungsgrad denkbar.“

turen bis etwa 750 Grad Celsius dauerhaft standhalten. Schon im Jahr 2014 soll mit Hilfe der Jülicher Ergebnisse das erste E.ON-Dampfkraftwerk ans Netz gehen, das bei Temperaturen bis 720 Grad Celsius arbeitet. In knapp 20 Jahren, so Singheiser, könnte die Effizienz von Kohlekraftwerken auf 55 Prozent hochgeschraubt werden, derzeit liegt sie bei 45 Prozent. Bei Gas- und Dampfkraftwerken sind 65 Prozent Wirkungsgrad denkbar.

ARÖ



IM STRALUNGSOFEN WERDEN DIE HOCHTEMPERATUR-WERKSTOFFE AUF BELASTBARKEIT GEPRÜFT. Foto: Forschungszentrum Jülich



Max-Planck-Institut für Plasmaphysik

## GESUCHT: DAS RICHTIGE WANDMATERIAL FÜR ITER

Die Sonne macht es vor und setzt durch die Verschmelzung von Atomkernen Energie frei. Auch auf der Erde könnte die Kernfusion eine klimafreundliche Energiequelle werden. Die Machbarkeit dieser Technologie soll der Experimentalreaktor ITER (lat. „der Weg“) zeigen, der in weltweiter Zusammenarbeit im südfranzösischen Cadarache aufgebaut wird und 500 Megawatt Fusionsleistung haben soll. In zahlreichen Projektgruppen wird der Betrieb des Testreaktors vorbereitet. Um zum Beispiel die Wechselwirkung des Fusionsbrennstoffs mit der Wand der Brennkammer zu untersuchen, arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus über zwanzig Einrichtungen des Europäischen Fusionsprogramms zusammen.

„Die Wand des Plasmagefäßes von ITER muss widerstandsfähig sein gegen die hohe Wärmebelastung, die bei Plasmainstabilitäten auftreten kann.“

Denn es muss gelingen, den Brennstoff – ein dünnes ionisiertes Wasserstoffgas im Plasmazustand – in einem Magnetfeldkäfig vor den Gefäßwänden in Schwebe zu halten und auf Zündtemperaturen über 100 Millionen Grad aufzuheizen. Das Wechselspiel zwischen dem extrem heißen Brennstoff und der Wand des umgebenden Gefäßes ist dabei eine der großen Herausforderungen für die Forschung. „Die Wand des Plasmagefäßes von ITER muss widerstandsfähig sein gegen die hohe Wärmebelastung, die bei Plasmainstabilitäten auftreten kann“, erklärt Dr. Rudolf Neu vom Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) in Garching, der stellvertretende Leiter der Projektgruppe. „Außerdem soll sie möglichst geringe Mengen des radioaktiven Brennstoffbestandteils Tritium speichern, wenig Materialstaub erzeugen und unempfindlich sein gegen die Materialvermischungen, die entstehen, wenn Wandmaterial durch Plasmateilchen abgetragen und dann an anderen Wandstellen wieder abgelagert wird.“ Einen Großteil der Probleme könnte

man mit dem Wandmaterial Wolfram umgehen. Die IPP-Fusionsanlage ASDEX Upgrade in Garching ist weltweit die einzige Anlage, die mit einer Wand experimentieren kann, die vollständig mit dem Metall Wolfram bedeckt ist – und die ersten Ergebnisse sind vielversprechend.

Der Hintergrund: Energiereiche Plasmateilchen können Atome aus der Wand herausschlagen, die dann in das Plasma eindringen und es verunreinigen. Anders als der leichte Wasserstoff sind die schweren Atome aus der Wand auch bei den hohen Fusionstemperaturen nicht vollständig ionisiert. Je mehr Elektronen aber noch an die Atomkerne gebunden sind, desto mehr Energie entziehen sie dem Plasma und strahlen sie als Ultraviolett- oder Röntgenlicht wieder ab. Auf diese Weise kühlen sie das Plasma ab, verdünnen es und verringern so die Fusionsausbeute. Sind leichte Verunreinigungen in Konzentrationen von einigen Prozent noch tragbar, liegt das Limit für schwere Verunreinigungen wie Eisen, Chrom oder gar Wolfram sehr viel niedriger. Heutige Anlagen nutzen deshalb für die Wand durchweg leichte Materialien wie Beryllium oder Kohlenstoff.

Auch für die Wand des Testreaktors ITER sind diese beiden Materialien vorgesehen. In der Großanlage ITER ist dies allerdings nicht mehr problemlos: Zum Beispiel ist die Zerstäubung von Kohlenstoff oder Beryllium bei Beschuss mit Wasserstoff relativ hoch. Bei den hohen Wasserstoff-Flüssen aus dem großen ITER-Plasma käme es daher zu starkem Materialabtrag. Eine Wolfram-Wand würde die Probleme der leichten Elemente vermeiden: Das Metall besitzt vorteilhafte thermische Eigenschaften, geringe Zerstäubung durch Wasserstoff und zeigt keine langfristige Einlagerung von Tritium. Es bleibt jedoch die Frage, wie viele der schweren Wolfram-Teilchen in das Plasmazentrum vordringen können. Über einige Hunderttausendstel darf ihr Anteil im ITER-Plasma nicht steigen.

Das Garchinger Experiment ASDEX Upgrade ist Pionier beim Testen von Wolfram als Wandmaterial: Trotz schlechter Erfahrungen andernorts hatte man hier schon 1996 damit begonnen, spezielle Partien der ansonsten komplett mit Kohlenstoff-Kacheln bedeckten Wand mit Wolfram zu beschichten. Man setzte dabei auf den kalten Plasmarand von ASDEX Upgrade, der sich ähnlich wie beim späteren ITER verhält. Vor zwei



MIT WOLFRAM BESCHICHTETE WANDKACHELN WERDEN IM PLASMAGEFÄSS VON ASDEX UPGRADE EINGEBAUT. FOTO: IPP

Jahren begannen die Experimente mit einer reinen Wolfram-Wand – mit Erfolg: Die Wolframkonzentration blieb unter der kritischen Schwelle, die gewünschten Plasmazustände ließen sich mit nur geringem Qualitätsverlust einstellen. Nun geht es darum, die Wolfram-Verträglichkeit in ITER-relevanten Plasmazuständen genau zu prüfen. An der doppelt so großen Anlage JET, dem „Joint European Torus“ in Großbritannien, sind dazu Vergleichsexperimente geplant, um die Ergebnisse umso sicherer auf den nochmals größeren ITER übertragen zu können.

ISABELLA MILCH

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

## SONNENSTROM AUS DER WÜSTE

„Die Wüsten der Erde empfangen in sechs Stunden mehr Energie von der Sonne, als die Menschheit in einem ganzen Jahr verbraucht“, stellt Dr. Gerhard Knies fest, Vorsitzender des Aufsichtsrates der DESERTEC Foundation, einer Initiative des Club of Rome. Die Initiative setzt sich dafür ein, solarthermische Kraftwerke im Sonnengürtel der Erde zu errichten, um klimafreundlich Strom für Europa, den mittleren Osten und Nordafrika zu erzeugen. Das Konzept Desertec basiert auf detaillierten Studien des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), die zeigen, dass solarthermische Kraftwerke in Wüstengebieten Nordafrikas bis zum Jahr 2050 mehr als die Hälfte des Strombedarfs in Europa, dem Mittleren Osten und Nordafrika decken könnten. „Und zwar spätestens ab etwa 2025 zu günstigeren Preisen als fossile Kraftwerke“, so Prof. Dr. Hans Müller Steinhagen vom Institut für Technische Thermodynamik des DLR, an dem das Konzept erarbeitet wurde. Denn die Technik funktioniert. In den USA laufen solarthermische Kraftwerke seit 20 Jahren zuverlässig, und DLR-Ingenieure haben an Testanlagen die Leistungen einzelner Komponenten erheblich verbessert: Im Sommer 2009 wurde in Andalusien das größte Solarkraftwerk der Welt, Andasol 1, in Betrieb genommen, für das DLR-Experten wesentliche Schlüsselkomponenten entwickelt hatten. Andasol 1 bringt 50 Megawatt Leistung, und zwar bis zu 20 Stunden am Tag. Auf einer Gesamtfläche von fast

zwei Quadratkilometern stehen 600 Parabolrinnen-Kollektoren, zwei riesige Tanks speichern die überschüssige Energie während der Mittagsstunden in flüssigem Salz. Mit der gespeicherten Wärme kann das Kraftwerk noch bis zu acht Stunden nach Sonnenuntergang Strom mit voller Leistung liefern.

„Solarthermische Kraftwerke könnten mehr als die Hälfte des Strombedarfs decken – und zwar spätestens ab dem Jahr 2025 zu günstigeren Preisen als fossile Kraftwerke.“

Vermutlich geht es nach Jahren des schleppenden Ausbaus jetzt endlich schneller voran, denn nun sieht auch die Wirtschaft ihre Chancen im Desertec-Konzept. Mehrere große Firmen wie Siemens, RWE und die Münchner Rück haben sich zu einem Konsortium zusammengeschlossen, um bis zum Jahr 2050 rund 400 Milliarden Euro in den Bau solarthermischer Kraftwerke im Sonnengürtel der Erde zu investieren. Das Konzept der DLR-Wissenschaftler, das sowohl die Energieversorgung sichert als auch Treibhausgasemissionen senkt, könnte so erfreulich rasch umgesetzt werden.

ARÖ



ANDASOL 1: 500.000 QUADRATMETER SPIEGELFLÄCHE FANGEN DAS SONNENLICHT EIN. Foto: Solar Millenium AG

## FORSCHUNGSBEREICH ERDE UND UMWELT



PROF. DR. KARIN LOCHTE  
Vizepräsidentin der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Kordinatorin für den Forschungsbereich  
Erde und Umwelt, Alfred-Wegener-Institut für  
Polar- und Meeresforschung

### DIE AUFGABE

Menschen beeinflussen ihre Umwelt in ganz besonderem Ausmaß: Klimawandel, Artenschwund und andere problematische Entwicklungen sind bereits seit Jahrzehnten zu beobachten, und wichtige Ressourcen wie Trinkwasser oder fruchtbare Böden drohen zu verknappen. In der Helmholtz-Gemeinschaft leisten wir daher Vorsorgeforschung. Die Erd- und Umweltforschung untersucht die grundlegenden Funktionen des Systems Erde und die Wechselwirkungen zwischen Gesellschaft und Natur und schafft damit eine solide Wissensbasis, um die menschlichen Lebensgrundlagen langfristig zu sichern.

Es geht darum, die komplexen Veränderungen von Erde und Umwelt im Detail zu verstehen und Prognosen zu erarbeiten so dass Entscheidungsträger in Politik und Gesellschaft wissenschaftlich fundierte Handlungsempfehlungen erhalten.

Die Vielfältigkeit der Fragestellungen erfordert eine effektive Nutzung der wissenschaftlichen Infrastruktur und neue Formen strategischer Forschungsverbünde innerhalb und über die Helmholtz-Gemeinschaft hinaus. Eine solche Kräftebündelung erfolgt national und international durch Kooperationen mit Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen wie beispielsweise über Virtuelle Institute sowie über die Fortentwicklung der Kooperation auf europäischer Ebene. Mit 18 derzeit laufenden Helmholtz-Virtuellen Instituten wird die exzellente Verknüpfung der Forschung zwischen den einzelnen Zentren mit universitären Partnern unterstrichen. Dabei beteiligt sich der Forschungsbereich auch maßgeblich an zwei Exzellenzclustern: „The Ocean in the Earth System“ (Universität

Bremen/AWI), „Integrated Climate System Analysis and Prediction“ (Universität Hamburg/GKSS) und einer Graduiertenschule („Global Change in the Marine Realm (Universität Bremen/AWI) des Exzellenz-Wettbewerbs der Bundesregierung, was die ausgezeichnete Zusammenarbeit mit Partnern außerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft unterstreicht.

Ein neuer Forschungsverbund im Bereich der Klimaforschung ist die Klimainitiative. Sie bündelt die Kompetenzen verschiedener Helmholtz-Zentren in enger Kooperation mit Universitäten und außeruniversitären Arbeitsgruppen, um die regionalen Auswirkungen des globalen Klimawandels zu erforschen. Auch sozioökonomische Aspekte werden berücksichtigt, um konkrete Empfehlungen für eine nachhaltige Bewirtschaftung von Wäldern und Agrarflächen sowie für effizientes Wassermanagement zu erarbeiten. Die Klimainitiative arbeitet außerdem eng zusammen mit den regionalen Helmholtz-Klimabüros (Süd-, Mittel- und Norddeutschland, Polargebiete und Meeresspiegelanstieg), und dem neu gegründeten Climate Service Center als Kommunikationsplattform für klimarelevante Fragen. Eine weitere Initiative mit starker Einbindung universitärer Partner stellt die „Water Science Alliance“ dar, die die Kompetenzen in der Wasserforschung strategisch bündelt.

Von wachsender Bedeutung in der Helmholtz-Gemeinschaft sind Forschungsvorhaben, die auf internationaler Ebene zentren- und institutionsübergreifend sind. So forschen beispielsweise fünf Helmholtz-Zentren gemeinsam mit der UN-Organisation ECLAC (Economic Commission for Latin America, span.: CEPAL) und Partnern aus Lateinamerika seit dem Jahr 2007

Der Forschungsbereich Erde und Umwelt wurde im Rahmen der Programmorientierten Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft zu Beginn des Jahres 2008 begutachtet. Der vorliegende Helmholtz-Geschäftsbericht gibt einen Überblick über die Struktur und Aufgabenstellung des Forschungsbereichs im Berichtszeitraum bis Ende 2008 und stellt die neuen Forschungsprogramme vor, die für die strategische Ausrichtung des Forschungsbereichs in den kommenden Jahren stehen. Erläutert werden die bisherige und die neue Struktur durch eine Übersicht über die Mittelverteilung im Jahr 2008 sowie die Mittelverteilung ab dem kommenden Jahr 2010. Ab 2010 befinden sich alle sechs Forschungsbereiche in der zweiten Förderperiode.

in der Initiative „Risikolebensraum Megacity“, um Strategien für eine nachhaltige Entwicklung in Megastädten und Ballungsräumen zu entwickeln.

Eine weitere Aufgabe des Forschungsbereiches besteht in der Nachwuchsförderung. Kontinuierlich und meist in Kooperation mit externen Partnern werden die bestehenden Maßnahmen und Strukturen ausgebaut: im Bereich der Aus- und Weiterbildung die Graduiertenschulen und Helmholtz-Kollegs, im Bereich der eigenverantwortlichen Forschung die Nachwuchsgruppen. So konnte neben der Helmholtz Interdisciplinary Graduate School for Environmental Research vom UFZ mit sechs universitären Partnern und der Helmholtz Research School on Earth System Science vom AWI mit zwei universitären Partnern eine weitere Helmholtz Graduiertenschule (Helmholtz Graduate School for Polar and Marine Research) vom AWI eingeworben werden. Des Weiteren befinden sich derzeit 15 Helmholtz Nachwuchsgruppen in der Förderung. Die erfolgreiche Vernetzung des Forschungsbereiches Erde und Umwelt in der Lehre und Nachwuchsförderung spiegelt sich auch institutionell. So wurden im Jahr 2008 im Rahmen der Jülich Aachen Research Alliance – JARA das Forschungszentrum Jülich und die RWTH Aachen mit der „German Research School for Simulation Science“ sowie das Forschungszentrum Karlsruhe und die Universität Karlsruhe mit dem KIT-Zentrum „Klima und Umwelt“ die Aus- und Weiterbildung unter einem Dach gebündelt.

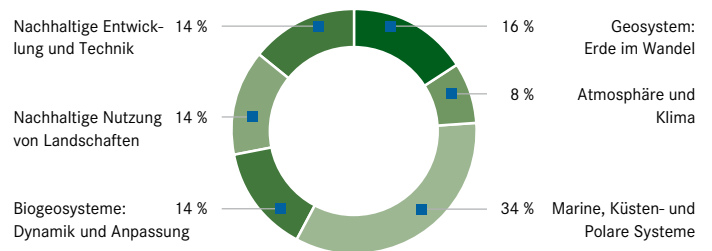


„2050 werden auf der Erde mindestens neun Milliarden Menschen leben. Sie alle wollen ein glückliches Leben führen, brauchen Nahrungsmittel und Wasser, Energie und Wohnung. Sie wünschen sich Mobilität und Perspektiven für ihre Kinder. Gewaltige Herausforderungen für eine Welt, auf der heute eine Milliarde Menschen hungert und weit über eine Milliarde Menschen keinen Zugang zu Trinkwasser hat. Massive Investitionen in wissenschaftliche Forschung, in praktische Lösungen der Technik sind Grundvoraussetzungen für die Bewältigung dieser Probleme. Denn durch technischen Fortschritt kann die Leistungsfähigkeit der Umwelt gesichert werden. Die Helmholtz-Gemeinschaft hat diese Herausforderung angenommen. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler suchen Lösungen für diese Probleme. Damit ermöglichen sie eine friedliche Entwicklung des Blauen Planeten.“

**PROF. DR. KLAUS TÖPFER, SENATOR DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT**  
ehem. Under Secretary General United Nations und Gründungsdirektor des Institute for Advanced Sustainability Studies in Potsdam.

**Die Struktur des Forschungsbereichs Erde und Umwelt  
Grundfinanzierte Kosten 2008: 277 Mio. Euro**

Zusätzlich erhält der Forschungsbereich Erde und Umwelt 119 Mio. Euro Drittmittel. Damit stehen ihm Gesamtmittel i.H.v. 396 Mio. Euro zur Verfügung.



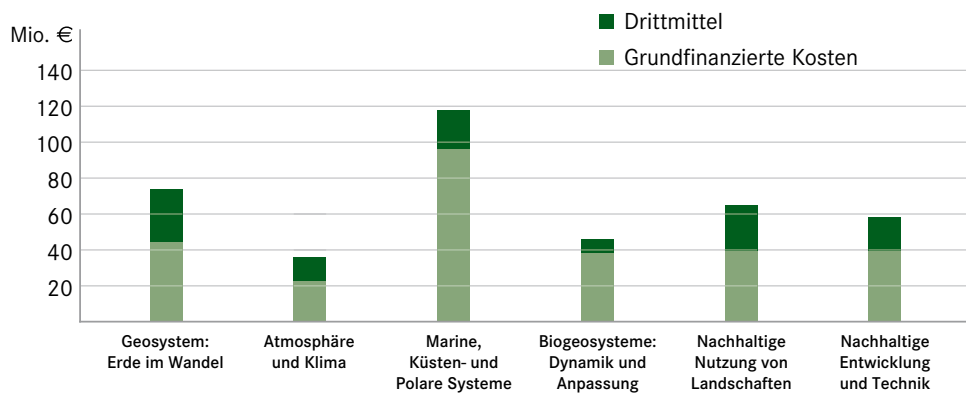
## DIE PROGRAMMSTRUKTUR IN DER FÖRDERPERIODE 2004–2008

Am Forschungsbereich Erde und Umwelt waren acht Helmholtz-Zentren beteiligt: das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, das Forschungszentrum Jülich, das Forschungszentrum Karlsruhe, das GKSS-Forschungszentrum Geesthacht, das Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung, das Helmholtz Zentrum München - Deutsches Zentrum für Gesundheit und Umwelt, das Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungszentrum GFZ und das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Die Umwelt- und Erdsystemforschung orientiert sich an den großen Herausforderungen, die nationale und internationale Gremien identifiziert haben: Naturkatastrophen, Klimaschwankungen und Klimawandel, Wasserverfügbarkeit und Dynamik, nachhaltiger Umgang mit Ressourcen, Biodiversität und ökologische Stabilität sowie die soziopolitische

Dimension des globalen Wandels. Diesen zentralen Aufgaben der Erd- und Umweltforschung widmete sich der Forschungsbereich in der ersten Programm-Periode in sechs Programmen:

- **Geosystem: Erde im Wandel**
- **Atmosphäre und Klima**
- **Marine, Küsten- und Polare Systeme**
- **Biogeosysteme: Dynamik und Anpassung**
- **Nachhaltige Nutzung von Landschaften**
- **Nachhaltige Entwicklung und Technik**

Gesamtkosten des Forschungsbereichs Erde und Umwelt (2008)



## DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2004–2008

### Geosystem: Erde im Wandel

In diesem Programm stehen die physikalischen und chemischen Prozesse im System Erde sowie die komplexen Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Sphären wie Geosphäre und Atmosphäre im Mittelpunkt. Große Forschungsinfrastrukturen wie erdnahe Satelliten, Forschungsflugzeuge sowie ein Netzwerk geophysikalischer und geodätischer Stationen, die von den beteiligten Zentren betrieben werden, bilden ein umfassendes Beobachtungssystem, um Veränderungsprozesse zu erfassen. Zu den Forschungsthemen zählen das Magnet- und Schwerefeld der Erde, natürliche Ressourcen und Stoffkreisläufe, aber auch die Entwicklung von Vorsorgestrategien bei Naturkatastrophen. Weitere Forschungsschwerpunkte sind Prozesse der natürlichen Klimavariabilität sowie die Nutzung des unterirdischen Raums, zum Beispiel zur Speicherung von Kohlendioxid.

### Atmosphäre und Klima

Die Forschung in diesem Programm analysiert Zustand und Veränderungen der Atmosphäre sowie die komplexen Wechselwirkungen mit angrenzenden Bereichen. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler untersuchen dabei unter anderem, wie menschliche Aktivitäten die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre und damit auch das Klima beeinflussen. Um globale und regionale Klimaänderungen vorherzusagen zu können, analysieren sie chemische und mikrophysikalische Prozesse und Auswirkungen von Rückkopplungsmechanismen.

### Marine, Küsten- und Polare Systeme

Die biologische und geologische Beschaffenheit der globalen marinen Systeme und der Küstenregionen sind Gegenstand dieses Programms. Ein besonderer Akzent liegt auf der Erforschung der Polarregionen. Für das globale Klima sind Prozesse und Interaktionen in diesen Systemen besonders entscheidend. Die Forschungsanstrengungen konzentrieren sich auf akute Veränderungen in Schlüsselregionen wie den Permafrostgebieten und auf globale Veränderungen, die sich aus natürlichen

Archiven wie dem Meeresboden oder dem Eis der Pole ablesen lassen. Hauptziel ist es, mit Hilfe von Analysen der natürlichen Klimaarchive durch Beobachtungen rezenter Prozesse und mit Hilfe von Modellen neue Entwicklungen genauer prognostizieren zu können.

### Biogeosysteme: Dynamik und Anpassung

In diesem Programm wird erforscht, wie Biogeosysteme auf menschliche Eingriffe und Umweltveränderungen reagieren. Dafür untersuchen die Forscherinnen und Forscher elementare Komponenten wie Boden, Mikroorganismen, Pflanzen und Grundwasser und ihre Wechselwirkungen. Dies ermöglicht es, negative Entwicklungen frühzeitig zu erkennen und Verfahren zum Gegensteuern zu entwickeln.

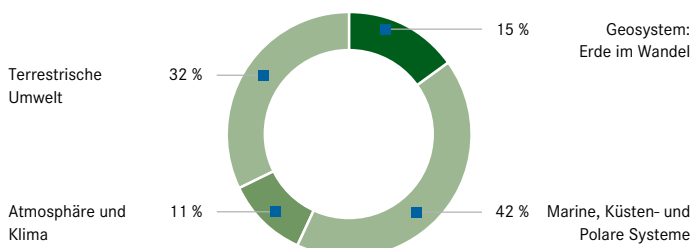
### Nachhaltige Nutzung von Landschaften

Aufgabe dieses Forschungsprogramms ist es, den Einfluss menschlicher Bewirtschaftung auf Landschaften zu untersuchen, von dicht besiedelten und hoch genutzten Regionen über kontaminierte ehemalige Tagebaugelände bis hin zu naturnahen Räumen wie Wüsten und semiariden Landschaften, die nur extensive Nutzung erlauben. Dabei werden die Konsequenzen des Klimawandels für die Landnutzung ausgelotet. In die Untersuchungen fließen sozioökonomische und rechtswissenschaftliche Fragestellungen mit ein.

### Nachhaltige Entwicklung und Technik

In diesem Forschungsprogramm werden Technologien entwickelt, die die anthropogenen Stoffströme wie Wasser, Kohlenstoff, Abfälle und Baustoffe handhabbar machen, Ressourcen einsparen, Emissionen reduzieren und die Regeneration natürlicher Ressourcen erlauben. Durch die Verbindung von sozioökonomischer Systemforschung mit Technikfolgenabschätzung und durch die Zusammenarbeit mit anderen Forschungsbereichen ist es möglich, integrierte Strategien für eine nachhaltige Entwicklung anzubieten.

Die Struktur des Forschungsbereichs Erde und Umwelt  
 Grundfinanzierte Kosten Plan 2010\*: 256 Mio. Euro  
 (inklusive der anteiligen Programmgebundenen Forschung)



\*Zweites Jahr der neuen Programmförderperiode 2009–2013

## DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2009–2013

Der Forschungsbereich Erde und Umwelt hat die Forschungsprogramme für die kommenden Jahren neu organisiert. Das bisherige Programm „Nachhaltige Entwicklung und Technik“ wird nicht im Forschungsbereich Erde und Umwelt weitergeführt. Ein Großteil der derzeitigen Programmanteile ist nun in den Forschungsbereichen Energie und Schlüsseltechnologien angesiedelt. Die bisherigen Programme „Biogeosysteme: Dynamik und Anpassung“ und „Nachhaltige Nutzung von Landschaften“ sind seit 2009 im Programm „Terrestrische Umwelt“ zusammengeführt. Der Forschungsbereich bündelt seine Forschungsaktivitäten seit 2009 in vier Programmen:

- **Geosystem: Erde im Wandel**
- **Marine, Küsten- und Polare Systeme**
- **Atmosphäre und Klima**
- **Terrestrische Umwelt**

Um übergeordnete Forschungsthemen aufzugreifen sowie methodische und organisatorische Synergieeffekte zu erreichen, werden zudem programm- und forschungsbereichsübergreifende Querschnittsinitiativen wie beispielweise „Klima“ (AWI, FZJ, KIT, GFZ, GKSS, HMGU, UFZ), „Integriertes Erdbeobachtungssystem“ (Netzwerk EOS: AWI, DLR, GFZ, GKSS, FZJ, KIT) und methodische Arbeitsgruppen zur „Modellierung“ (AWI, GFZ, KIT, FZJ, HMGU, GKSS, UFZ) auf- und weiter ausgebaut.

Ein weiteres wichtiges Element ist der gemeinsame Aufbau und Betrieb von programmübergreifenden Infrastrukturen wie zum Beispiel das Forschungsflugzeug HALO oder die „Terrestrial Environmental Observatoria“ (TERENO). So werden beispielsweise bis zum Jahr 2010 in bis zu vier ausgewählten, für Deutschland repräsentativen Regionen terrestrische Observatorien als TERENO-Netzwerk auf der Basis bereits bestehender Forschungsstationen und Langzeitdatenreihen aufgebaut.

### Das Programm Geosystem: Erde im Wandel

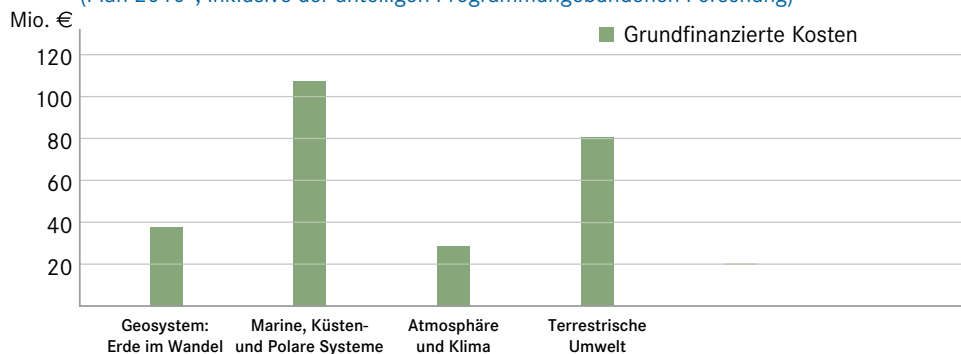
Die Analyse der physikalischen und chemischen Prozesse im System Erde sowie der Interaktion zwischen Geosphäre, Atmosphäre, Hydrosphäre, Pedosphäre und Biosphäre und deren

Auswirkungen auf den menschlichen Lebensraum stehen im Fokus dieses Programms. Seine Mission ist die Beobachtung, Erkundung und Modellierung der relevanten Geoprozesse, um den Zustand des Systems Erde einzuschätzen und Veränderungstrends zu erkennen. Grundlage hierfür sind globale geophysikalische und geodätische Beobachtungs-Infrastrukturen, regionale Erdsystemobservatorien, erdnahe Satelliten, flugzeuggestützte Aufzeichnungssysteme, mobile Instrumentenpools und Bohranlagen sowie die analytische und experimentelle Infrastruktur. Diese sind zu einem Beobachtungssystem zusammengefasst und in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Schwerpunkte des Programms sind neben der Erforschung des Magnet- und Schwerfelds der Erde die natürlichen Ressourcen und Stoffkreisläufe, Klimavariabilität und Klimaimpakt auf den menschlichen Lebensraum. Auch Präventions- und Vorsorgestrategien bei Naturkatastrophen sowie die Nutzung des unterirdischen Raums, zum Beispiel zur Speicherung von Kohlendioxid, gehören zu den Forschungsaufgaben. Mit diesen Schwerpunkten trägt das Programm zu den Themenfeldern „Erdsystemdynamik und Risiken“, „Klimavariabilität und Klimawandel“ sowie „Nachhaltige Ressourcennutzung“ bei.

### Das Programm Marine, Küsten- und Polare Systeme

Das Forschungsprogramm hat sich die Beobachtung und Analyse der vergangenen, derzeitigen und künftigen Veränderungen des Ozeans und des Systems Erde zum Hauptziel gemacht und folgt einem multidisziplinären Ansatz. Die Forschung beschäftigt sich mit den aktuellen Veränderungen in Arktis, Antarktis und Küstenregionen, wobei hinsichtlich der Küstenregionen auch dem direkten menschlichen Einfluss ein besonderes Augenmerk gewidmet wird. In den Polarregionen werden besonders die global klimawirksamen und klimasteuernden Prozesse und Wechselwirkungen untersucht. Ergänzend wird die weitere Entschlüsselung der Paläoumweltarchive im Verbund mit Prozessstudien weitreichende Schlussfolgerungen aus der Erdvergangenheit zulassen. Angestrebt wird die Entwicklung eines Modell-Systems, mit dessen Hilfe mittelfristige Entwicklungen prognostizierbar sind. In diesem Modell werden sowohl der Einfluss der Kryosphäre,

### Grundfinanzierte Kosten des Forschungsbereichs Erde und Umwelt (Plan 2010\*, inklusive der anteiligen Programmungebundenen Forschung)



\*Zweites Jahr der neuen Programmförderperiode 2009–2013

der Ozeane und der marinen Bio- und Geo-Chemosphäre auf das Klima als auch die Biodiversität und der Fluss von Energie und Materie in unterschiedlichen Raum- und Zeitskalen dargestellt. Die Erforschung der Veränderungen des Erdklimas sowie des menschlichen Einflusses auf dieses komplexe System soll mittelfristige Prognosen auf wissenschaftlicher Grundlage ermöglichen, um die politische und gesellschaftliche Meinungsbildung zu unterstützen. Für diese Ziele werden moderne Forschungsinfrastrukturen wie Schiffe, Flugzeuge und Polarstationen eingesetzt. Die neue Neumayer-Station III erfüllt neben Ihrer Funktion als Forschungsbasis für Langzeitbeobachtungen den Auftrag Deutschlands im Antarktisvertrag, der seit mehr als 50 Jahren besteht und damit das erfolgreichste Völkerrechtsabkommen ist.

#### Das Programm Atmosphäre und Klima

Das Forschungsprogramm beschäftigt sich mit der Rolle der Atmosphäre im Klimasystem sowie den Prozessen, die maßgeblichen Einfluss auf Klimaveränderungen, Naturkatastrophen und Luftqualität und damit die Lebensqualität auf der Erde haben. In diesem Zusammenhang werden Untersuchungen zum Verhalten der Stratosphäre, der Troposphäre und der Biosphäre sowie ihrer komplexen Wechselwirkungen im globalen Wandel durchgeführt. Forschungsschwerpunkte sind die Untersuchung des Wasserkreislaufes sowie der biogeochemischen Kreisläufe von umweltrelevanten Spurengasen und Aerosolen. Grundlage für diese Analysen bilden Daten aus langfristigen Flugzeug- und Satellitenmessungen, bodengestützten Stationen, großen Simulationskammern (AIDA, SAPHIR u. a.) und numerischen Modellen (Transport-, Klima-Modelle etc.). Die numerischen Modelle werden ständig weiterentwickelt, um die aus den Klimaveränderungen resultierenden ökologischen und sozio-ökonomischen Folgen zu quantifizieren und Handlungswissen für den Schutz vor den Auswirkungen zu gewinnen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt hier auf der regionalen Ebene. Eine wichtige Rolle wird für das Programm auch das neue Forschungsflugzeug HALO spielen, das unter wesentlicher Beteiligung von Wissenschaftlern aus dem Forschungsprogramm seinen Betrieb aufnehmen wird.

#### Das Programm Terrestrische Umwelt

Das Programm Terrestrische Umwelt zielt darauf ab, die Grundlagen für das menschliche Leben zu erhalten und Nutzungsoptionen für eine nachhaltige Inanspruchnahme von Ressourcen zu entwickeln. Dabei weist das Programm einen engen Bezug zum Klimawandel auf: Da der Klimawandel nicht allein durch Vermeidung (Mitigation) von Treibhausgasemissionen gestoppt werden kann, sind zusätzlich Strategien zur Anpassung und zur Reduzierung der Verwundbarkeit unserer Ökosysteme (Adaptation) zu entwickeln. Dazu werden neue technische Lösungen in den Bereichen Agrar-, Bio-, Energie- und Umwelttechnologien konzipiert. Nutzungskonflikte im Spannungsfeld von Nahrungsmittelproduktion, Bioenergie und Naturschutz werden untersucht und Strategien zur Anpassung an den globalen Wandel auf regionaler Ebene entwickelt. Für eine nachhaltige Biomasseproduktion werden die Mechanismen analysiert, die für das Wachstum von Mikroben und Pflanzen entscheidend sind. Im Bereich der Wasserressourcensysteme wird ein neuartiger ökotechnologischer Ansatz zum Schutz und zur Bereitstellung qualitativ hochwertigen und quantitativ ausreichenden Wassers konzipiert. Ein vertieftes Prozessverständnis für Grundwassersysteme und die Analyse der Verletzlichkeit der Grundwasserkörper und ihrer natürlichen Reinigungspotenziale sollen die Einschätzung der Konsequenzen von Grundwasserbeeinträchtigungen für Mensch und Ökosystemstabilität ermöglichen. Für eine nachhaltige Chemikaliennutzung eröffnet ein vertieftes Wissen um den Verbleib von Chemikalien in der Umwelt neue Möglichkeiten für risikoärmere Stoffe sowie problemspezifischer Sanierungsstrategien für kontaminierte Megastandorte. Ergänzt werden die Forschungsarbeiten durch die Etablierung einer technologisch-methodischen Plattform für die Beobachtung, die integrierte Analyse und Bewertung terrestrischer Systeme. Hierbei spielen innovative Mess- und Monitoringkonzepte, integrative Modellierungsansätze sowie methodische Fragen des Up-Scalings auf Langzeitbeobachtungsstandorten wie TERENO eine besondere Rolle.



## PROJEKTE

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

### FORSCHEN RUND UM DEN POL

Die Nordpolregion birgt einzigartige Ökosysteme und wertvolle Rohstoffe und verändert sich mit dem globalen Klimawandel besonders rasch. Forschen rund um den Pol aber ist aufwändig, denn das „Datenarchiv“ im arktischen Meeresboden liegt unter meterdickem Eis. Der kalte Panzer bestimmt auch, welche Gebiete die Forschungsschiffe überhaupt erreichen können. „Mal kehren wir mit mehr Daten zurück als gedacht, mal mit weniger“, sagt Dr. Wilfried Jokat vom Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven. Im letzten Herbst brachten er und seine Kollegen deutlich mehr Daten mit als erhofft: Die geringe Eisbedeckung hatte Seegebiete befahrbar gemacht, die bislang nicht zugänglich waren. Vom August bis Oktober 2008 umrundete der deutsche Forschungseisbrecher Polarstern den Pol – er durchfuhr die Nordwest- und Nordostpassage in einer Saison, als erstes Forschungsschiff überhaupt. „Völlig unmöglich, hätte ich noch vor drei Jahren gesagt“, erzählt Jokat, der das 47-köpfige Wissenschaftlerteam aus zwölf Nationen auf diesem Fahrtabschnitt geleitet hat.

Dabei konzentrierten sich die Forscher auf die Region Ostsibirien. „Der ganze Bereich nördlich der Behringstraße ist hoch interessant, aber kaum erforscht.“ Vor allem wollten Jokat und sein Team wissen, wie es dort während der letzten Eiszeit aussah. Denn dass Nordamerika und Europa vergletschert waren, ist bekannt. Aber war auch das Land im Osten vereist? „Die ersten Ergebnisse dieser Fahrt sagen eindeutig: ja“, so Jokat. „Auf den entsprechend alten Sedimentoberflächen haben wir zum Beispiel Eisbergkratzer gefunden.“ Doch woher das Eis kam und wie weit es ausgedehnt war, ist noch eine offene Frage. Züngelten Gletscher aus Kanada herüber, oder gab es womöglich ein eigenes ostsibirisches Eisschild? „Dann wären die bisherigen Rekonstruktionen der Eisschildverteilung falsch.“

Und noch etwas beschäftigt die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler um Jokat: „Wir wissen nicht, welche Faktoren bestimmen, wann und wie schnell Eis- und Warmzeiten

wechseln.“ Vor drei Millionen Jahren hatte sich die Straße von Panama geschlossen und für eine neue Ozeanzirkulation gesorgt, sagt die Lehrmeinung. Seither verläuft der Wandel zwischen Eis- und Warmzeiten vergleichsweise rasch. Modellrechnungen für Grönland prophezeien zum Beispiel, dass die heutigen Inselgletscher innerhalb von schätzungsweise 5.000 Jahren – geologisch gesehen nur ein Wimpernschlag – vollständig abschmelzen könnten. „Wir wissen nicht, wie normal oder wie unüblich es in der Erdgeschichte ist, dass dies so schnell geht. Vielleicht hat es ja schon vor fünf oder zehn Millionen Jahren schnellere Wechsel gegeben. Weil wir das nicht wissen, können wir zurzeit auch nicht gut einschätzen, wie signifikant das Tempo wirklich ist“, sagt Jokat.

---

„Wir wissen nicht, welche Faktoren bestimmen, wann und wie schnell Eis- und Warmzeiten wechseln.“

---

Vage sind auch die Prognosen über Rohstoffvorkommen in der Arktis. Ein knappes Drittel der weltweit bisher unentdeckten Erdgasvorräte soll sich rund um den Nordpol befinden, dazu noch 13 Prozent der heute noch nicht erfassten Vorräte an Erdöl, so eine Einschätzung amerikanischer Geologen in „Science“ vom Mai 2009. Probenmaterial, das die Annahmen bestätigen oder ablehnen könnte, gibt es kaum. Im Rahmen des Integrierten Ozeanboden Bohrprogramms (IODP) haben Wissenschaftler des Alfred-Wegener-Instituts im Jahr 2004 einen aussagekräftigen Sedimentkern erbohrt. „Aber wir haben eben nur diesen einzigen Kern“, gibt Jokat zu bedenken. Allerdings hat auch die amerikanische Industrie in den 1970er und 1980er Jahren im Zuge ihrer Exploration Bohrkern gezogen. Mit diesen vergleichen die Forscher nun die Daten von der Polumrundungsfahrt, um Parallelen und Unterschiede der Vereisungsgeschichte Nordamerikas und Kanadas zu der von Sibirien herauszuarbeiten.

Das aber reicht noch nicht. Für sichere Aussagen müssen die Basiszahlen stimmen, die in die Klima- und Rohstoffmodelle eingegeben werden. „Sonst bekommen wir alles Mögliche heraus, nur nicht, wie es wirklich werden wird.“ Hierbei sollen die Daten von der Nordpolumrundung helfen. „Mit unserer derzeitigen Ausrüstung kommen wir etwa zehn Meter tief in den



## EIN OZEANOGRAPHISCHES MESSGERÄT WIRD MIT UNTERSTÜTZUNG EINES DREIBEINS IN DAS EISLOCH EINGELASSEN. FOTO: STEFFEN SPIELKE, AWI

Meeresboden. Mit anderer Technik schaffen wir es vielleicht bis zu 500 Meter hinein.“ Den Antrag dafür hat das Alfred-Wegener-Institut schon gestellt. Wilfried Jokat ist überzeugt: „Es lohnt sich unbedingt, hier weiterzumachen.“ Denn um vorausszusehen, wie sich diese Region entwickeln wird, müssen Wissenschaftler in die Vergangenheit blicken. Erst wenn die Historie bekannt ist, stimmen auch die Eingaben in die langfristigen Vorhersagemodelle.

CORNELIA REICHERT

Helmholtz-Zentrum Potsdam  
Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ

### SCHULUNGEN UND TRAININGS ZUM TSUNAMI-FRÜHWARNSYSTEM

Das Deutsch-Indonesische Tsunami-Frühwarnsystem (GITEWS) für den Indischen Ozean funktioniert technisch und wird jetzt im Alltag getestet und optimiert. „Die wichtigste Aufgabe ist jetzt, die Leute vor Ort zu trainieren, zum Beispiel die Fachleute, die den technischen Betrieb übernehmen und das Instrumentarium warten sollen“, sagt Projektleiter Dr. Jörn Lauterjung vom Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, der das Projekt koordiniert. In Zusammenarbeit mit den Behörden werden nun Schulungen für die Bevölkerung durchgeführt, damit diese richtig auf die Warnungen reagieren.

„Die wichtigste Aufgabe ist jetzt, die Leute vor Ort zu trainieren, die den technischen Betrieb übernehmen und das Instrumentarium warten sollen.“

Unzählige Absprachen und Verhandlungen mit den indonesischen Partnern und Behörden vor Ort, mit internationalen Partnern in Indonesien sowie mit der Zwischenstaatlichen Ozeanografischen Kommission (IOC) der UNESCO waren notwendig, um das Projekt voran zu bringen. Dazu kamen große wissenschaftliche Herausforderungen, denn die Geologie vor der indonesischen Küste ist so beschaffen, dass Erdbeben sehr nah vor der Küste auftreten und somit die Frühwarnzeiten

entsprechend kurz sind. Das neue System muss also schneller als andere Warnsysteme die Entscheidung ermöglichen, ob wirklich ein Tsunami im Anrollen ist, damit Fehlalarme vermieden werden. „Aber der Aufwand hat sich gelohnt, wir sind international sehr sichtbar mit dieser Leistung, und nun fragen beispielsweise auch Länder wie Australien nach unserem Know-how“, so Lauterjung. Für das Management des überaus komplexen Projekts erhielten Dr. Jörn Lauterjung und auf indonesischer Seite Dr. Sri Woro Harijono vom Meteorologischen, Klimatologischen und Geophysikalischen Dienst Indonesiens (BMKG) den Roland Gutsch Project Management Award 2009.

Ende März 2010 soll das System ganz an Indonesien übergeben werden. Es wird zwar Naturkatastrophen wie Tsunamis nicht verhindern, aber vielen Menschen ermöglichen, sich rechtzeitig in Sicherheit zu bringen. Den Anstoß für das Projekt gab ein Tsunami, der Ende 2004 fast eine Viertelmillion Menschen getötet hatte.

ARÖ



MIT EVAKUIERUNGSÜBUNGEN TRAINIEREN SCHULKINDER DAS RICHTIGE VERHALTEN. Foto: GITEWS

ERKUNDUNGSBOHRUNG FÜR DIE KLIMAFORSCHUNG AM TSWAING KRATERSEE IN SÜDAFRIKA. FOTO: GFZ

Helmholtz-Zentrum Potsdam  
Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ

## DER NABEL AFRIKAS

„Inkaba yeAfrica“ könnte man als „Nabel Afrikas“ übersetzen. Die Geowissenschaftler Prof. Dr. Maarten de Wit von der südafrikanischen Universität Kapstadt und Prof. Dr. Brian Horsfield vom Helmholtz-Zentrum Potsdam, dem Deutschen GeoForschungsZentrum GFZ, koordinieren dieses internationale Mammutprojekt, das Grundlagenforschung mit dem Wirtschaften des Menschen im Süden des Kontinents verknüpft. Der „Nabel Afrikas“ meint die Wiege der Menschheit, die in Afrika steht. „Auch für Wissenschaftler ist diese Weltregion ein Paradebeispiel für die moderne Erdsystemforschung“, erklärt der ebenso am Projekt beteiligte GFZ-Forscher Prof. Dr. Robert Trumbull. So nennt der Weltklimarat IPCC das südliche Afrika als einen der Brennpunkte, an denen der Klimawandel sich sehr stark auswirkt. Eine große Forschungsorganisation wie die Helmholtz-Gemeinschaft ist optimal ausgerüstet, um zusammen mit afrikanischen Partnern dieses komplexe System von den grundlegenden Prozessen in Ozean und Atmosphäre bis zu den Auswirkungen auf das Wirtschaften des Menschen zu verstehen.

Das Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven untersucht zum Beispiel die Zusammenhänge zwischen den Meeresströmen rund um das südliche Afrika: So transportiert der Benguelastrom aus der Antarktis Kälte an der Atlantikküste Afrikas entlang nach Norden. Das kühle Wasser aber lässt fast keine Regenwolken ins Landesinnere kommen. Auf der anderen Seite des Kontinents bringt der Agulhas-Strom nicht nur Tropenwärme aus den Äquatorregionen entlang der Pazifikküste nach Süden, sondern schiebt auch Niederschläge in den Süden Afrikas. Klimaveränderungen beeinflussen diese Meeresströme und damit die Niederschläge. Als GFZ-Forscher in Südafrika die Ablagerungen im runden Tswaing-See mit seinen 1.130 Metern Durchmesser analysierten, konnten sie das Klima der letzten 200.000 Jahre und damit der beiden letzten großen Vereisungszyklen der Erde in dieser Region bestimmen. Sieben oder acht Grad war es demnach auch in

Südafrika kälter, als gewaltige Eismassen die Nordhalbkugel der Erde bis in die Gegend der heutigen Millionenstädte Berlin und Hamburg unter sich begruben. Als es dann wärmer wurde, fiel auch weniger Regen. Das Wasser könnte daher zukünftig im Süden Afrikas noch knapper werden, wenn der Klimawandel die Temperaturen steigen lässt.

Wasser ist aber in Südafrika bereits heute ein knappes Gut, denn die Meeresströmungen im Atlantik und Indischen Ozean lassen die Niederschläge im Süden des Kontinents nicht allzu üppig ausfallen. Schon jetzt konkurrieren viele Nutzer um Wasser: Die Menschen brauchen nicht nur Trinkwasser, sondern auch Wasser zum Waschen, für die Toilettenspülung, für die Bewässerung der Felder und das Vieh. Auch die Industrie verbraucht große Mengen bei der Herstellung von Autos, Maschinen, Stahl und Düngemitteln. Und sehr viel Wasser benötigt der Bergbau, der wichtigste Wirtschaftszweig Südafrikas.

---

„Das Forschungsprojekt Inkaba yeAfrica spannt den Bogen von der reinen Grundlagenforschung bis zur Ingenieurtechnik, zum Beispiel beim Thema Bodenschätze und Bergbau.“

---

Südafrikanische Bergleute fördern nicht nur Kohle zutage, sondern holen weltweit auch die größten Mengen von Gold und Platin, Chrom und Diamanten aus der Erde. Zu den Schattenseiten des Bergbaus gehören der hohe Wasserverbrauch und die riesigen Abraumhalden, die giftige Stoffe enthalten.

In einem von mehr als 20 Projekten beobachtet Inkaba yeAfrica diese Bodenschätze von ihrer Genese bis zur Entsorgung. Wie sind die Platinlagerstätten und Kohleflöze entstanden, wie werden sie genutzt, welche Folgen hat das für die Umwelt und welche Veränderungen wären denkbar? „Mit der Beantwortung dieser Fragen spannt Inkaba yeAfrica nicht nur bei den Bodenschätzen, sondern in vielen seiner Projekte den Bogen von der reinen Grundlagenforschung bis zur Ingenieurtechnik“, erklärt Trumbull.

Inkaba yeAfrica liefert mit den Ergebnissen auch konkrete Grundlagen für politische Entscheidungen, wie Wirtschaft, Bauern und Privathaushalte sich auf den Klimawandel ein-



stellen sollten: Welches Getreide wird bei größerer Trockenheit oder Hitze noch gedeihen? Und wie viel Wasser steht in 20 Jahren voraussichtlich noch zur Verfügung, für die Haushalte, die Landwirtschaft, den Bergbau und die Industrie?

ROLAND KNAUER

Forschungszentrum Jülich

## DEUTSCHLANDS LANDSCHAFTEN IM KLIMAWANDEL

Wie sich der Klimawandel regional auf Vegetation, Niederschlagsmuster und die möglichen Landnutzungen in Deutschland auswirken wird, untersuchen Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler mit dem Großvorhaben TERENO (TERrestrial ENvironmental Observatories). Die Helmholtz-Gemeinschaft richtet in ausgewählten Landschaftsräumen vom Alpenvorland bis zum Nordostdeutschen Tiefland vier Observatorien ein, um 15 Jahre lang Beobachtungen zur Wasser- und Bodenqualität, zur Vegetation und zur biologischen Vielfalt aufzuzeichnen und die Veränderungen zu erfassen. Prof. Dr. Harry Vereecken vom Forschungszentrum Jülich koordiniert das Projekt, an dem auch die Helmholtz-Zentren DLR, GFZ, HMGU, KIT und UFZ beteiligt sind.

„Wir wollen nun herausfinden, wie Temperaturanstiege oder Veränderungen im Wasserhaushalt die Kohlenstoffkreisläufe in Böden beeinflussen.“

Gerade installieren Jülicher Forscher im Teilprojekt „SoilCan“ rund 120 Lysimeter in den Böden der Observatorien, um dort Stoff- und Wasserflüsse zu untersuchen. „Was in den tieferen Bodenschichten geschieht, ist bislang erst wenig untersucht worden“, sagt Vereecken. Die Böden wirken jedoch selbst wieder auf das Klima zurück, denn sie speichern einen Großteil des Kohlenstoffs und geben ihn mit der Zeit als CO<sub>2</sub> wieder an die Atmosphäre ab. „Wir wollen zum Beispiel herausfinden, wie Temperaturanstiege oder Veränderungen im Wasserhaushalt

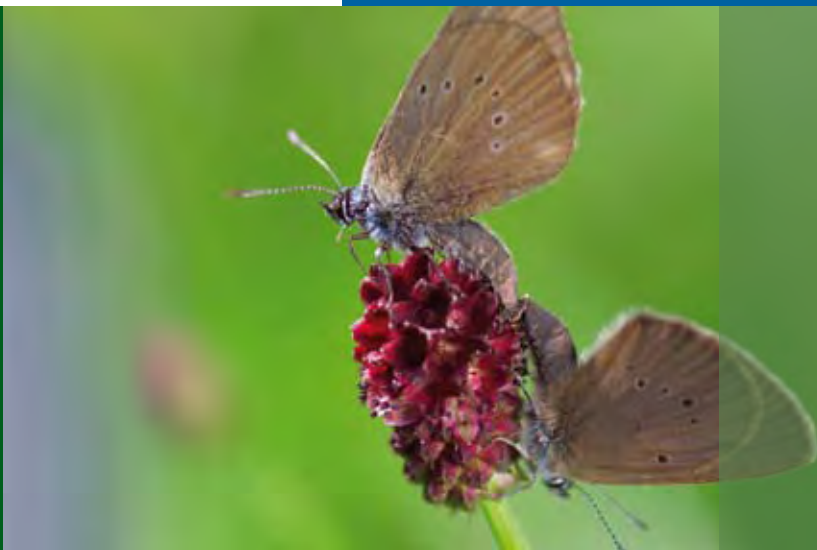
diesen Prozess beeinflussen“, erklärt Vereecken. Dafür sollen die Lysimeter nach ihrem Einsatz von regenreichen Gebieten zu Gebieten mit geringerem Niederschlag oder von kühleren in wärmere Regionen versetzt werden. „Dann können wir beobachten, was geschieht, wenn Böden zum Beispiel größerer Trockenheit ausgesetzt werden, wie das für den Osten Deutschlands bereits vorhergesagt wird.“

Mit TERENO will die Helmholtz-Gemeinschaft eine Wissensbasis schaffen, die konkrete Empfehlungen ermöglichen soll, wie Land- und Forstwirtschaft sowie Kommunen ihre Bewirtschaftung des Landes an die veränderten Bedingungen anpassen können.

ARÖ



EIN LYSIMETER ENTHÄLT RUND 1,5 KUBIKMETER BODEN UND ZAHLREICHE MESSGERÄTE. Foto: Firma Umweltmonitoringsysteme



Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ

## ALARM: KLIMAWANDEL REISST LÖCHER IN DAS NETZ DES LEBENS

„Artenvielfalt ist genauso wichtig wie das Klima, wenn es um die Ernährung der Menschheit geht, aber uns fehlen räumlich und zeitlich gut aufgelöste Daten zu sehr vielen Tier- und Pflanzenarten, um genauer vorhersagen zu können, wie sich die Ökosysteme entwickeln“, erklärt Dr. Josef Settele vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ. Das EU-Projekt ALARM hat nun einen ersten Überblick über wichtige Lebensräume Europas und ihre spezifischen Probleme geschaffen.

„Artenvielfalt ist genauso wichtig wie das Klima, wenn es um die Ernährung der Menschheit geht, aber uns fehlen räumlich und zeitlich gut aufgelöste Daten.“

ALARM steht für „Assessing Large scale environmental Risks for biodiversity with tested Methods“. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus 35 Ländern und 68 Partnerorganisationen (darunter sieben Unternehmen) haben zwischen 2004 und 2009 an diesem umfassenden Forschungsprojekt gearbeitet, das Settele zusammen mit sechs Kollegen koordiniert hat. Gemeinsam haben sie erstmals einheitliche Methoden entwickelt, um Umweltrisiken für die Biodiversität für unterschiedliche Landschaftsräume in Europa quantitativ zu erfassen. Ein treibender Faktor ist der sich regional auswirkende Klimawandel, der Flora und Fauna zwingt, sich extrem rasch an neue Bedingungen anzupassen. Außerdem begünstigt der Klimawandel Invasionen fremder Tier- und Pflanzenarten, die heimische Arten verdrängen können und als Schädlinge in Wäldern und Feldern erhebliche Kosten verursachen. Dazu kommen die zunehmende Flächenversiegelung, die Zerschneidung von Lebensräumen durch ein immer dichteres Straßennetz und die Intensivierung der Landwirtschaft. Umweltchemikalien aus Landwirtschaft und Industrie beeinflussen oft auf subtile Weise die Vermehrungsraten von Insekten und Wirbellosen, die wiederum von Wirbeltieren wie Vögeln gefressen werden. Es ist das

Zusammenspiel all dieser Faktoren, das die Musik macht und den Artenschwund einläutet. „Die Frage, ob der Klimawandel gut oder schlecht für die Arten ist, kann man so nicht beantworten, es gibt Gewinner und Verlierer. Aber zum Beispiel werden von rund 300 Tagfalter-Arten, die wir untersuchten, in Europa etwa 70 Arten profitieren, die anderen 230 eher nicht“, sagt Settele. Eine entscheidende Rolle in Ökosystemen spielen die bestäubenden Insekten wie Bienen, Hummeln, Schwebfliegen und Schmetterlinge. Dass die Bestäubung in vielen Landschaften Europas deutlich zurückgegangen ist, wird schon länger beobachtet. Bei Nutzpflanzen führt dies zu Ernteeinbußen, bei Wildpflanzen zu weniger Nachwuchs bis hin zur Gefährdung des Bestands. Zwar werden Weizen, Hafer und Roggen durch den Wind bestäubt, aber Obstbäume, Haselnusssträucher und andere Vitaminlieferanten sind auf Insekten angewiesen, um Früchte auszubilden. „Wir können nicht sagen, was die Biene wert ist, aber wir können sagen, was sie leistet“, meint Josef Settele und stellt fest: „Auf dem Weltmarkt hätten alle Früchte, Nüsse und Gewürze im Jahr 2005 rund 153 Milliarden Euro gekostet.“

„Auf dem Weltmarkt hätten alle Früchte, Nüsse und Gewürze im Jahr 2005 rund 153 Milliarden Euro gekostet.“

Durch ALARM ist die Verbreitung von vielen bestäubenden Insekten erstmals genauer erfasst worden. Schon länger bekannt sind die Probleme der Imker mit ihren Bienenvölkern, hinzu kommen aber nun auch Erkenntnisse zu wildlebenden Insekten wie Bienen, Hummeln, Schwebfliegen und Schmetterlingen. „Das Problem ist: Wir hatten bislang keine guten Daten, vor allem nicht zu häufigen Arten wie Tagpfauenauge und Kleiner Fuchs, die für Spezialisten nicht so interessant sind“, erklärt Settele. Deshalb haben die UFZ-Forscher mit der Gesellschaft für Schmetterlingsschutz ein Netz von Ehrenamtlichen organisiert, die regelmäßig bestimmte Strecken ablaufen und Falter zählen ([www.tagfalter-monitoring.de](http://www.tagfalter-monitoring.de)). Die ersten Auswertungen deuten darauf hin, dass 2009 ein relativ schlechtes Jahr für viele Falter war – selbst häufige Arten wie der Kleine Fuchs wurden seltener beobachtet, während durch den Masseneinflug des Distelfalters für den normalen Bürger eher der

DER DUNKLE WIESENKNOPF-AMEISENBLÄULING WIRD UNTER DEM KLIMAWANDEL LEIDEN: ER IST ZUR ERFOLGREICHEN FORTPFLANZUNG SOWOHL AUF DEN WIESENKNOPF ALS AUCH AUF BESTIMMTE AMEISEN ANGEWIESEN. FOTO: ANDRÉ KÜNZELMANN, UFZ

Eindruck eines guten Falterjahres entstanden sein mag. Die gesammelten Ergebnisse zu den Risiken für die Biodiversität werden im Winter 2009/2010 in einem Atlas veröffentlicht. In diesem Atlas haben die ALARM-Forscher auch die Verbreitungsgebiete bestimmter Pflanzen mit IPCC-Klimaszenarien und Karten der Landnutzung kombiniert, um zu ermitteln, wo bestimmte Falter auch in Zukunft gute Chancen haben. Denn manche Falterarten wie beispielsweise die Ameisenbläulinge überleben nur in einzigartigen Symbiosegemeinschaften, die eine Beweidung oder bestimmte Mahdvorschriften erfordern. „Mit diesen Karten sieht man, wo es sich lohnen würde, besonders aufmerksam hinzuschauen. Und wir sehen auch, wo sich das Naturschutz-Management von Süden nach Norden übertragen lassen würde, wenn der Klimawandel fortschreitet.“ Eine einleuchtende Idee, die Settele nun im Forschungsprojekt CLIMIT verfolgen wird.

ANTONIA RÖTGER

GKSS-Forschungszentrum Geesthacht

## WELLENRADAR SCHÄTZT KRÄFTE IM MEER AB

In der Nordsee westlich von Sylt sollen rund 80 Windkraftanlagen aufgebaut werden. Eine technische Herausforderung, denn ein solcher Offshore-Windenergiepark wird nicht nur dem Wellengang und dem Wetter ausgesetzt sein, sondern wird auch selbst die Wellenmuster beeinflussen. Um diese Frage zu untersuchen, haben GKSS-Wissenschaftler um Dr. Friedwart Ziemer gemeinsam mit Experten der Technischen Universität Sankt Petersburg eine Radartechnik entwickelt, mit der sich Wellen genauer ausmessen lassen. „Mit den speziell für uns gebauten Radargeräten können wir versuchen zu verfolgen, wie sich Wellenbrecher aufbauen, welche Kräfte sie dabei entwickeln und wie sie sich mit anderen Wellen überlagern“, berichtet Ziemer. Auf der Forschungsplattform FINO3 vor Sylt am künftigen Standort des Offshore-Windenergieparks haben Ziemer und Kollegen bereits ein Radargerät fest installiert. Die FINO3 Plattform, die von der Fachhochschule Kiel koordiniert wird, soll auch als Feststation im übergreifenden Messnetz COSYNA (Coastal Observation

System for Northern and Arctic Seas) genutzt werden. COSYNA ist vom GKSS-Forschungszentrum in Geesthacht initiiert worden, um den Zustand und die Entwicklung der Nordsee zu untersuchen. Im Herbst 2009 werden Ziemer und Kollegen mit dem

„Wir versuchen zu verfolgen, wie sich Wellenbrecher aufbauen und welche Kräfte sie dabei entwickeln.“

Forschungsschiff Friedrich Heincke rund um FINO3 mit zwei weiteren Doppler-Radargeräten an Bord messen, welche Turbulenzen die Plattform selbst erzeugt und wie weit diese die Strömung und den Seegang rund um die Plattform beeinflussen. Die Ergebnisse können dann bei der Konstruktion des gesamten Offshore-Windenergieparks berücksichtigt werden, wo viele Plattformen in Reihen stehen, so dass sich Turbulenzen durchaus aufschaukeln könnten. „Bisher wissen wir noch nicht, wie stark diese Effekte sein könnten und ob sie schon bei der Konstruktion von Windenergieparks auf hoher See berücksichtigt werden müssen. Aber Ende 2009 können wir dazu etwas sagen“, meint Ziemer.

ARÖ



DAS WELLENRADAR DER GEESTHACHTER KÜSTENFORSCHER AUF DER MESSPLATTFORM FINO3. Foto: F. Ziemer, GKSS

# FORSCHUNGSBEREICH GESUNDHEIT



PROF. DR. OTMAR D. WIESTLER  
Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Kordinator für den Forschungsbereich Gesundheit,  
Deutsches Krebsforschungszentrum

## DIE AUFGABE

Unsere Gesellschaft und unser Gesundheitssystem stehen heute vor großen Herausforderungen. Bei steigender Lebenserwartung und stetig zurückgehenden Geburtenraten nimmt der Anteil alter Menschen an der Bevölkerung kontinuierlich zu. Entsprechend gewinnen chronische Volks- und Alterserkrankungen wie degenerative Erkrankungen des Nervensystems und des Skeletts, Krebs-, Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen, Lungenerkrankungen sowie chronisch entzündliche Erkrankungen zunehmend an Bedeutung. Zudem erleichtert die zunehmende weltweite Mobilität die Ausbreitung neuer oder besiegt geglaubter Infektionskrankheiten. Diese Folgen des demographischen und sozioökonomischen Wandels haben weitreichende Konsequenzen für die globalen Gesundheitssysteme und stellen die Gesundheitsforschung weltweit vor große Herausforderungen. Chronische Volkskrankheiten wie Krebs, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes, Lungenerkrankungen, neurodegenerative Leiden, aber auch Infektionen und umweltbedingte Störungen der Gesundheit stehen im Zentrum der Helmholtz-Gesundheitsforschung. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler erforschen die Ursachen und Entstehungswege dieser oft komplexen Erkrankungen und entwickeln neue Strategien für Prävention, Diagnose und Therapie.

In den letzten Jahren greifen die beteiligten Zentren zunehmend auf neue Modelle der Zusammenarbeit mit starken Partnern aus der Hochschulmedizin, den Universitäten, anderen Forschungsorganisationen und der Industrie zurück.

In enger Interaktion mit lokalen Partnern aus der Hochschulmedizin haben die Helmholtz-Gesundheitszentren in den letzten Jahren damit begonnen, Translationszentren an ihren Standorten aufzubauen. Hier arbeiten Helmholtz-Wissenschaftler und Kollegen aus der Universitätsmedizin unter einem Dach eng zusammen, um den Austausch zwischen Labor und Klinik noch effizienter zu gestalten und die Umsetzung von Forschungsergebnissen in die klinische Praxis rascher voranzutreiben.

Um die Forschung auf dem Gebiet degenerativer Erkrankungen des Gehirns wie Morbus Parkinson und Morbus Alzheimer auszubauen, wurde im Juni 2009 das Deutsche Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE) gegründet. Als Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft verfügt das DZNE über einen Kernstandort in Bonn und universitäre Partnerstandorte in Göttingen, Magdeburg, München, Tübingen, Witten sowie Mecklenburg-Vorpommern. Dieses neue Modell ist auch für andere Themen attraktiv.

In den biomedizinischen Grundlagenwissenschaften spielen strategische Allianzen der Helmholtz-Gemeinschaft ebenfalls eine wichtige Rolle. In Heidelberg wurde eine strategische Allianz in der biomedizinischen Grundlagenforschung zwischen dem DKFZ und dem Zentrum für Molekulare Biologie der Universität Heidelberg etabliert. Kompetenzen in der Grundlagen- und translationalen Forschung bei komplexen neuropsychiatrischen Erkrankungen wurden durch die neue strategische Allianz JARA-BRAIN zwischen der Universitätsklinik Aachen und dem Bereich Gesundheit des Forschungszentrums Jülich gebündelt. Neue Wege der Zusammenarbeit werden auch mit Unternehmen, wie z.B. mit Siemens Health Care oder Bayer Schering Pharma, erprobt. Eine der wesentlichen Zukunftsaufgaben besteht darin, die deutsche Gesundheitsforschung unter Einbindung aller Kompetenzen an den Helmholtz-Gesundheitszentren, den Universitätskliniken, den Universitäten und anderen Forschungsorganisationen in strategischen Partnerschaften voranzutreiben. Im Vordergrund steht der biomedizinische Erkenntnisgewinn für gesellschaftlich wichtige Krankheitsfelder, der - in Konsortien oder Netzwerken zusammengefasst - konkrete klinische Anwendungen hervorbringen wird. Die von der Helmholtz-Gesundheitsforschung entwickelten Initiativen auf Gebieten wie Diabetes, Krebs, Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Präventiver Medizin („Helmholtz-Kohorte“) sind als ein Angebot an starke Partner zu verstehen, sich aktiv zu beteiligen. Dies wird es erlauben, die deutsche Gesundheitsforschung nachhaltig zu stärken und international in der Spitzengruppe zu etablieren.

Der Forschungsbereich Gesundheit wurde im Rahmen der Programmorientierten Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft zu Beginn des Jahres 2008 begutachtet. Der vorliegende Helmholtz-Geschäftsbericht gibt einen Überblick über die Struktur und Aufgabenstellung des Forschungsbereichs im Berichtszeitraum bis Ende 2008 und stellt die neuen Forschungsprogramme vor, die für die strategische Ausrichtung der Gesundheitsforschung in den kommenden Jahren stehen. Erläutert werden die bisherige und die neue Struktur durch eine Übersicht über die Mittelverteilung im Jahr 2008 sowie die Mittelverteilung ab dem kommenden Jahr 2010. Ab 2010 befinden sich alle sechs Forschungsbereiche in der zweiten Förderperiode.

## DIE PROGRAMMSTRUKTUR IN DER FÖRDERPERIODE 2003–2008\*

Im Forschungsbereich Gesundheit haben in der ersten Programmperiode zehn Helmholtz-Zentren kooperiert. Dazu zählen das Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung, das Deutsche Krebsforschungszentrum, das Forschungszentrum Jülich, das Forschungszentrum Karlsruhe, das GKSS-Forschungszentrum Geesthacht, das Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, das Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie und das Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch sowie das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler wirkten in sieben Programmen zusammen:

- Krebsforschung
- Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen
- Funktion und Dysfunktion des Nervensystems
- Infektion und Immunität
- Umweltbedingte Störungen der Gesundheit
- Vergleichende Genomforschung
- Regenerative Medizin



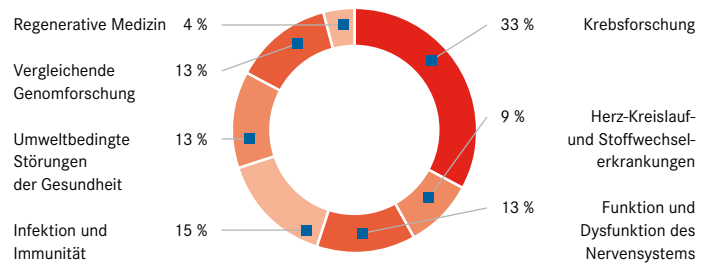
„Was ist wichtig? Die Betonung der Exzellenz als wichtigstes Kriterium bei der Auswahl und der Förderung jedes einzelnen Wissenschaftlers. Ebenso sind die nationalen und internationalen Kollaborationen wichtig, um den Horizont zu vergrößern und genügend kritische Masse zu erreichen, genauso wie eine ‚state of the art‘-Infrastruktur. Auch die bahnbrechende Grundlagenforschung als Fundament für die translationale Forschung sowie der Fokus auf das Verständnis der molekularen Ursachen der wichtigsten Krankheiten der Menschen einschließlich Krebs, Herzkrankheiten, Infektionskrankheiten und neurodegenerativen Krankheiten sind wesentlich in der Helmholtz-Forschung. Hier ist der Schritt von der Grundlagenforschung zu Fortschritten, die direkt dem Patienten helfen können, von großer Bedeutung.“

**PROF. DR. MARY OSBORN**  
Senatorin der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Max-Planck-Institut für biophysikalische  
Chemie, Göttingen

\*Im Forschungsbereich Gesundheit begann die erste Förderperiode 2003, die um ein Jahr bis 2008 verlängert wurde

### Die Struktur des Forschungsbereichs Gesundheit Grundfinanzierte Kosten 2008: 290 Mio. Euro

Zusätzlich erhält der Forschungsbereich Gesundheit 119 Mio. Euro Drittmittel. Damit stehen ihm Gesamtmittel i.H.v. 409 Mio. Euro zur Verfügung.



## DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2003–2008\*

### Das Programm Krebsforschung

In Deutschland erkranken jährlich etwa 450.000 Menschen an Krebs, mehr als die Hälfte stirbt an den Folgen der Erkrankung. Mit ihrem oft langwierigen Verlauf und ihrer schlechten Prognose haben Krebserkrankungen schwerwiegende psychosoziale und sozioökonomische Folgen. Ziel der Forschung ist es, die Biologie von Tumorzellen besser zu verstehen, die genetischen Grundlagen der Erkrankung zu erkennen und die Risikofaktoren zu identifizieren, die zu einer Krebserkrankung führen. Ein Schwerpunkt des Programms liegt in der Entwicklung innovativer diagnostischer und therapeutischer Verfahren auf der Basis molekularer, zellbiologischer, immunologischer und radiophysikalischer Erkenntnisse und Technologien. Die Rolle des Immunsystems bei Krebserkrankungen und die Untersuchung der Zusammenhänge von Infektionen und Krebs zählen ebenfalls zu den Forschungsschwerpunkten. Auch die Medizintechnik spielt im Programm Krebsforschung eine wichtige Rolle, vor allem durch die Entwicklung neuer bildgebender Verfahren und Strategien für die Strahlenbehandlung, die präzisere Diagnosen und Therapien, aber auch Früherkennung und Prävention ermöglichen. Ein herausragendes Beispiel für erfolgreichen Forschungstransfer war die Markteinführung eines prophylaktischen Impfstoffs gegen Humane Papillomviren, welche ursächlich an der Entstehung von Gebärmutterhalskrebs beteiligt sind. Diese Entdeckung wurde im Jahr 2008 durch die Verleihung des Nobelpreises an Prof. Dr. Harald zur Hausen aus dem Deutschen Krebsforschungszentrum ausgezeichnet.

### Das Programm Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen

Die häufigste Todesursache in den westlichen Industrieländern sind kardiovaskuläre Erkrankungen. Wesentliche Risikofaktoren sind Bluthochdruck, Diabetes, erhöhte Blutfette, Tabakkonsum und Übergewicht. Diese Leiden verursachen immense Kosten für das Gesundheitswesen. Um die Anzahl dieser Erkrankungen auf lange Sicht nachhaltig zu verringern, erforschen die Wissenschaftler Ursachen für Gefäßerkrankungen und Bluthochdruck, für Erkrankungen des Herzens und der Niere sowie von Stoffwechselerkrankungen wie Diabetes und Adipositas. Darüber hinaus entwickeln sie neue Formen der Prävention, der Diagnose und Behandlung, basierend auf verschiedenartigen methodischen Ansätzen aus den Bereichen Genetik, Genomforschung und Systembiologie, Zellbiologie oder Epidemiologie.

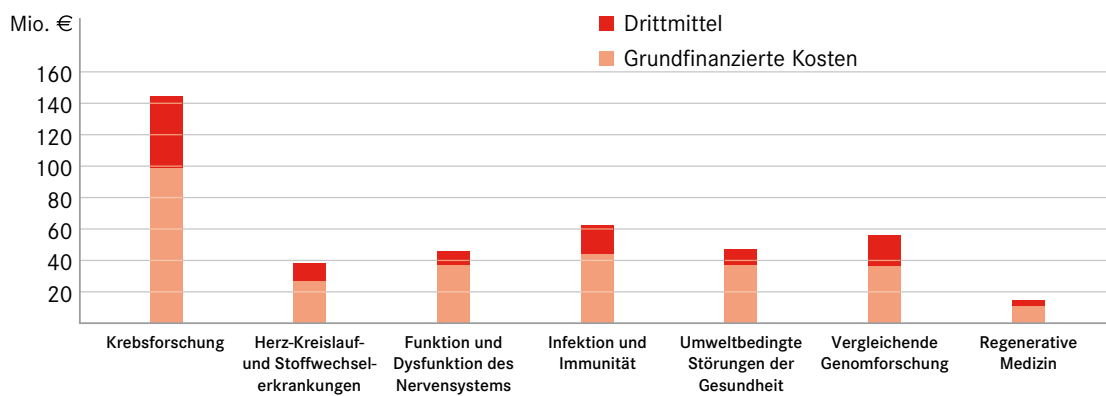
### Das Programm Funktion und Dysfunktion des Nervensystems

Mit steigendem Lebensalter erhöht sich auch das Risiko neurologischer und psychiatrischer Erkrankungen. Die neurowissenschaftliche Forschung der Helmholtz-Gemeinschaft vertieft das Wissen über die Ursachen dieser Krankheiten. Im Zentrum der Forschung haben in der ersten Runde der Programmorientierten Förderung degenerative Erkrankungen des Zentralnervensystems gestanden wie zum Beispiel Morbus Parkinson oder Morbus Alzheimer, aber auch Epilepsien, Hirntumore oder kognitive Beeinträchtigungen nach Schlaganfällen. Um die relevanten Mechanismen zu analysieren, ist es notwendig, einzelne Biomoleküle und Zellen gezielt zu untersuchen, aber auch das neuronale System als Ganzes zu betrachten. Die Wissenschaftler nutzen zur Analyse normaler und pathologisch veränderter Mechanismen im lebenden menschlichen Gehirn modernste Verfahren nicht-invasiver Bildgebung mit Magnetresonanztomographie, Positronen-Emissionstomographie (PET) und funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRI).

\*Im Forschungsbereich Gesundheit begann die erste Förderperiode 2003, die um ein Jahr bis 2008 verlängert wurde.



Gesamtkosten des Forschungsbereichs Gesundheit (2008)



sions-Tomographie und Magnetenzephalographie, der Genomforschung und Zellbiologie sowie aussagekräftige Tiermodelle.

#### Das Programm Infektion und Immunität

Mehr als 17 Millionen Menschen sterben jedes Jahr weltweit an Infektionskrankheiten – das ist ein Drittel aller Todesfälle. Durch die internationale Mobilität verbreiten sich auch Krankheitserreger schneller als früher. Angesichts der wachsenden Bedrohung durch Infektionskrankheiten untersuchen die Forscherinnen und Forscher molekulare und zelluläre Vorgänge von Infektionsprozessen, um zu verstehen, warum und wie bestimmte Erreger Krankheitssymptome auslösen. Parallel dazu analysieren sie die Entstehung von Immunität, also die Mechanismen, mit denen Wirte Infektionen abwehren oder kontrollieren. Basierend auf diesen Erkenntnissen ist es möglich, neue Strategien zur Bekämpfung von Infektionskrankheiten zu erarbeiten und auch immuntherapeutische Ansätze zur Behandlung von anderen chronischen Erkrankungen wie Autoimmunität und Krebs zu entwickeln.

#### Das Programm Umweltbedingte Störungen der Gesundheit

Wie stark beeinträchtigen Umweltfaktoren die Gesundheit? Welche molekularen und zellulären Mechanismen liegen diesen Störungen zugrunde und welche Rolle spielt dabei die genetische Disposition? Welche neuen Strategien der Prävention und Therapie lassen sich daraus ableiten? Die Beantwortung dieser Fragen ist zentrales Ziel dieses Forschungsprogramms. Im Fokus stehen häufig auftretende Krankheiten wie Entzündungen des Atemtraktes, Allergien und Krebs, an deren Entstehung Umweltschadstoffe wie partikelförmige Luftverunreinigungen (Aerosole), Chemikalien oder ionisierende Strahlen wesentlich beteiligt sind. Zum einen setzen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler beim toxischen Wirkstoff an, der identifiziert

und dessen krankheitsauslösender Mechanismus untersucht wird, um Strategien zur Risikoevaluierung und -minderung zu entwickeln. Zum anderen werden Entstehungsmechanismen der oben genannten Krankheiten untersucht, um herauszufinden, in welchem Maße Umweltfaktoren beteiligt sind.

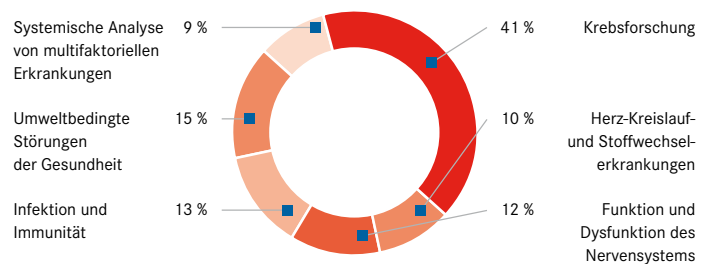
#### Das Programm Vergleichende Genomforschung

Die vergleichende Genomforschung ermöglicht neue Einblicke in die Bedingungen menschlicher Gesundheit und Krankheit auf genetischer und zellulärer Ebene. Um die molekularen Ursachen von Krankheiten aufzuklären, entschlüsseln Wissenschaftler zunächst die genetischen Programme von Modellorganismen wie der Maus und übertragen diese Erkenntnisse dann auf das menschliche Genom. Die Proteomforschung ergänzt die Erkenntnisse über die genetischen Komponenten von Erkrankungen durch Informationen über die Genprodukte und über deren intrazelluläre krankheitsrelevante Interaktionen. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Programms sind wesentlich am Nationalen Genomforschungsnetz beteiligt.

#### Das Programm Regenerative Medizin

Aufgrund der demographischen Entwicklung werden Methoden der Regenerativen Medizin zur Therapie von Alterserkrankungen immer wichtiger. Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler entwickelten für die Regenerative Medizin Materialien, Verfahren und Systeme, die für die Züchtung von Gewebe (Tissue Engineering) und für Organersatzsysteme genutzt werden können, die erkrankte Organe unterstützen oder ersetzen. Außerdem arbeiteten die Forscher daran, die Schnittstelle zwischen Technologie und Organismus zu verbessern, so dass beispielsweise bei einer Handprothese durch Neurokoppelung ein Teil der Sensorik wiederhergestellt werden kann.

### Die Struktur des Forschungsbereichs Gesundheit Grundfinanzierte Kosten Plan 2010\*: 339 Mio. Euro (inklusive der anteiligen Programmgebundenen Forschung)



\*Zweites Jahr der neuen Programmförderperiode 2009–2013

## DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2009–2013

Die Programme und die beteiligten Zentren wurden Anfang des Jahres 2008 einer strategisch-wissenschaftlichen Begutachtung unterzogen. Geplante Forschungsziele und für deren Umsetzung eingesetzte Strategien der einzelnen Programme wurden hochrangigen, international besetzten Gutachtergruppen zur kritischen Beurteilung vorgelegt.

In der zweiten Periode der Programmorientierten Förderung ab 2009 beruht die Forschung auf drei Säulen: Exzellente Grundlagenforschung, Analyse komplexer biologischer Systeme (Systembiologie) und Translation der Forschungsergebnisse in die klinische Anwendung. Die Struktur und Zielsetzungen im Gesundheitsbereich der Helmholtz-Gemeinschaft wurden gemeinsam überdacht, fokussiert und in höherem Maße als bisher auf ein federführendes Zentrum zugeschnitten. Dabei kommt in der translationalen Forschung den Interaktionen mit Partnern aus der Hochschulmedizin eine besondere Bedeutung zu. Diese werden in gemeinsam etablierten Translationszentren realisiert.

Zukünftig werden die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in den folgenden sechs Programmen forschen:

- **Krebsforschung**
- **Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen**
- **Funktion und Dysfunktion des Nervensystems**
- **Infektion und Immunität**
- **Umweltbedingte Störungen der Gesundheit**
- **Systemische Analyse von multifaktoriellen Erkrankungen**

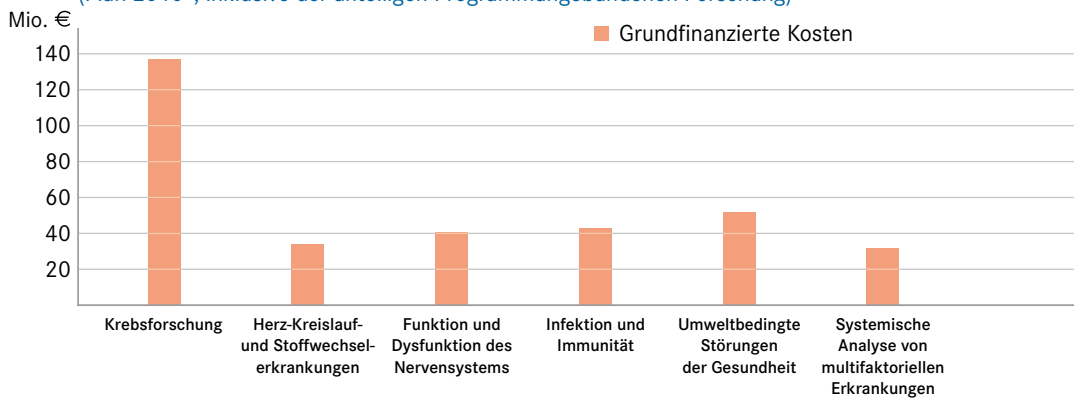
In diesen Programmen kooperieren in der kommenden Förderperiode neun Helmholtz-Zentren: das Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung, das Deutsche Krebsforschungszentrum, das Forschungszentrum Jülich, das GKSS-Forschungszentrum Geesthacht, das Helmholtz Zentrum München – Deutsches Zentrum für Gesundheit und Umwelt, das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, das Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch, das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ sowie das Deutsche Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen.

#### Neue programmspezifische Schwerpunkte:

Zu den wichtigsten Schwerpunkten, die in den individuellen Programmen besonders intensiv bearbeitet werden sollen, zählen:

- im Bereich **Krebsforschung** die Entwicklung von Test-Verfahren, die Auskunft über das Ansprechen von Patienten auf bestimmte Therapieformen und deren Erfolgsaussichten geben (prädiiktive Verfahren für eine individualisierte Therapie); die Weiterentwicklung innovativer Bestrahlungsmethoden zur Behandlung von Tumoren, wie zum Beispiel die Schwerionen-Therapie, sowie die Bedeutung von Stammzellen für die Entstehung und den Verlauf von Krebserkrankungen;
- im Bereich der **Herz-Kreislauf-Forschung** die Analyse häufig auftretender metabolischer Störungen und deren Rolle bei der Entwicklung kardiovaskulärer Erkrankungen;
- im Bereich der Erforschung von **Erkrankungen des Nervensystems** die Analyse der zugrunde liegenden molekularen, zellulären und systemischen Prozesse; darüber hinaus die Entwicklung neuartiger bildgebender Verfahren wie die MRI/PET-Technologie zur gleichzeitigen Analyse der anatomischen und funktionellen Details von Organen und deren Prüfung in klinischen Studien;
- im Bereich der **Infektionsforschung** die verstärkte Erforschung von Zoonosen, das heißt virale oder bakterielle Erkrankungen, die von Tieren auf den Menschen übertragbar sind (zum Beispiel SARS);

### Grundfinanzierte Kosten des Forschungsbereichs Gesundheit (Plan 2010\*, inklusive der anteiligen Programmungebundenen Forschung)



\* Zweites Jahr der neuen Programmförderperiode 2009–2013

- im Bereich der **umweltbedingten Erkrankungen** das Gebiet der durch Umweltfaktoren (zum Beispiel durch Nanopartikel) bedingten entzündlichen Erkrankungen und die aus den gewonnenen Erkenntnissen ableitbaren therapeutischen Maßnahmen; außerdem die Verstärkung der Grundlagenforschung zu chemischen Modifikationen des Erbguts und den damit verbundenen Änderungen der genetischen Kontrolle;
- im Bereich der **Analyse multifaktorieller Erkrankungen** die Entwicklung und Charakterisierung geeigneter Tiermodelle, um die komplexen molekularen Veränderungen bei der Krankheitsentstehung besser zu verstehen.

#### Strategische programmübergreifende Initiativen

Um zeitnah auf neue Entwicklungen reagieren zu können, wurde ein flexibles System von Querschnittsaktivitäten geschaffen, die zur gemeinsamen Weiterentwicklung wichtiger Ressourcen und Technologien beitragen. Hierzu zählen Systembiologie, bildgebende Verfahren, regenerative Medizin und Entwicklung aktiver Biomaterialien sowie Strukturbiochemie und Krankheitsmodelle. Der Forschungsbereich Gesundheit hat in zwei Themenfeldern Initiativen von besonderer forschungspolitischer und strategischer Bedeutung ins Leben gerufen. Dazu zählen die Epidemiologie und die translationale Forschung.

#### Epidemiologie und präventive Medizin: Die Helmholtz-Kohorte

Die Mehrzahl der chronischen Erkrankungen des Menschen wird erst im Spätstadium diagnostiziert, wenn bereits irreversible, und unter Umständen fatale Folgen zu verzeichnen sind. Um dieser Herausforderung zu begegnen, bauen alle Helmholtz-Gesundheitszentren ihre Kompetenz im Bereich Epidemiologie weiter aus. Die epidemiologische Forschung zielt darauf ab, sowohl genetische als auch umweltbedingte Risikofaktoren zu identifizieren, um Krankheiten vorzubeugen oder diese in einem möglichst frühen Stadium zu erkennen und zu therapieren.

Zur Schaffung einer einzigartigen nationalen Ressource für die epidemiologische Forschung hat die Helmholtz-Gesundheits-

forschung erste Schritte zum Aufbau einer großen prospektiven Kohortenstudie („Helmholtz-Kohorte“) in Deutschland für zukünftige epidemiologische Untersuchungen unternommen. In dieser langfristig angelegten Studie werden zum Zeitpunkt der Rekrutierung gesunde Personen auf klinische Parameter sowie Lebensgewohnheiten hin untersucht und dann über einen Zeitraum von 15 bis 20 Jahren nachbeobachtet. An der Initiative beteiligten sich, neben universitären Partnern, das Deutsche Krebsforschungszentrum, das Helmholtz Zentrum München, das Max-Delbrück-Centrum (MDC) Berlin-Buch, das Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung sowie das Deutsche Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen zusammen mit dem Forschungszentrum Jülich.

#### Ausbau der translationalen Forschung

Ein weiterer programmübergreifender Schwerpunkt umfasst die translationale Gesundheitsforschung. Darunter sind alle Projekte zu verstehen, die gemeinsam von Grundlagenforschern und Wissenschaftlern aus dem klinischen Bereich in Angriff genommen werden, um vielversprechende Ansätze aus der Grundlagenforschung möglichst rasch in die klinische Anwendung zu bringen. Mit dem Aufbau lokaler Translationszentren in Kooperation mit den Universitätskliniken werden derzeit an fünf Helmholtz-Zentren Infrastruktur-Plattformen geschaffen, die diesen Prozess markant beschleunigen. Die Bildung strategischer Allianzen mit Partnern aus der pharmazeutischen Industrie, der Biotechnologie und der Medizintechnik hat die Expertise auf diesem Gebiet weiter verstärkt. Es ist das erklärte Ziel der Helmholtz-Gesundheitszentren, national und international eine führende Rolle auf diesem Gebiet zu übernehmen. Die Gesundheitsforschung will darüber hinaus einen gemeinsamen Standard bei der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses schaffen und die Karriereentwicklung verbessern, um den besten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in der nationalen und internationalen Gesundheitsforschung optimale Arbeitsbedingungen zu bieten.



## PROJEKTE

Helmholtz Zentrum München - Deutsches  
Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

### KLANGVOLLES MIKROSKOP

Mit Laserblitzen und Ultraschallsignalen blicken Forscher des Helmholtz Zentrums München in lebendes Gewebe: Extrem kurze Laserblitze dringen zentimetertief in den Körper des Zebrafisches ein. Der lebende Organismus reagiert mit schwachen Tönen, die für das menschliche Ohr nicht wahrnehmbar sind. Ein empfindliches Mikrofon zeichnet die Ultraschallsignale zuverlässig auf. In diesem Tonmuster stecken zahlreiche Informationen, die das Team um Prof. Dr. Vasilis Ntziachristos, Direktor des Instituts für Biologische und Medizinische Bildgebung am Helmholtz Zentrum München, in dreidimensionale und hoch aufgelöste Bilder aus dem Inneren des Fischkörpers umwandeln kann.

„Mit unserer neuen Methode – der multi-spektralen opto-akustischen Tomographie (MSOT) – überwinden wir die Grenzen der Lichtmikroskopie“, sagt Laborleiter Dr. Daniel Razansky. Denn Lichtwellen werden bereits knapp unter der Oberfläche des Objekts stark gestreut, sie erlauben allenfalls Außenansichten.

„Röntgen und Ultraschall können nur Strukturen sichtbar machen, aber keine biochemischen Reaktionen.“

Die Ultraschallsignale dagegen werden erst tief im lebenden Körper erzeugt und ermöglichen dadurch einen völlig neuen Einblick, sogar in molekulare Prozesse. Mit diesem Vorteil hebt sich die opto-akustische Tomographie von klassischen Durchleuchtungsmethoden ab. „Röntgen und Ultraschall können nur Strukturen sichtbar machen, aber keine biochemischen Reaktionen“, sagt Razansky. Dies haben die Münchener Forscher durch ihre Versuche an Fadenwürmern, Zebrafischen und Mäusen bereits erfolgreich demonstriert. Auf diese Weise konnten sie neuartige 3D-Einblicke in das Innere eines Zebrafisches gewinnen. Sie schickten dafür wenige Nanosekunden kurze Laserblitze auf einen Fisch, dessen Körper fluoreszierende Farbmoleküle enthielt. Die Laserblitze regten die Farbstoffe zum Leuchten an, gleichzeitig aber erwärmten sich

diese Moleküle dadurch und dehnten sich dabei ein wenig aus. „Durch die schnelle Expansion der Farbstoffe entsteht eine kleine Druckwelle“, erklärt Razansky. Diese ließ sich als Ultraschallwelle von einem Mikrofon wenige Zentimeter über dem Fischkörper aufzeichnen. Das dreidimensionale Bild hat eine Auflösung von 40 Mikrometern.

„Die Methode könnte in Zukunft eine Auflösung von zehn Mikrometern in bis zu fünf Zentimetern Tiefe erreichen.“

Die Umwandlung der Ultraschallsignale in Bilddaten forderte die Forscher besonders heraus. Um aus den Schallwellen einzelne Bildpunkte zu gewinnen, entwickelten sie einen komplexen mathematischen Algorithmus. In zahlreichen Tests lernten sie, wie die weichen und festeren Strukturen im Körper Schallwellen verzerren. Erst danach konnte ein eigens dafür konzipiertes Computerprogramm aus den gemessenen Schalldaten auf unbekannte Strukturen wie die im Zebrafisch zurückschließen. Inzwischen verstehen die Helmholtz-Forscher den Zusammenhang von Schallsignal und Körper immer besser. „Die Methode könnte in Zukunft eine Auflösung von zehn Mikrometern in bis zu fünf Zentimetern Tiefe erreichen“, meint Razansky. Ntziachristos und Razansky sehen viele Anwendungen in der Humanmedizin, insbesondere da in den letzten Jahren zahlreiche Farbstoffe für den klinischen Gebrauch zugelassen wurden. Zukünftig könnte die Technologie die Untersuchung von Tumoren oder Herzkranzgefäßen im Menschen erleichtern, zum Beispiel bei der Früherkennung von Brustkrebs. Und wenn die molekularen Effekte neuer Krebswirkstoffe über längere Zeit in einem Tier verfolgt würden, könnte dies die Entwicklung neuer Medikamente beschleunigen. Vielleicht könnte die Wirksamkeit von Krebsmedikamenten sogar direkt im Körper eines Patienten beobachtet und beurteilt werden, selbst eine Frühdiagnose von Alzheimer kann sich Razansky vorstellen. Erste klinische Studien an Patienten mit der MSOT-Methode hält Razansky in etwa zwei Jahren für möglich. Bis dahin werden sie noch zahlreiche Markersubstanzen zusätzlich zu den bereits getesteten Fluoreszenzfarbstoffen auf ihre Eignung überprüfen. Diese könnten über einige Tage im Blutkreislauf

## DIE NEUE MSOT-METHODE ERLAUBT EINBLICKE IN ZELLULÄRE VORGÄNGE AM LEBENDEN ORGANISMUS (HIER ZEBRAFISCH). FOTO: HGMU, TU MÜNCHEN

zirkulieren und dort helfen, krankhafte Prozesse aufzuspüren. Angedockt an Krebszellen könnten sie biochemische Reaktionen während des Tumorwachstum über die Ultraschallsignale sichtbar machen.

Damit die Methode in Zukunft auch für Ärzte anwendbar ist, konstruierte die Forschergruppe bereits einen Prototyp für eine MSOT-Sonde im Handyformat, die die Laserblitze gezielt auf eine Körperregion fokussieren und die resultierenden Schallwellen auffangen kann. Von dem Potenzial für die biomedizinische Bildgebung zeigte sich sogar das strenge Gutachterkonsortium des Europäischen Forschungsrats (ERC) beeindruckt und verlieh Ntziachristos Ende 2008 den mit zwei Millionen Euro dotierten ERC-Grant. Auch Medizintechnik-Unternehmen sind bereits interessiert, so dass aus den MSOT-Prototypen rasch ein marktfähiges Licht-Schall-Mikroskop für Forschung, Kliniken und Pharmaindustrie entstehen könnte.

JAN OLIVER LÖFKEN

Forschungszentrum Jülich

### DAS PERFEKTE TEAM: MRT MEETS PET

Gemeinsam mit Siemens Healthcare haben Jülicher Forscher ein Kombi-Gerät aus einem 9,4-Tesla-Magnetresonanztomographen (MRT) und einem Positronen-Emissions-Tomographen (PET) entwickelt. Mit dem Hybridsystem 9,4-T-MR-PET, der auch „9komma4“ genannt wird, sind ihnen seit Frühjahr 2009 noch genauere Einblicke ins Gehirn möglich. Denn die zwei bildgebenden Verfahren ergänzen sich perfekt: Das MRT liefert Bilder mit höchster Auflösung, und das PET stellt molekulare Vorgänge im Gehirn bildlich dar. Das 20 Millionen Euro teure Gerät wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und von Siemens finanziert.

Das Magnetfeld von 9,4 Tesla ist bis zu sechsmal höher als das herkömmlicher Geräte und fast 200.000 Mal stärker als das Magnetfeld der Erde. „Der „9komma4“ kann durch seine hohe Feldstärke Strukturen des Gehirns in bisher unerreichter Schärfe abbilden. Nun ist es möglich, bis auf den Millimeter

genau krankes Gewebe wie beispielsweise einen Tumor sowie Störungen im Stoffwechsel des Gehirns zu lokalisieren“, sagt Prof. Dr. N. Jon Shah, Direktor des Instituts für Neurowissenschaften und Medizin am Forschungszentrum Jülich. Dies wird die Erforschung und Früherkennung neurodegenerativer Erkrankungen wie Epilepsie, Schlaganfall, Demenz, Alzheimer oder Multipler Sklerose deutlich voranbringen.

„Mit dem kombinierten Gerät ist es möglich, bis auf den Millimeter genau krankes Gewebe sowie Störungen im Stoffwechsel des Gehirns zu lokalisieren.“

Bei Multipler Sklerose aber auch Tumoren oder Schlaganfällen sammelt sich Wasser um das kranke Gewebe. Durch die zeitgleiche Messung von MRT und PET können erstmals auch Änderungen in der Biochemie des Gehirns mit Änderungen des Wassergehaltes abgeglichen werden. Für die Krebsdiagnose entwickeln die Jülicher Forscher spezielle Radionuklide für die Markierung von Tumoren. Der „9komma4“ kann dann dabei helfen, das Krebsgewebe bereits vor einer Operation zu charakterisieren.

SI



PROF. DR. N. JON SHAH UND DER „9KOMMA4“. Foto: Forschungszentrum Jülich

LINKES BILD: TUMORZELLEN IM ZELLVERBAND; RECHTES BILD: VERÄNDERTE TUMORZELLEN, DIE SICH VONEINANDER LÖSEN FOTO: JOHANNES FRITZMANN, MDC

Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch

## METASTASEN AUF DER SPUR

Die meisten Krebspatienten sterben nicht am Ursprungstumor, sondern an den Metastasen. Die bange Frage nach der Diagnose Krebs ist deshalb, wird der Tumor streuen? Möglicherweise gehört diese Ungewissheit, zumindest was den Dickdarmkrebs anbelangt, bald der Vergangenheit an. Krebsforscher des Max-Delbrück-Centrums für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch und der Charité – Universitätsmedizin Berlin haben mehrere Gene identifiziert, die in Zukunft eine Vorhersage des Krankheitsverlaufs und eine gezieltere Therapie ermöglichen könnten.

---

Patienten mit Dickdarmkrebs haben eine bessere Lebenserwartung, wenn die Aktivität des Metastasen-Gens MACC1 niedrig ist.

---

In Deutschland erkranken jedes Jahr rund 73.000 Menschen an Dickdarmkrebs. Mit Chemo- und Strahlentherapie kann etwa die Hälfte der Patienten geheilt werden. Rund 20 Prozent haben aber bereits bei der Diagnose Tochtergeschwülste, und bei rund einem Drittel der Betroffenen treten später trotz erfolgreicher Ersttherapie Metastasen auf. Über 25.000 Menschen sterben jährlich in Deutschland an Dickdarmkrebs. Er ist nach Lungenkrebs die zweithäufigste Todesursache unter den Krebserkrankungen. Ziel ist es deshalb, Patienten, die ein hohes Risiko haben, lebensbedrohliche Metastasen in Leber, Lunge oder Lymphknoten auszubilden, frühzeitig zu erkennen, damit sie intensiver behandelt und betreut werden können. Diesem Ziel einen Schritt näher gekommen sind Krebsforscher des MDC und der Charité. Sie entdeckten ein Gen, das erstmals mit hoher Wahrscheinlichkeit eine frühe Vorhersage über die Bildung von Metastasen bei Dickdarmkrebs erlaubt. Kurz darauf fanden sie bereits über hundert Gene, die im Verdacht stehen, die gefährliche Streuung von Dickdarmkrebs zu fördern.

Das erste Metastasen-Gen MACC1, entdeckt von Prof. Dr. Ulrike Stein, Prof. Dr. Peter M. Schlag und Prof. Dr. Walter Birchmeier, fördert nicht nur das Krebswachstum, sondern auch die Metastasenbildung. „Aktiviert MACC1 einen bestimmten Signalpfad, können Krebszellen stärker wachsen, sich aus ihrem Zellverband lösen und als Metastasen in weit vom Ursprungstumor entfernten Organen siedeln“, erklärt Stein.

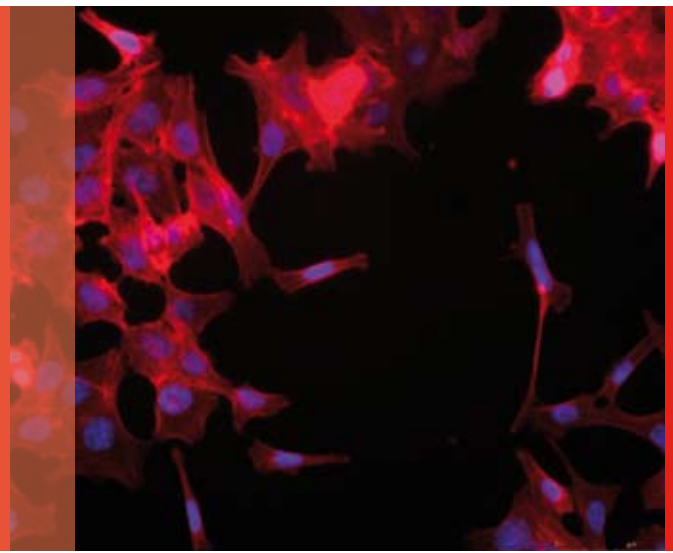
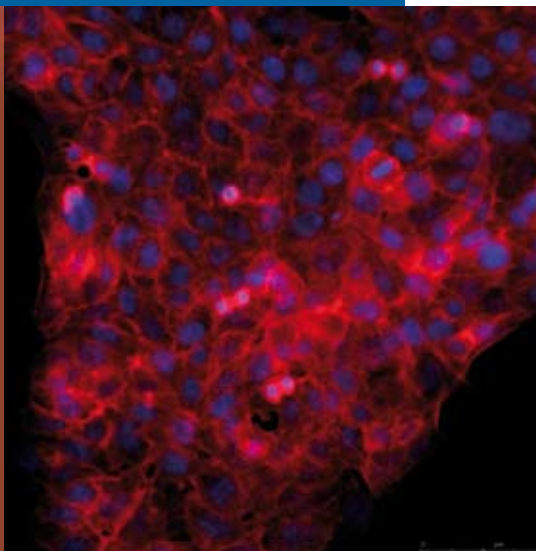
Die Forscher konnten zeigen, dass Patienten mit Dickdarmkrebs eine bessere Lebenserwartung haben, wenn die Aktivität von MACC1 niedrig ist. Hingegen haben Dickdarmkrebspatienten mit hohen MACC1-Werten ein sehr viel größeres Metastasen-Risiko und damit eine ungünstigere Überlebensprognose. Dem Gen auf die Spur kamen die Forscher, indem sie gesundes Gewebe mit Gewebeproben von 103 Darmkrebspatienten verglichen. Von diesen Patienten waren 60 zur Zeit ihrer Operation frei von Metastasen. 37 von ihnen waren noch fünf Jahre nach Operation und Therapie metastasenfrem. Sie hatten bei der Erstdiagnose niedrige MACC 1-Werte in den Darmtumoren. 23 Patienten jedoch hatten nach fünf Jahren Metastasen entwickelt. Sie hatten hohe MACC 1-Werte im Tumorgewebe gehabt. Ob das neu entdeckte Metastasen-Gen auch bei anderen Tumoren eine genauere Vorhersage über den Verlauf einer Krebserkrankung erlaubt, ist noch eine offene Frage. Um zu sehen, welche genetischen Veränderungen in den Krebszellen die Entstehung von Metastasen begünstigen, untersuchte Dr. Johannes Fritzmann, gemeinsam mit seinen Kollegen von MDC und Charité, 150 Gewebeproben von Darmkrebs-Patienten mit und ohne Metastasen.

---

„Aktiviert MACC1 einen bestimmten Signalpfad, können Krebszellen stärker wachsen und als Metastasen in weit vom Ursprungstumor entfernten Organen siedeln.“

---

Sie identifizierten 115 Gene, die sowohl im Ersttumor als auch in den von ihm stammenden Metastasen verändert sind und entdeckten damit eine genetische Signatur, die Tumore mit Metastasenbildung von den Tumoren unterscheidet, die nicht streuen. Eines der 115 Gene untersuchten die Forscher genauer und stellten fest, dass ein Gen, BAMBI genannt, in metastasie-



renden Tumoren und Metastasen aktiver ist als in Tumoren, die keine Metastasen bilden. BAMBI verknüpft zwei wichtige Signalwege und fördert dadurch die Metastasenbildung. Die Krebsforscher hoffen, dass ihre Ergebnisse dazu beitragen, frühzeitig zu klären, ob ein Tumor streuen wird oder nicht. Dann könnten die behandelnden Ärzte entscheiden, ob ein Patient eine intensivere Therapie benötigt oder ob sie ihm erspart werden kann.

BARABARA BACHTLER

Helmholtz Zentrum München/  
Deutsches Krebsforschungszentrum

## WER BLEIBT GESUND?

Die Helmholtz-Kohorte wird die bislang größte bundesweite Bevölkerungsstudie mit über 200.000 Teilnehmern. Sie soll neue Erkenntnisse über die Ursachen von häufigen multifaktoriellen Erkrankungen wie beispielsweise Krebs, Diabetes, Demenz und Herz-Kreislauf-Erkrankungen bringen. Prof. Dr. Dr. H.-Erich Wichmann vom Helmholtz Zentrum München und Prof. Dr. Rudolf Kaaks vom Deutschen Krebsforschungszentrum koordinieren das Großprojekt.

„Mit der groß angelegten Kohorten-Studie wollen wir herausfinden, welche Risikofaktoren für Erkrankungen verantwortlich sind und wie groß deren Einfluss tatsächlich ist.“

Die Teilnehmer der Helmholtz-Kohorte müssen zu Beginn des Untersuchungszeitraums mindestens 20 Jahre alt und gesund sein. Über zehn bis zwanzig Jahre werden sie dann regelmäßig medizinisch untersucht und unter anderem zu ihren Lebensgewohnheiten befragt. Dazu dienen speziell ausgearbeitete Fragebögen zum Beispiel zum Thema Persönlichkeit, Lebensstil, Stress, Ernährung, körperliche Aktivität, Medikamentenkonsum und sozialökonomischer Status.

Weiterhin werden regelmäßig Blutproben entnommen und in einer Bioprobenbank gelagert. Auch moderne bildgebende Verfahren sollen zum Einsatz kommen. Im Laufe des Untersuchungszeitraums werden einige Teilnehmer erkranken. Die

zuvor gesammelten Daten werden dann von unschätzbarem Wert sein, um den Ursachen der Krankheitsentstehung auf die Spur zu kommen.

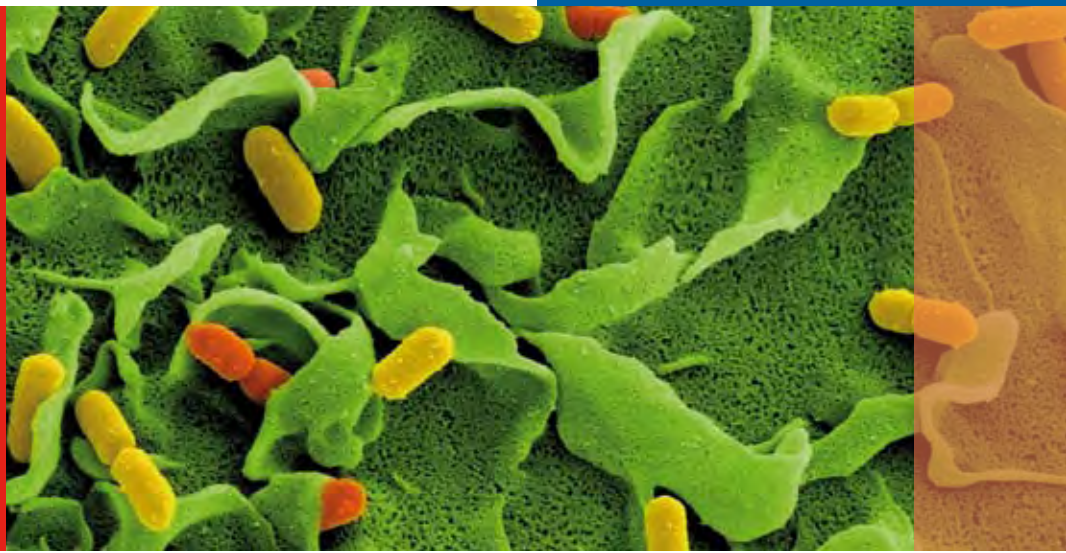
„Mit der groß angelegten Kohorten-Studie wollen wir herausfinden, welche Risikofaktoren aus epidemiologischer Sicht für Erkrankungen verantwortlich sind und wie groß deren Einfluss tatsächlich ist. Mit diesem Wissen könnten für die Zukunft neue Wege für die Prävention und Früherkennung erschlossen werden“, so Rudolf Kaaks.

Anfang 2009 hat die dreijährige Planungs- und Pilotphase begonnen. Es werden Fragebögen entwickelt, Untersuchungskonzepte erstellt, Methoden zur Datenerhebung und Wege zur Rekrutierung der Probanden getestet sowie kooperierende Studienpartner gewonnen, um die Daten erheben und auswerten zu können. In drei Jahren soll dann die Rekrutierung der Helmholtz-Kohorte beginnen.

SI



RISIKOFAKTOREN FÜR DIE GROSSEN VOLKSKRANKHEITEN SOLLTEN IN DER NEUEN KOHORTENSTUDIE ERMITTELT WERDEN. Foto: Helmholtz/A. Spicker



Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung

## FOLGENREICHE ÄNDERUNGEN AM INVASIONSPROTEIN

Krankheitserreger und die von ihnen befallenen Organismen stehen im permanenten evolutionären Wettstreit. Während die Bedrohten zelluläre und molekulare Verteidigungslinien aufbauen, verfeinern die Angreifer ihre Methoden der Invasion. Häufig tragen Pathogene an ihrer Oberfläche Module zum passgenauen Andocken an komplementäre Strukturen ihrer Wirtszellen. Veränderungen im Andockmodul eröffnen ihnen den Zugang zu neuen Wirtsspezies. Springen tierpathogene Erreger auf den Menschen über, hat das oft verheerende Folgen: Pest, Spanische Grippe und AIDS sind auf diese Weise entstanden. Inzwischen verfolgt man in aller Welt angespannt, wie die Würfel der Veränderung bei neu auf den Plan tretenden Erregern fallen.

„Wir wollten erreichen, dass Labormäuse, die normalerweise nicht von Listeriose betroffen sind, mit *Listeria monocytogenes* infizierbar werden.“

Strukturbiologen um Prof. Dr. Dirk Heinz am Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung in Braunschweig erforschen die molekulare Wechselwirkung zwischen Andockproteinen von Pathogen und Wirt. Es ist ihnen gelungen, den in der Natur spontan ablaufenden Prozess der Veränderung eines Erregers zum ersten Mal im Labor nachzuvollziehen und sein Wirtsspektrum gezielt zu verändern.

„Wir wollten erreichen, dass Labormäuse, die normalerweise nicht von Listeriose betroffen sind, mit *Listeria monocytogenes* infizierbar werden“, erklärt Dr. Wolf-Dieter Schubert, Leiter der Arbeitsgruppe Molekulare Wirt-Pathogen-Interaktionen. „Das ist notwendig, um neue Medikamente gegen die Listeriose zu entwickeln und zu erproben.“ Der Listeriose-Erreger wird über die Nahrung aufgenommen und führt bei Menschen mit geschwächtem Immunsystem zu schweren Erkrankungen, häufig mit tödlichem Ausgang. Mit Hilfe des Invasionsproteins Internalin A dockt der Erreger am E-Cadherin der Darmschleimhaut

des Menschen an und veranlasst die Zellen, das Bakterium aufzunehmen. Bei Mäusen funktioniert das nicht, weil Internalin A an ihrem E-Cadherin nicht bindet. Hier setzten die Braunschweiger Strukturbiologen an. Sie wollten die Bindungsregion des Internalin A so optimieren, dass es auch bei der Maus andockt.

Ihre Forschungen führen in den Mikrokosmos der Moleküle und Atome, in dem in Ångström, dem zehnmillionsten Teil eines Millimeters, gemessen wird. Die hohe Auflösung ist notwendig, um die räumliche Anordnung der Aminosäuren zu bestimmen, also jener Bauelemente, die einem Protein Struktur und Funktion verleihen. Die Frage war, welche Aminosäuren an der Bindung zwischen den Andockmodulen beteiligt sind und welche ihr im Wege stehen. Aufschluss darüber kann eine besonders leistungsfähige Röntgenstrukturanalyse geben, die in hochmodernen Teilchenbeschleunigeranlagen möglich ist, in der Helmholtz-Gemeinschaft am DESY oder BESSY. Zunächst analysierten Heinz und seine Kollegen die Kristallstrukturen des freien Internalins und des Komplexes, den es mit dem humanen E-Cadherin eingeht. Die Analysen ergaben ein klares Bild von der Struktur der Bindungsmodule. „Daraus konnten wir Veränderungen zur Optimierung der Bindung ableiten, ohne auf Computersimulation oder zufallsgenerierte Mutanten zurückgreifen zu müssen“, berichtet Schubert. Ein Austausch von nur zwei der mehr als 500 Aminosäuren im Andockmodul des Internalins sollte genügen.

„Solche kleinen Veränderungen im Invasionsprotein finden auch in der Natur statt und können dann zu gefährlichen Zoonosen wie SARS und Schweinegrippe führen.“

Im nächsten Schritt erzeugten die Forscher ein Internalin A, bei dem die beiden Aminosäuren entsprechend ersetzt wurden. Das modifizierte Protein bindet an das E-Cadherin der Maus etwa so gut wie das ursprüngliche an das humane E-Cadherin. Im entscheidenden biologischen Experiment setzten die Forscher genetisch veränderte *Listeria*-Bakterien ein, die das modifizierte Internalin A auf ihrer Oberfläche tragen. Die Erreger waren in der Lage, Mäuse über die Epithelzellen des



Dünndarms zu infizieren. Es wird angenommen, dass sie sich von dort in ähnlicher Weise ausbreiteten wie beim Menschen. Listerien mit verändertem Invasionsprotein werden inzwischen für die Entwicklung neuer Therapien gegen die Listeriose eingesetzt. Gemeinsam mit Kooperationspartnern verfolgen die Braunschweiger Strukturbologen neue Ansätze, die sich aus ihren Arbeiten über *Listeria* ergeben haben.

So werden ihre Erkenntnisse unter anderem zur Entwicklung bakterieller Föhren genutzt. Sie sollen Antigene zur gezielten Stimulierung des Immunsystems in den Organismus einschleusen – quasi als Impfung per Pille. „Bei Listerien haben kleine Veränderungen im Invasionsprotein ausgereicht, um eine Erweiterung der Wirtsspezifität zu bewirken“, erklärt Heinz. „Diese von uns im Labor vollzogenen Veränderungen finden auch in der Natur statt und können dann zu gefährlichen Zoonosen wie SARS und Schweinegrippe führen.“

HELMUTH PROKOPH

Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin  
(MDC) Berlin-Buch

## REGULATOREN DER (STAMM-)ZELLBIOLOGIE

Seit einigen Jahren ist bekannt, dass so genannte micro-RNAs bei der Genregulation eine wichtige Rolle spielen. Sie bestimmen mit, welche Proteine in einer Zelle produziert werden. Ist diese Regulation gestört, können beispielsweise Stoffwechselerkrankungen, Krebs oder neurodegenerative Erkrankungen entstehen. Die Forschergruppen von Dr. Matthias Selbach und Prof. Dr. Nikolaus Rajewsky vom MDC konnten nun zeigen, dass eine micro-RNA die Bildung von hunderten von Proteinen steuern kann. „Micro-RNAs drehen an vielen Schaltern. Grundsätzlich kann eine einzige micro-RNA auf diese Weise das Schicksal einer Zelle komplett verändern“, so Selbach. Dass micro-RNAs auch bei der Stammzellbiologie eine Rolle spielen, konnte das Forscherteam von Nikolaus Rajewsky mit Kollegen aus Kanada und den USA in einer Studie mit Plattwürmern nachweisen. Die Würmer, die auch Planarien genannt werden,

haben die außergewöhnliche Fähigkeit, aus einem abgetrennten Körperteil wieder ein vollständig neues lebensfähiges Tier zu bilden. Dies verdanken sie ihren Stammzellen, die 30 Prozent ihrer Körperzellen ausmachen.

---

„Micro-RNAs drehen an vielen Schaltern. Grundsätzlich kann eine einzige micro-RNA auf diese Weise das Schicksal einer Zelle komplett verändern.“

---

„Einige der micro-RNAs, die bei den Planarien im Zusammenhang mit Stammzellen stehen, kommen auch beim Menschen vor. Die Erforschung der micro-RNA bei Planarien könnte deshalb auch Einblicke in die Stammzellbiologie und Regenerationsmechanismen des Menschen geben“, so Rajewsky. Diese Ergebnisse des MDC sind für die weiterführende Forschung möglicherweise von großer Bedeutung. Denn micro-RNAs sind neue Hoffnungsträger hinsichtlich Diagnostik und Therapie unterschiedlicher Erkrankungen.

SI



DER PLATTWURM *SCHMIDTEA MEDITERRANEA* IST EIN BELIEBTES STUDIENOBJEKT IN DER STAMMZELLFORSCHUNG. 30 PROZENT SEINER KÖRPERZELLEN SIND STAMMZELLEN. Bild: MDC

PROF. ANDREAS TRUMPP UND DR. MARIEKE ESSERS SPÜREN MIT DEM DURCHFLUSSCYTOMETER STAMMZELLEN AUF. FOTO: VOLKER STEGER, DKFZ

Deutsches Krebsforschungszentrum

## KREBSSTAMMZELLEN IM VISIER

Die Forschung an Stammzellen kann helfen, neue Krebstherapien zu entwickeln. Auf diesem Zusammenhang beruht ein neues Forschungsgebiet am Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg. Prof. Dr. Andreas Trumpp ist Leiter der Abteilung Stammzellen und Krebs und Geschäftsführer des 2008 gegründeten Heidelberger Instituts für Stammzelltechnologie und Experimentelle Medizin (HI-STEM), das Grundlagenforschung an Stammzellen mit anwendungsorientierter Forschung und Entwicklung kombinieren soll. Er und seine Mitarbeiter prüfen jetzt in einer klinischen Studie mit Leukämiepatienten ein neues Therapiekonzept, das gezielt Krebsstammzellen ins Visier nimmt.

---

„Die potentesten dieser Krebsstammzellen befinden sich in einer Art Tiefschlaf und überstehen so die Krebstherapie, da durch Bestrahlung oder Medikamente nur solche Zellen abgetötet werden, die sich teilen.“

---

Nach der Krebsstammzell-Hypothese besteht die Hauptmasse eines Tumors aus wachsenden Krebszellen, die durch vorhandene Medikamente oder Bestrahlung meist schnell zerstört werden können. Wesentlich widerstandsfähiger sind dagegen die Krebsstammzellen, aus denen der Tumor hervorgegangen ist. Sie sind durch Mutationen aus normalen Stammzellen oder reifen Körperzellen entstanden und machen oft nur weniger als ein Prozent der gesamten Krebszellen aus. „Die potentesten dieser Krebsstammzellen befinden sich in einer Art Tiefschlaf“, sagt Andreas Trumpp. In diesem Ruhezustand überstehen sie die Krebstherapie, da durch Bestrahlung oder Medikamente nur solche Zellen abgetötet werden, die sich teilen. Monate oder gar Jahre später könnten dann überlebende Krebsstammzellen wieder aktiv werden und neue Tumoren und Metastasen entwickeln.

Trumpp und seine Mitarbeiter arbeiten daran, schlafende Krebsstammzellen aufzuwecken, also ihre Zellteilung anzuregen,

um sie dann effektiv zerstören zu können. Bei der Suche nach einem geeigneten Wecksignal haben die Forscher eine wichtige Entdeckung gemacht. Sie konnten nachweisen, dass ruhende, Blut bildende Stammzellen im Knochenmark von Mäusen auf den Immunbotenstoff Interferon-alpha mit verstärkter Teilungsrate reagieren. Die Vermutung lag nahe, dass dasselbe Signal auch schlafende entartete Blutstammzellen von Leukämiepatienten aktivieren könnte.

Hier bot sich die Zusammenarbeit mit der Gruppe um Prof. Dr. Andreas Hochhaus vom Uniklinikum Jena an, die die Wirksamkeit unterschiedlicher Therapien bei Patienten mit chronischer myeloischer Leukämie (CML) untersucht. Für diese Krebsform, die durch mutierte Blutstammzellen verursacht wird, stehen zwar hochwirksame Medikamente, so genannte Tyrosinkinase-Hemmer, zur Verfügung, die sehr gezielt die Vermehrung der Krebszellen blockieren. Nach Absetzen der Medikamente kommt es jedoch relativ rasch zu erneutem Krebswachstum. Bei einigen Patienten, die noch mit Interferon-alpha behandelt worden waren, bevor im Jahr 2001 die neuen Tyrosinkinase-Hemmer eingeführt wurden, kehrte der Krebs überraschenderweise nicht wieder zurück. Ergebnisse aus der Arbeitsgruppe von Trumpp legen nun die Vermutung nahe, dass der therapeutisch eingesetzte Immunbotenstoff die ruhenden Krebsstammzellen der CML-Patienten aktiviert und dadurch für die anschließende Chemotherapie mit dem Tyrosinkinase-Hemmer angreifbar gemacht haben könnte. Diesen Verdacht wollen die Forscher jetzt in einer klinischen Untersuchung im Rahmen der deutschen CML-Studiengruppe überprüfen. Dazu wird ein Teil der Patienten vor einer Therapie mit den Tyrosinkinase-Hemmern Imatinib und Dasatinib zunächst kurze Zeit hochdosiert mit Interferon-alpha behandelt. Im Verlauf der Studie entnommene Blut- und Knochenmarkproben sollen zeigen, ob die zusätzliche Interferonbehandlung dazu geführt hat, dass die Zahl der Krebszellen und Krebsstammzellen schneller sinkt. Patienten, die nach dem Absetzen des Medikaments krebsfrei bleiben, könnte man nach einigen Jahren als geheilt betrachten. Dies wäre die erste Krebstherapie, die auf gezielter Aktivierung und Zerstörung von Krebsstammzellen beruht.



„Wir untersuchen, ob Interferon auch bei anderen Krebsformen wirken könnte“, sagt Andreas Trumpp. Denn prinzipiell besitzt jede Zelle Rezeptoren für diesen Botenstoff, so dass sich möglicherweise auch andere Krebsstammzellen dadurch aktivieren ließen. Die CML könnte aber der Spezialfall einer Krebsform sein, für die sowohl ein Wecksignal für die Krebsstammzellen als auch eine effektive, zielgerichtete Chemotherapie verfügbar sind, gibt Hochhaus zu bedenken. Es ist jedoch möglich, dass – bei Einsatz unterschiedlicher tumorspezifischer Medikamente – das Prinzip „erst aufwecken, dann abtöten“ in Zukunft bei einer ganzen Reihe von Krebserkrankungen angewandt werden könnte. JOACHIM CZICHOS

Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch

## T-ZELLEN HELFEN GESCHÄDIGTEN MÄUSEHERZEN

Bluthochdruck kann zu Herzverdickung und Herzrhythmusstörungen führen und so das lebenswichtige Organ schädigen. Das Hormon Angiotensin II spielt dabei eine entscheidende Rolle. Neben seinem direkten Einfluss auf die Gefäße und das Herz löst es auch Entzündungen aus, die das Immunsystem alarmieren. Die aktivierten Entzündungszellen stehen im Verdacht, an den durch Angiotensin II ausgelösten Krankheitsprozessen ebenfalls beteiligt zu sein.

„Wir haben mit diesen Versuchen neue Einblicke in die Rolle des Immunsystems bei der Entstehung von Herzschäden durch Bluthochdruck gewonnen.“

Dem ist das Team um Dr. Dominik Müller und Dr. Heda Kvakan vom Experimental and Clinical Research Center (ECRC) des MDC und vom Bucher Helios-Klinikums nachgegangen. In ihren Versuchen mit Mäusen unterdrückten die Forscher die Entzündungszellen durch Injektion zusätzlicher regulatorischer T-Zellen, die normalerweise das Immunsystem im Gleichgewicht halten.

Das Ergebnis: Die Herzschäden der Tiere besserten sich. „Die Herzverdickung ging zurück, ebenso die Bindegewebsveränderungen und die Herzrhythmusstörungen“, erläutert Heda Kvakan.


Die regulatorischen T-Zellen hatten die Entzündungszellen unter Kontrolle gebracht, wodurch die überschießende Reaktion des Immunsystems begrenzt wurde und damit auch die Herzschäden. „Wir haben mit diesen Versuchen neue Einblicke in die Rolle des Immunsystems bei der Entstehung von Herzschäden durch Bluthochdruck gewonnen. Eine neue Therapie ist das jedoch nicht. Denn es ist bislang noch nicht bekannt, welche Nebenwirkungen eine therapeutische Unterdrückung des Immunsystems durch regulatorische T-Zellen haben könnte“, so Dominik Müller. Gegen Bluthochdruck gibt es heute bereits wirksame Therapien. Inwieweit regulatorische T-Zellen möglicherweise als kurzfristige Therapie zur Behandlung besonders schwerer Fälle in Frage kommen könnten, wird die Zukunft zeigen.

SI



BEI MÄUSEN BESSERTEN SICH HERZSCHÄDEN, NACHDEM ENTZÜNDUNGSPROZESSE UNTERDRÜCKT WURDEN. Foto: MDC

# FORSCHUNGSBEREICH SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN



PROF. DR. ACHIM BACHEM  
Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Koordinator für den Forschungsbereich  
Schlüsseltechnologien, Forschungszentrum Jülich

## DIE AUFGABE

Im Forschungsbereich Schlüsseltechnologien arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Helmholtz-Gemeinschaft vor allem an generischen Technologien, die neue Methoden und innovative Lösungen für die großen Herausforderungen unserer Gesellschaft in den Forschungsfeldern der Helmholtz-Gemeinschaft versprechen oder die für eine zeitnahe industrielle Nutzung von der besonderen großforschungsspezifischen Infrastruktur des Forschungsbereichs profitieren können. Dazu gehören vor allem die Bereiche Nanoelektronik, Nano- und Quantumtechnologie, Mikrosystemtechnik, Technologien an den Schnittstellen zwischen Biologie und Physik, funktionale Werkstoffsysteme und Supercomputing. Denn Supercomputer sind neben Experiment und Theorie zu einer dritten Säule des wissenschaftlichen Arbeitens geworden, indem sie die Simulation komplexer Systeme, das Austesten von Hypothesen und neue Einsichten in die verborgenen Strukturen der Wirklichkeit ermöglichen. Neuartige Materialien mit maßgeschneiderten Eigenschaften ermöglichen die Entwicklung innovativer Produkte wie Speichermedien mit erhöhter Kapazität, energiesparende Leichtbaumaterialien für Fahrzeuge oder biokompatible Implantate für medizinische Anwendungen. Dort, wo sich Potenziale für die Anwendung herauskristallisieren, wird die Forschung vertieft, bis die Eignung für konkrete Anwendungen feststeht. Technologische Erneuerungen und wegbereitende Innovationen eröffnen sich durch Grundlagenforschung und erfinderische Tätigkeit. Der Nobelpreisträger Peter Grünberg und sein GMR-Effekt zeigen beispielhaft, wie Ergebnisse wegbereitender Forschung in zukünftige Schlüsseltechnologien überführt werden, die innerhalb von 10-15 Jahren zu innovativen Produkten mit hoher wirtschaftlicher und industrieller Relevanz führen können. Die Helmholtz-Zentren in Jülich, Karlsruhe und Geesthacht bringen ihre breit gefächerte Expertise und ihr interdisziplinäres Potential ein, um die Grundlagen für die Schlüsseltechnologien der nächsten Generation zu legen. Besonderes Inno-

ventionspotential ergibt sich an der Schnittstelle von Disziplinen, zwischen Physik, Chemie, Materialforschung, Lebenswissenschaften und Nanotechnologie über mehrere Skalen (Atomar, Molekular, Nano- und Mikrometer) und mit starker Unterstützung der Modellierung und Simulation. Helmholtz-spezifische Technologie-Plattformen sollen dabei im engen Verbund mit ausgewählten Universitäten als Kristallisationspunkte für eine breite Nutzergemeinschaft aus Universitäten und Industrie wirken. Als Großgerät mit hoher Sichtbarkeit soll das europäische Supercomputing-Zentrum mit Petaflop-Performance in Jülich als Teil des deutschen Gauss-Centre for Supercomputing und Architekt der europäischen Infrastruktur PRACE (partnership for advanced computing in Europe) etabliert werden und für alle wissenschaftlichen Forschergemeinschaften in Europa zur Verfügung stehen.

Der Forschungsbereich unterstützt damit maßgeblich die Hightech-Strategie des Bundes, speziell in den Bereichen „Innovationen für ein kommunikatives und mobiles Leben: Nanotechnologie, Mikrosystemtechnologie, Optische Technologien und Werkstofftechnologien“ und „Innovationen durch Querschnittstechnologien: Informations- und Kommunikationstechnologien“. Der Forschungsbereich versteht sich als Taktgeber für Innovation und Entwickler für diese Zukunftsfelder, die die Spitzenstellung von Deutschland sichern und den Wirtschaftsstandort erhalten sollen.

Die Erforschung von generischen Schlüsseltechnologien der nächsten Generation baut auf einer breiten naturwissenschaftlichen Grundlage auf, die neben dem möglichen Nutzen auch die Beurteilung von Chancen und Risiken für unsere Gesellschaft untersuchen möchte. Dabei führen wir insbesondere die Partnerschaften mit den Universitäten in eine neue nachhaltige Qualität. Das neu gegründete Karlsruher Institut für Technologie - KIT und die Jülich Aachen Research Alliance - JARA sind interessante Beispiele solcher neuen Partnerschaften auf ganz unterschiedlichen Skalen.

Der Forschungsbereich Schlüsseltechnologien wurde im Rahmen der Programmorientierten Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft zu Beginn des Jahres 2009 begutachtet. Der vorliegende Helmholtz-Geschäftsbericht gibt einen Überblick über die bisherige Struktur und Aufgabenstellung des Forschungsbereichs im Berichtszeitraum bis Ende 2009 und stellt die neuen Forschungsprogramme vor, die für die strategische Ausrichtung des Forschungsbereiches in den kommenden fünf Jahren stehen. Erläutert werden die bisherige und die neue Struktur durch eine Übersicht über die Mittelverteilung im Jahr 2008 sowie die Mittelverteilung ab dem kommenden Jahr 2010. Ab 2010 befinden sich alle sechs Forschungsbereiche in der zweiten Förderperiode.

## DIE PROGRAMMSTRUKTUR IN DER FÖRDERPERIODE 2005–2009

Im Forschungsbereich Schlüsseltechnologien wirken drei Helmholtz-Zentren zusammen: das Forschungszentrum Jülich, das Forschungszentrum Karlsruhe, das am 1. Oktober 2009 mit der Universität Karlsruhe zum Karlsruher Institut für Technologie (KIT) fusionierte, und das GKSS-Forschungszentrum Geesthacht. Als Querschnittsfunktion stellt der Forschungsbereich im Programm Supercomputing Rechenkapazitäten und fachliche Unterstützung für komplexe Forschungsfragen bereit, die von Anwendern ganz unterschiedlicher Disziplinen in Anspruch genommen werden – von der Klimaforschung über die Biologie bis zum Materialdesign. Für die Materialforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft, die problembezogen in verschiedenen Forschungsbereichen durchgeführt wird, hat dieser Forschungsbereich die Federführung. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten in den vier Programmen:

- **Wissenschaftliches Rechnen**
- **Informationstechnologie mit nanoelektronischen Systemen**
- **Nano- und Mikrosysteme**
- **Funktionale Werkstoffsysteme**

Charakteristisch sind die enge Zusammenarbeit mit der Industrie und die Koordination von Netzwerken, die Forschungseinrichtungen und Unternehmen verknüpfen. Der Forschungsbereich bündelt die gemeinsamen Interessen von Wissenschaft und Wirtschaft, um in der Europäischen Union und international konzertiert zu agieren. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind Ansprechpartner für Unternehmen und Verbände und informieren politische Entscheidungsträger über Chancen und Risiken neuer Technologien. Dort, wo sich die vorhandenen Kompetenzen ergänzen, werden diese für programmübergreifende Kooperationen genutzt. Ein Beispiel ist die molekulare Elektronik, die in Jülich und Karlsruhe an der Schnittstelle zwischen Informations- und Nanotechnologie angesiedelt ist. Von den Arbeiten zu Schlüsseltechnologien profitieren darüber hinaus die Forschungsbereiche Energie, Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr, Gesundheit sowie Erde und Umwelt.

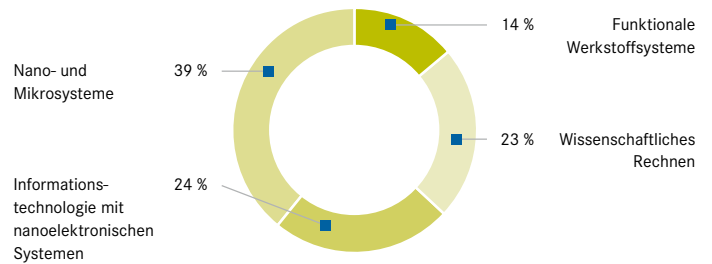


„Eine der spannendsten Entwicklungen ist für mich die verstärkte Bündelung der Kräfte durch strategische Kooperationen von Universitäten und Großforschungseinrichtungen. Mit gemeinsamen Anstrengungen können geeignete Forschungsinfrastrukturen bereitgestellt, Zukunftsfragen in Angriff genommen und fundamentale Einsichten gewonnen werden. Insgesamt eine Landschaft, in der man sich – und hoffentlich viele junge Menschen – für ‚große Fragen und große Forschung‘ begeistern kann!“

**PROF. DR. KATHARINA  
KOHSE-HÖINGHAUS**  
Senatorin der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Fakultät für Chemie, Universität Bielefeld

### Die Struktur des Forschungsbereichs Schlüsseltechnologien Grundfinanzierte Kosten 2008: 112 Mio. Euro

Zusätzlich erhält der Forschungsbereich Schlüsseltechnologien 35 Mio. Euro Drittmittel. Damit stehen ihm Gesamtmittel i.H.v. 147 Mio. Euro zur Verfügung.



## DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2005–2009

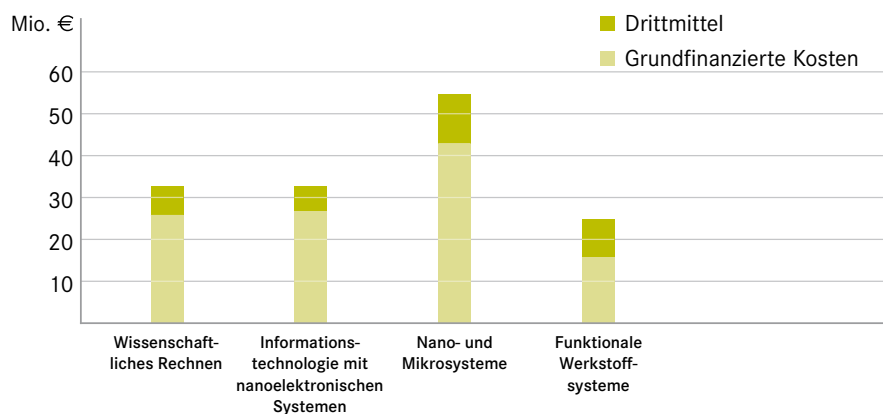
### Das Programm Wissenschaftliches Rechnen

Die Verarbeitung von großen Datenmengen oder die Modellierung komplexer Systeme sind wichtige Werkzeuge für die Forschung. Mit seinen Schwerpunkten Höchstleistungsrechnen und Grid-Computing stellt das Programm unverzichtbare Infrastrukturen für die deutsche Wissenschaft bereit. Im John von Neumann-Institut für Computing in Jülich und dem Grid Computing Centre Karlsruhe arbeiten Experten an der Verbesserung der Methoden-, Werkzeug- und Anwendungsentwicklung und betreuen die zahlreichen internen und externen Nutzer aus anderen Forschungsbereichen und Institutionen. Das Forschungsprogramm hat ferner die Aufgabe, die jeweils neueste und leistungsfähigste Generation der Höchstleistungsrechner aufzubauen und zu betreiben. Eine besondere Herausforderung ist es, die anschwellenden Datenströme, die Beschleuniger und Satelliten liefern, sinnvoll zu verarbeiten. Das Konzept des Grid-Computing, in dem Computer zu Funktionsverbänden zusammengeschlossen werden, ermöglicht es, noch größere Datenmengen zu analysieren.

### Das Programm Informationstechnologie mit nanoelektronischen Systemen

Halbleiter-Bauelemente werden immer kleiner, und noch ist die Grenze der Miniaturisierung nicht erreicht. Die Forschung in diesem Programm greift der industriellen Entwicklung vor und untersucht quantenelektronische, magnetoelektronische, ferroelektrische, redox-schaltende und molekulare Nanostrukturen. Auch die Höchstfrequenzelektronik und die bioelektrische Signalverarbeitung zählen zu diesem Programm. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler führen Grundlagenforschung zu Materialien und den darin ablaufenden Prozessen durch, untersuchen die Informationsverarbeitung in Logikbauelementen, die Speicherung von Informationen in Random Access Memories und Massenspeichern sowie die Übertragung von Informationen auf Chip- und Systemebene und entwickeln neue Sensoren.

Gesamtkosten des Forschungsbereichs Schlüsseltechnologien (2008)



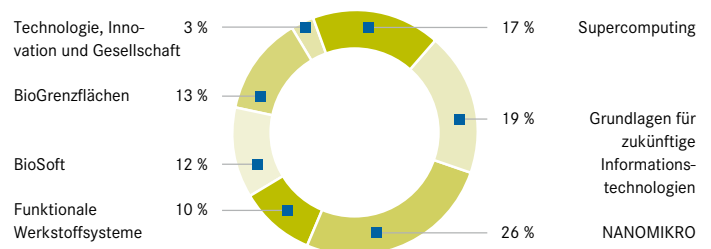
### Das Programm Nano- und Mikrosysteme

Während die Mikrosystemtechnik bereits sehr nah an der Anwendung ist, erfordert die Nanotechnologie noch umfangreiche Grundlagenforschung. In diesem Programm werden neue, funktionale Mikrosystemstrukturen aus Kunststoffen, Metallen oder Keramiken entwickelt und die Anwendungspotenziale von nanostrukturierten Materialien untersucht. Dabei werden – meist in Kooperation mit der Industrie – Komponenten für die Mikrooptik, Mikroverfahrenstechnik, Gasanalytik, Mikrofluidik oder Life Sciences entwickelt. Bei den nanostrukturierten Systemen werden die wesentlichen Prozesse untersucht, aber auch schon Materialien mit neuen Eigenschaften entwickelt. An der Schnittstelle zwischen Mikro- und Nanotechnologien sollen Nano-Fabrikationsanlagen entstehen, in denen nanostrukturierte Systeme mit maßgeschneiderten Eigenschaften industriell gefertigt werden können. Weltweit erstmals ist es Forschern vom Forschungszentrum Karlsruhe gelungen, entscheidende Schritte molekularer Selbstorganisationsprozesse direkt auf dem Einzelmolekül-Niveau zu beobachten.

### Das Programm Funktionale Werkstoffsysteme

In diesem Programm werden neuartige metallische und funktionale polymerbasierte Werkstoffsysteme entwickelt, die beim Leichtbau in der Verkehrs- und Energietechnik, in der chemischen Prozesstechnik, in der zukünftigen Wasserstofftechnik sowie in der Medizintechnik eingesetzt werden können. In Kooperation mit nationalen und internationalen Partnern aus Wissenschaft und Industrie untersuchen die Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler Fragen der Legierungs- und Polymerentwicklung, der Be- und Verarbeitung sowie der Bauteil- und Prozessentwicklung und -erprobung. Durchbrüche bei der Materialentwicklung konnten sowohl bei der Synthese hochtemperaturstabiler Titanaluminide für Hochleistungsturbinen in der Luftfahrt und der Energieerzeugung als auch bei der Entwicklung neuartiger Magnesium-Recyclinglegierungen für die Fahrzeugtechnik erzielt werden. Die Simulation von Magnesium-Strangpressprozessen und die Versagensbewertung von Leichtbaukomponenten aus Aluminium mit Simulationsmethoden zählen zu den großen Erfolgen dieses Forschungsprogramms.

Die Struktur des Forschungsbereichs Schlüsseltechnologien  
 Grundfinanzierte Kosten Plan 2010\*: 204 Mio. Euro  
 (inklusive der anteiligen Programmgebundenen Forschung)



\*Erstes Jahr der neuen Programmförderperiode 2010-2014

## DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2010–2014

Der Forschungsbereich Schlüsseltechnologien hat seine Pläne für die kommende Programmperiode einer grundlegenden Evaluierung nach strategischen und wissenschaftlichen Kriterien unterzogen. Dabei hat sich der Forschungsbereich neu aufgestellt und auch Aktivitäten aus den Forschungsbereichen Gesundheit und Struktur der Materie einbezogen. Insbesondere ist das Programm „kondensierte Materie“ aus dem Forschungsbereich Struktur der Materie in verschiedene Programme des Forschungsbereichs Schlüsseltechnologien überführt worden. Der Forschungsbereich startet zum 1. Januar 2010 mit sechs Programmen sowie dem Programm Technologie, Innovation und Gesellschaft, das er gemeinsam mit dem Forschungsbereich Energie gestaltet.

- **Supercomputing**
- **Grundlagen für zukünftige Informationstechnologien**
- **NANOMIKRO: Wissenschaft, Technologie und Systeme**
- **Funktionale Werkstoffsysteme**
- **BioSoft: Makromolekulare Systeme und biologische Informationsverarbeitung**
- **BioGrenzflächen: Molekulare und zelluläre Interaktionen an funktionellen Grenzflächen**
- **Technologie, Innovation und Gesellschaft**

### Das Programm Supercomputing

Als Nachfolger des Programms Wissenschaftliches Rechnen stärkt das Programm die Simulation Laboratories, um Nutzern aus anderen Forschungsbereichen und Institutionen einen noch besseren Zugang zu ermöglichen. Zusammen mit den Nutzern können die Algorithmen frühzeitig auf die Hochleistungsrechner zugeschnitten werden. Ende Mai 2009 wurden im Forschungszentrum Jülich drei neue Supercomputer in Betrieb genommen, die in enger Zusammenarbeit mit Industriepartnern für For-

schungsanwendungen konzipiert wurden: JUGENE, JUROPA und HPC-FF stehen seitdem für die europäische Forschung bereit. Der Supercomputer JUGENE war mit einer Rechenleistung von einem Petaflop bei seiner Inbetriebnahme der schnellste Rechner Europas und der drittschnellste Rechner weltweit.

### Das Programm Grundlagen für zukünftige Informationstechnologien

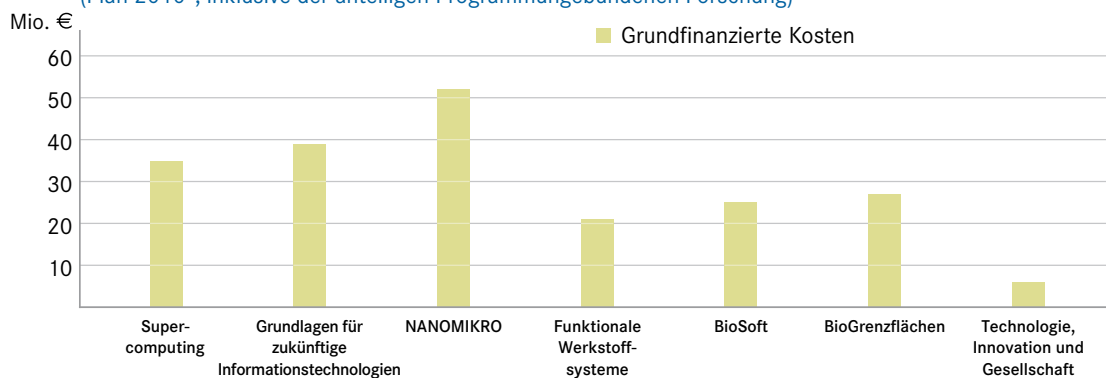
Dieses Programm baut auf den Leistungen des Programms „Informationstechnologie mit nanoelektronischen Systemen“ auf, um neue Materialien, Bauelemente und Funktionen für die Computer von übermorgen zu entwickeln. Gemäß dem Mooreschen Gesetz werden Bauelemente auf einem Chip weiter in rasantem Tempo schrumpfen. Doch wie klein kann ein Bauelement werden, ohne seine physikalische Funktion zu verlieren? Wenn man sich in etwa 15 bis 20 Jahren einer charakteristischen Größe von 5 Nanometern nähert, ist nach heutigem Wissen die physikalische Grenze für die herkömmliche Elektronik erreicht. Jenseits dieser Grenze müssen die Forscher ganz neue Phänomene nutzen und neue Bauelement-Konzepte entwickeln.

### Das Programm NANOMIKRO: Wissenschaft, Technologie und Systeme

Das neue Programm entsteht aus der Integration von Mikrosystemtechnik und Nanowissenschaften mit Festkörperphysik und Chemie. Die große Spannweite von erkenntnisorientierter Forschung bis zu anwendungsnahen Systemen erlaubt es, Ergebnisse der Grundlagenforschung in Anwendungen zu überführen, wobei grundlegende Fragen unserer Gesellschaft die Triebkraft darstellen. Energiespeicherung ist ein Beispiel, das neu vorgestellt und äußerst positiv bewertet wurde. Dieses Thema wird nun mit der notwendigen Breite angegangen. Nanomaterialien und Prozesse bilden den Kern des Programms, Optik und Photonik sind Anwendungsfelder, die aus dem Programm entwickelt werden. Die zentralen technischen Einrichtungen im Programm sind zu der Karlsruhe Nano-Micro-Facility zusammengefasst worden und stehen der „Scientific Community“ als Helmholtz-Infrastruktur in Form einer offenen Nutzereinrichtung zur Verfügung.



### Grundfinanzierte Kosten des Forschungsbereichs Schlüsseltechnologien (Plan 2010\*, inklusive der anteiligen Programmungebundenen Forschung)



\* Erstes Jahr der neuen Programmförderperiode 2010–2014

#### Das Programm Funktionale Werkstoffsysteme

Auch dieses Programm knüpft an die erfolgreiche Arbeit der ersten Programmperiode an. Die Entwicklung von extrem leichten Magnesium- und Titanaluminid-Legierungen sowie funktionalisierten Polymerwerkstoffen für den Leichtbau wird um die Funktionalisierung von Magnesium- und Titan-Legierungen für den Einsatz in biokompatiblen Implantaten erweitert. Werkstoffcharakterisierung und Simulationsverfahren von der Mikro-Skala bis zum komplexen Bauteil liefern die theoretischen Grundlagen für die Optimierung von Herstellungsprozessen und für die Bewertung der Leistungsfähigkeit innovativer Leichtbaustrukturen. Aufbauend auf der Helmholtz-Initiative FunChy wird gemeinsam mit dem Forschungsbereich Energie an funktionalen Werkstoffen für die Feststoff-Wasserstoffspeicherung in Tanksystemen gearbeitet, zum Beispiel für Windkraftanlagen oder Solarenergie, aber auch für mobile Tanksysteme in Automobilen. Innerhalb des Programms werden Forschungsplattformen wie das Magnesium Innovation Centre (MagIC) oder das Lightweight Materials Assessment, Computing and Engineering Centre (ACE) auf- und ausgebaut. Diese bündeln Kompetenzen und Infrastruktur und machen diese für externe Partner aus Forschung und Industrie zugänglich. Der stetige Austausch ermöglicht Technologieentwicklungen mit einem hohen Reifegrad, die dem Wirtschaftsstandort Deutschland zugute kommen.

#### Das Programm BioSoft: Makromolekulare Systeme und biologische Informationsverarbeitung

An der Grenzfläche zwischen Physik, Chemie und Biologie entwickeln sich derzeit faszinierende Forschungsgebiete und neue technologische Ansätze. Im Bereich der Weichen Materie (Soft Matter) werden die Eigenschaften von Makromolekülen und ihr kooperatives Verhalten auf Längenskalen von Nano- bis Mikrometern untersucht. Aus der Erkenntnis, dass bereits die scheinbar einfachsten molekularen Maschinen eine verwirrende Komplexität aufweisen – und umso mehr die Netzwerke von Genen und Proteinen in lebenden Zellen – hat sich auch in den Lebenswissenschaften ein grundlegender Wandel vollzogen. Ziel des Programms ist es deshalb, die komplexen Strukturen und Mechanismen, die das Verhalten von Weicher Materie und biologischen Systemen bestimmen, grundlegender zu verstehen, um neue Materialien und

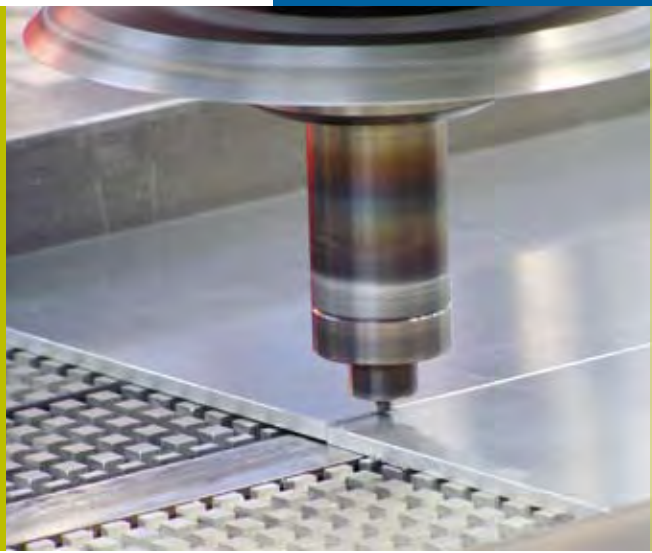
Technologien zu entwickeln. Das Programm vereinigt die Weiche-Materie-Forschung mit der Strukturbiochemie und der Biophysik der Zelle. Es beruht auf der engen Wechselwirkung von experimenteller Forschung mit Theorie und Simulationswissenschaften. Durch das EU Network of Excellence „Soft Matter Composites – A new approach to nanoscale multi-functional materials (Soft-Comp)“, das vom Forschungszentrum Jülich koordiniert wird, wird das Programm eine starke europäische Dimension besitzen. Außerdem wird im Rahmen des Internationalen Helmholtz-Kollegs „Biophysics and Soft Matter“ eine breite interdisziplinäre Ausbildung für Doktoranden und Nachwuchswissenschaftler angeboten.

#### Das Programm BioGrenzflächen: Molekulare und zelluläre Interaktionen an funktionellen Grenzflächen

Im Programm BioGrenzflächen verfolgen Biologen, Chemiker, Physiker, IT-Spezialisten, Ingenieure und Mathematiker das Ziel, lebende Systeme zu steuern. Dabei konzentrieren sie sich zunächst auf die kleinsten „lebenden“ Einheiten eines biologischen Systems, die Zellen, ihre zellulären Komponenten und die Grenzflächen zwischen den Zellen, zwischen Zellen und ihrer Umgebung und zwischen Molekülen wie zum Beispiel Proteinen in Signalkaskaden. Diese Grenzflächen sind logische Schaltstellen, um das Zellverhalten zu beeinflussen. Das Programm spannt sich von reiner Grundlagenforschung bis hin zur Entwicklung von anwendungsorientierten Technologien und Produkten.

#### Das Programm Technologie, Innovation und Gesellschaft

Ziel des forschungsbereichsübergreifenden Programms ist die Erforschung ökologischer, ökonomischer, politischer, ethischer und sozialer Aspekte neuer Technologien zur Unterstützung von Entscheidungen in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Die Schwerpunkte im Bereich Schlüsseltechnologien sind einerseits die gesellschaftlichen Erwartungen an die Wissenschaften, die nachhaltige Entwicklung und die Wissensgesellschaft mit ihren Implikationen für gesellschaftliche Entscheidungsprozesse. Zum anderen werden Chancen und Risiken von Schlüsseltechnologien erforscht sowie fördernde und hemmende Faktoren für Innovationen, insbesondere zur Nanotechnologie, zur Informations- und Kommunikationstechnologie und zu Neurowissenschaften.



## PROJEKTE

GKSS-Forschungszentrum Geesthacht

### OPTIMALE VERBINDUNGEN: IPSUS

Das Schweißwerkzeug sieht aus wie ein Bohrer. An der Stelle, an der die beiden Werkstoffe, die miteinander verschweißt werden sollen, zusammentreffen, taucht seine längliche Spitze drehend in den Werkstoff ein, bis der breite Kopf auf der Materialoberfläche rotiert. Unter der Reibungswärme erweicht das Material und wird von der Spitze durchgerührt. Zügig fährt die Maschine so die Schnittstelle der beiden Bleche entlang. Hinter ihr kühlt das Material ab – und fertig ist die Schweißnaht. Ganz ohne Wulst. Doch das Wichtigste bleibt dem Auge verborgen: die innere Struktur des Materials in der Umgebung der Fügeverbindung. Sie beeinflusst entscheidend die Eigenschaften und damit die Zuverlässigkeit des Werkstoffs.

Statt wie bisher üblich die Proben nachträglich per Mikroskop zu untersuchen, wollen Forscher künftig live dabei zusehen, wie sich die Mikrostruktur der Materialien beim Fügen verhält. Um die Un-

---

Die Forscher wollen live dabei zusehen, wie sich die Mikrostruktur unterschiedlicher Materialien beim Zusammenfügen verhält und so die Fügeverfahren und die Materialentwicklung optimieren.

---

tersuchung metallurgischer Prozesse beim Fügen zu optimieren, wurde im Jahr 2007 das Virtuelle Institut IPSUS eingerichtet. Hier entwickeln der Projektleiter Dr. Jorge dos Santos vom GKSS-Forschungszentrum in Geesthacht gemeinsam mit den Partnern von IPSUS eine Messanordnung, für die sie Synchrotronstrahlung am Hamburger Helmholtz-Zentrum DESY nutzen.

Ihre Erkenntnisse sollen einerseits dazu dienen, den Schweißprozess für jedes Material zu optimieren: Drehzahlgeschwindigkeit, Vorschub, Druck des Werkzeuges auf die Oberfläche. Andererseits, und das ist laut Jorge dos Santos eigentlich noch wichtiger, soll es auch eine Rückkopplung zu den Materialentwicklern geben. Die können dann Legierungen gleich so designen, dass sie gut schweißbar sind und dabei nicht ihre exzellenten Eigenschaften einbüßen. „Das Rührreibschweißen hat die Fertigungstechnik revolutioniert“, sagt Jorge dos Santos. Mit diesem in den 1990er Jahren

entwickelten Verfahren gelingt es, auch Materialien zusammenzufügen, die zuvor als schwer oder gar nicht schweißbar galten: Aluminiumlegierungen etwa, Magnesium oder spezielle Stähle. „Diesen Materialien gehört die Zukunft“, glaubt der Wissenschaftler. Denn sie sind die Basis für den Leichtbau von Flugzeugen und Automobilen und würden sich sogar für Fusionsreaktoren eignen – wenn es denn gelingt, sie zuverlässig und ohne Verlust ihrer Qualitäten zu verbinden. Der entscheidende Vorteil des Rührreibschweißens sind die niedrigen Prozesstemperaturen. Dadurch bildet sich keine flüssige, sondern nur eine plastische Phase. Dabei kommt es zu Umordnungen im Material: Ausscheidungen wachsen oder schrumpfen, vermehren sich oder schließen sich zusammen. Diese Mikro- oder Nanostrukturen bestimmen schließlich die Eigenschaften des Endprodukts: Wie fest es ist, wie elastisch, wie beständig gegen Korrosion oder Ermüdung. Für den Blick ins Innere der Werkstoffe nutzen die IPSUS-Forscher hochenergetische Röntgenstrahlung aus dem Synchrotron, die Strukturen im Nanometer-Bereich auflösen kann. An ihrem Messplatz am Hamburger HASYLAB haben sie eine Spezialkonstruktion errichtet, so dass der Röntgenstrahl die Schweißnaht bei ihrer Entstehung durchleuchten kann. Mittlerweile liefert die Anlage zuverlässige (das heißt in situ) und sehr wertvolle Ergebnisse. Künftig wollen die Forscher für die Röntgenbeugung Hochgeschwindigkeitsdetektoren einsetzen, um die Prozesse mit einer noch besseren zeitlichen Auflösung zu beobachten.

Doch die experimentelle Arbeit ist längst nicht alles. „Um ein möglichst umfassendes Verständnis zu bekommen, wird sie durch Modellierungsansätze unterstützt“, erläutert Jorge dos Santos. Für die Mikrostruktur bauen die Forscher auf schon existierenden Modellen für metallurgische Prozesse auf, die sie mit den neuen Daten direkt aus den Beugungsexperimenten füttern. „Die Hoffnung ist, dass wir am Ende vielleicht gar keine Experimente mehr brauchen, sondern alles am Rechner durchspielen können“, sagt er. Dazu soll auch die Modellierung des Fügeprozesses beitragen, deren Hauptinformation in der Temperaturverteilung und der Darstellung des Materialflusses liegt. Auch dies gelingt bereits, versichert dos Santos. Abschließend charakterisieren die Wissenschaftler dennoch weiterhin die Proben, um diese Ergebnisse mit den Aussagen aus den Modelle zu vergleichen.

BEIM RÜHRREIBSCHWEISSEN WERDEN DIE MATERIALIEN DURCH REIBUNG ERWÄRMT UND DANN MIT DER SPITZE DES WERKZEUGS VERRÜHRT UND SO FEST ZUSAMMENGEFÜGT. FOTO: GKSS

Es ist klar, dass nicht alle benötigten Kompetenzen unter einem Dach zu finden sind. IPSUS ist deshalb als so genanntes Virtuelles Institut organisiert, um die Forschungsexpertise verschiedener Einrichtungen zu bündeln. Das GKSS ist für die Prozessentwicklung und -modellierung sowie die Beugungsuntersuchungen und einen Teil der Charakterisierung verantwortlich. Das Forschungszentrum Karlsruhe hat Erfahrungen mit Fusionsmaterialien, das Max-Planck-Institut für Eisenforschung mit so genannten TWIP-Stählen. Die Universitäten von Manchester und Cranfield wurden für die Modellierung der Mikrostruktur und des Prozesses hinzugezogen und an der Ruhr-Universität in Bochum gibt es Experten für hochauflösende Elektronenmikroskopie. Wissenschaftler der TU Berlin schließlich können die Ergebnisse für ein ähnliches Fügeverfahren nutzen. Die Industrie ist mit einem beratenden Panel mit an Bord.

UTA DEFFKE

Forschungszentrum Jülich

## STRUKTURGEHEIMNISSE VON SPEICHERMATERIALIEN

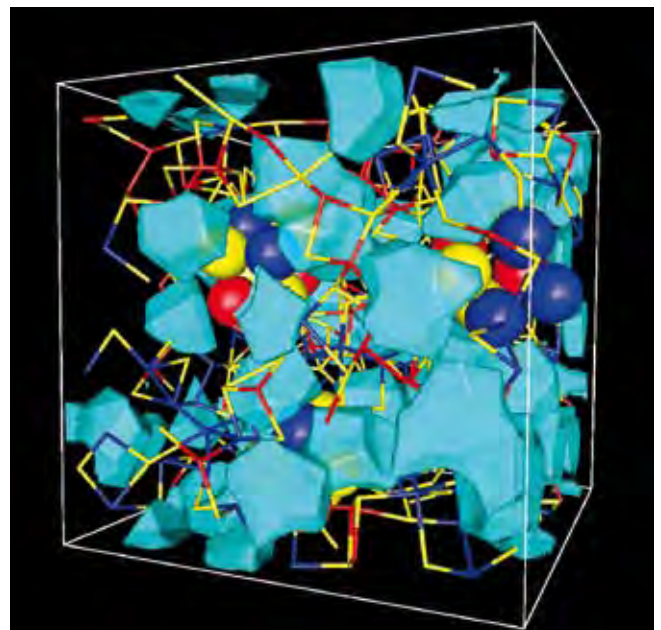
Physiker des Forschungszentrums Jülich haben die Struktur und die Prozesse in Materialien aufgeklärt, die das Gedächtnis mehrfach beschreibbarer optischer Speichermedien wie DVD-RAM und Blu-ray Discs bilden. Nur das Grundprinzip war klar. Das Material lässt sich mit dem Laser-Schreibkopf punktuell umschalten: von einer geordneten, kristallinen Struktur in einen ungeordneten Zustand und zurück. An dieser Stelle verändert sich die Reflexion, so dass die Information wieder mit einem Laser abgelesen werden kann.

„Die Umordnung der Atome darf nur wenige Nanosekunden dauern, ist also extrem schnell. Wir haben uns gefragt, wie eine Struktur beschaffen sein muss, die das möglich macht“, erklärt Dr. Robert Jones. Er und sein Team simulierten am Supercomputer JUGENE, was passiert, wenn geschmolzenes DVD-Material zu einer amorphen Masse abkühlt, wie es beim Einschreiben von Informationen passiert. Dabei stimmten sie

die Modellierung mehrfach mit Messungen der Kristallstrukturen ab, die japanische Kollegen am Synchrotron SPring-8 gewonnen hatten.

Der Supercomputer JUGENE berechnete die Position und Bewegung von 460 Atomen während der 0,3 Nanosekunden des Abkühlens, die Berechnung nahm vier Monate in Anspruch. Das Ergebnis sind Einsichten, die bislang mit keinem Mikroskop gewonnen werden könnten: Entscheidend für das schnelle Umschalten sind ringförmige Strukturen aus jeweils vier Atomen, die sowohl im amorphen als auch im kristallinen Material vorkommen. Außerdem sind ausreichend Hohlräume wichtig, damit sich die Bausteine rasch umordnen können, ohne viele atomare Bindungen aufzubrechen. „Mit dieser Einsicht können wir das Materialdesign für neue Speichermedien sehr viel systematischer angehen“, sagt Jones.

ANGELA WENZIK



DIE SIMULATION DER DVD-STANDARDLEGIERUNG GST ZEIGT RINGFÖRMIGE STRUKTUREN UND HELLBLAUE HOHLRÄUME, DIE ZUSAMMEN DEN SCHNELLEN PHASENÜBERGANG ERMÖGLICHEN. DIE ELEMENTE SIND GERMANIUM (ROT), ANTIMON (BLAU), TELLUR (GELB). Bild: Forschungszentrum Jülich

72 SCHRÄNKE MUSSTEN AUFGEBAUT UND VIELE KILOMETER KABEL VERLEGT WERDEN, BIS ALLE PROZESSOREINHEITEN ORDNUNGSGEMÄSS MITEINANDER VERBUNDEN WAREN. FOTO: FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH

Forschungszentrum Jülich

## SUPERCOMPUTER

Stolz präsentierte das Forschungszentrum Jülich Ende Mai 2009 drei neue Supercomputer: JUGENE, JUROPA und HPC-FF. Mit einer Rechenleistung von 1 Petaflop – oder 1 Billion Rechenoperationen – pro Sekunde nimmt Jugene auf der im Juni erschienenen Rangliste der schnellsten Rechner der Welt Platz drei ein. Das Tandem Juropa – HPC-FF belegt mit 308 Teraflop – oder 308 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde – immerhin noch Platz 10. Doch das Wettrennen um die Rechenpower sei kein Selbstzweck, sagt Prof. Dr. Dr. Thomas Lippert, Direktor des Jülicher Supercomputing Centre (JSC) am Forschungszentrum Jülich. „Mittlerweile sind Supercomputer, neben Theorie und Experiment, das dritte Standbein der Forschung, und ihre Leistungsfähigkeit schafft die Voraussetzung, um äußerst komplexe Fragen zu lösen.“

---

„Das Wettrennen um die Rechenpower ist kein Selbstzweck. Ihre Leistungsfähigkeit schafft die Voraussetzung, um äußerst komplexe Fragen zu lösen.“

---

Wo reale Experimente zu gefährlich sind wie bei Sicherheitsanalysen von Atomkraftwerken, zu aufwändig wie beim Fusionsreaktor ITER, oder gar unmöglich wie bei Auslösern und Folgen des Klimawandels, da dienen Computer heute als virtuelles Labor. Mit Simulationen versuchen die Forscher, die Realität nachzubilden und künftiges Verhalten vorauszusagen. „Supercomputer sind die einzige Möglichkeit, viele wissenschaftliche Probleme überhaupt zu lösen“, sagt Lippert. Sie können viel schneller rechnen, weil in ihnen nicht nur ein Prozessor seinen Dienst verrichtet, sondern Hunderttausende parallel arbeiten. 290.000 Prozessoren sind es bei Jugene. Ein Prozess, der einen normalen PC zehn Jahre beschäftigen würde, lässt sich so in 20 Minuten durchlaufen und dann mit verschiedenen Parametern wiederholen.

Das Supercomputing selbst ist allerdings eine Wissenschaft für sich. Zum einen ist dafür eine besondere Technik nötig. Sie ist – im Falle von Jugene – in 72 telefonzellengroßen Schränken untergebracht. Die unüberschaubar vielen Prozessoren sind

über ein sehr schnelles Netzwerk zusammengeschlossen, über das die Daten ausgetauscht werden. „Doch nicht allein die Rechenpower ist entscheidend“, betont Lippert, „man muss sie auch zu nutzen wissen.“ Wenn ein Programm auf vielen Prozessoren läuft, ist es wie auf einer Großbaustelle: Es kommt auf die richtige Verteilung der Aufgaben an, nicht alle lassen sich parallel bearbeiten. Welcher Prozessor wann von wo neue Daten bekommt, wie sie rechtzeitig und zuverlässig ankommen, all das muss geschickt organisiert und programmiert werden. Um die Fachwissenschaftler unterschiedlicher Disziplinen dabei zu unterstützen, ihre Simulationen für den jeweiligen Supercomputer zu optimieren, wurden am JSC vier Simulation Labs eingerichtet: Für die Plasmaforschung, für Molekulare Systeme, für Computational Biology und für die Atmosphären- und Klimaforschung. Hier arbeiten Teams, die sowohl die entsprechende fachliche Expertise haben als auch Spezialisten für Supercomputer sind.

Die Simulation Labs und andere Einrichtungen des JSC bieten aber nicht nur Dienstleistung für die Nutzer von Supercomputern. Sie forschen und entwickeln auch selber. Neue Softwarewerkzeuge zum Beispiel, die analysieren, wie die Simulationsprogramme noch optimiert werden können. Auch die Entwicklung neuer Rechner steht auf der Agenda. Denn Supercomputer sind Einzelstücke, die mit ihrer Rechnerarchitektur die speziellen Bedürfnisse der Forschung berücksichtigen. Die Rechencluster Juropa und HPC-FF wurden beispielsweise in Jülich konzipiert und mit Firmen wie Intel, Bull, SUN, Melanox und ParTec realisiert. Der Supercomputer HPC-FF dient ausschließlich der europäischen Fusionsforschung. Für besonders anspruchsvolle Aufgaben kann er mit Juropa gekoppelt werden. Die Nutzer der Jülicher Supercomputer kommen von Universitäten, anderen Helmholtz-Zentren, der Max-Planck-Gesellschaft und aus der Industrie. Mit den neuen Rechnern werde das JSC zunehmend auch für europäische Forscher attraktiv, meint Lippert. „Die rekordverdächtige Rechenpower ist ein wichtiges Signal, dass hier exzellente Forschung möglich ist.“ Um die Aktivitäten der einzelnen europäischen Länder im Supercomputing zu koordinieren und ihre Position im Wettbewerb mit den USA und Japan zu stärken, wurde im Jahr 2007 die „Partner-



ship for Advanced Computing in Europe“ (PRACE) ins Leben gerufen. „Den Anwendern sollen künftig mehr und auf ihre Bedürfnisse zugeschnittene Kapazitäten zur Verfügung stehen“, sagt Dr. Thomas Eickermann vom JSC, Projektmanager von PRACE. Deutschlandweit wurden die Supercomputing-Aktivitäten bereits durch den Zusammenschluss der drei Höchstleistungsrechenzentren in Jülich, Stuttgart und Garching zum Gauss-Center for Supercomputing gebündelt.

UTA DEFFKE

Karlsruher Institut für Technologie

## NANOSTRUKTUREN VERBESSERN LITHIUM-IONEN-BATTERIEN

Li-Ionen-Batterien gelten zurzeit als die besten Kandidaten für den Einsatz in Fahrzeugen oder als stationäre Energiespeicher. Aber selbst mit der modernsten Batterie von rund 100 Kilogramm Gewicht kommt ein Elektroauto heute nur rund 100 Kilometer weit, außerdem sind lange Ladezeiten und Alterungserscheinungen problematisch. „Wir arbeiten an neuen Materialien, um die Energiedichte solcher Li-Ionen-Batterien erheblich zu steigern“, erklärt Dr. Sylvio Indris, Nachwuchsgruppenleiter am Institut für Nanotechnologie des Karlsruher Instituts für Technologie.

„Zum Laden und Entladen der Batterie muss ständig Lithium in die Elektroden ein- und ausgebaut werden. In diesen Komposit-Materialien sind die Einbauwege sehr kurz, was Ladevorgänge beschleunigt.“

Indris und sein Team untersuchen dafür keramische Werkstoffe wie Oxide und Chalcogenide, die sie zuvor mit dreidimensionalen Nanostrukturen versehen haben. „Wir arbeiten mit Kristalliten von 4 bis 50 Nanometern, aber untersuchen auch Strukturen aus Hohlkugeln von 14 Nanometern, Durchmesser und 3 Nanometern Wanddicke“, sagt Indris. Elektroden aus derartig strukturierten Materialien können deutlich mehr Lithium aufnehmen als konventionelle Elektroden aus Graphit und Cobaltoxid und

speichern daher wesentlich mehr Energie. Auch das Aufladen geht schneller. „Zum Laden und Entladen der Batterie muss ständig Lithium in die Elektroden ein- und ausgebaut werden. In diesen Komposit-Materialien sind die Einbauwege sehr kurz, was Ladevorgänge beschleunigt“, erläutert Indris. Mit Methoden wie Röntgenstreuung und Kernspinresonanzspektroskopie untersuchen die Forscher um Indris, wie sich die Strukturen in den Elektroden verändern und wie sich unterschiedliche Materialien für Elektroden und Elektrolyte während des Batteriebetriebs verhalten. Dabei probieren sie ganz verschiedene Konzepte aus, von ultrastabilen Feststoffbatterien aus aufgedampften Komponenten bis hin zu Batterien, bei denen die Elektroden auf Papier gedruckt werden. „Wir werden Batterietypen für ganz unterschiedliche Anwendungen brauchen und müssen daher viele Ansätze verfolgen“, sagt Indris.

ARÖ



UM REAKTIONSMCHANISMEN WÄHREND DES BATTERIEBETRIEBS ZU UNTERSUCHEN, NUTZEN DIE PHYSIKER DIE INTENSIVE RÖNTGENSTRAHLUNG DER SYNCHROTRONSTRAHLUNGSQUELLE ANKA. Foto: S. Indris, KIT

# FORSCHUNGSBEREICH STRUKTUR DER MATERIE



PROF. DR. HORST STÖCKER  
Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Koordinator für den Forschungsbereich  
Struktur der Materie, GSI Helmholtzzentrum  
für Schwerionenforschung

## DIE AUFGABE

Im Helmholtz-Forschungsbereich „Struktur der Materie“ werden die Bestandteile der Materie und die zwischen ihnen wirkenden Kräfte in ganz unterschiedlichen Größenordnungen erforscht, von Elementarteilchen bis zu Strukturen im Universum. Im Brennpunkt stehen dabei nicht nur einzelne Teilchen, sondern auch komplexe Phänomene in Festkörpern und Flüssigkeiten, die durch die Wechselwirkungen zwischen Myriaden von Atomen entstehen. Die Grundlagenforschung verhilft dabei auch zu Einsichten, die die Entwicklung von neuartigen Werkstoffen mit maßgeschneiderten elektronischen, mechanischen oder thermischen Eigenschaften ermöglichen. Eine besondere Stärke der Helmholtz-Forschung kommt gerade in diesem Forschungsbereich zum Tragen: der Betrieb und der Einsatz von Großgeräten und komplexen Infrastrukturen für die Forschung. Ob Teilchenbeschleuniger, Synchrotronstrahlen oder Neutronen-Quellen – die Helmholtz-Gemeinschaft stellt große, zum Teil weltweit einzigartige wissenschaftliche Infrastrukturen zur Verfügung, die von zahlreichen Forschern aus dem In- und Ausland genutzt werden. Mit dem geplanten Röntgenlaser European XFEL, der am Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY in europäischer Zusammenarbeit gebaut wird, entsteht eine Röntgenquelle, deren Spitzenleistung zehn Milliarden Mal höher ist als die aller bislang gebauten Geräte. Ein weiteres Großinstrument entsteht an der GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung in Darmstadt. Die „Facility for Antiproton and Ion Research FAIR“ ist eine Beschleunigeranlage der nächsten Generation, die Ionenstrahlen mit bisher unerreichter Intensität sowie sehr hohen Energien liefern wird. Mit ihren Allianzen hat die Helmholtz-Gemeinschaft neue Strukturen geschaffen, um durch stärkere Vernetzung beste Forschungsbedingungen

zu bieten. So wurden im Forschungsbereich Struktur der Materie im Jahr 2008 die zwei Helmholtz-Allianzen „Physik an der Teraskala“ und „Kosmische Materie im Labor“ erfolgreich fortgeführt, beziehungsweise die zuletzt genannte mit einem Kick-off Event im April gestartet. Das Netzwerk „Physik an der Teraskala“ bündelt die deutsche Spitzenforschung, die an der Grenze der erreichbaren Beschleunigerenergien forscht. Dadurch soll die Teilchenphysik in Deutschland in einer zunehmend globaler werdenden Forschungslandschaft an Profil und Schlagkraft gewinnen. Dazu haben sich Teilchenphysiker aus zwei Helmholtz-Zentren, dem Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY und dem Forschungszentrum Karlsruhe, mit Kollegen aus insgesamt 17 Universitäten und dem Münchner Max-Planck-Institut für Physik geschlossen. Mit der zweiten Allianz „Kosmische Materie im Labor“ wurde ein neues Institut „Extreme Matter Institute (EMMI)“ auf dem Gelände der GSI gegründet, welches durch die Vernetzung führender Forschungsinstitutionen in diesem Bereich einen „Think Tank“ für die Forschung an FAIR bildet. Bei der Erforschung von Materie unter extremen Bedingungen, wie sie kurz nach dem Urknall herrschten, sind einzigartige Erkenntnisse zu erwarten. Sie werden einen wichtigen Beitrag bei der Planung von Experimenten an den neuen Großgeräten leisten, die an der GSI, am DESY und am CERN aufgebaut werden.

Zum Jahreswechsel 2009 fusionierte das Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB, vormals Hahn-Meitner-Institut) mit dem Forschungszentrum BESSY zur größten Forschungseinrichtung in Berlin unter dem Namen Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie.

Der Forschungsbereich Struktur der Materie wurde im Rahmen der Programmorientierten Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft zu Beginn des Jahres 2009 begutachtet. Der vorliegende Helmholtz-Geschäftsbericht gibt einen Überblick über die bisherige Struktur und Aufgabenstellung des Forschungsbereichs im Berichtszeitraum bis Ende 2009 und stellt die neuen Forschungsprogramme vor, die für die strategische Ausrichtung des Forschungsbereiches in den kommenden fünf Jahren stehen. Erläutert werden die bisherige und die neue Struktur durch eine Übersicht über die Mittelverteilung im Jahr 2008 sowie die Mittelverteilung ab dem kommenden Jahr 2010. Ab 2010 befinden sich alle sechs Forschungsbereiche in der zweiten Förderperiode.

## DIE PROGRAMMSTRUKTUR IN DER FÖRDERPERIODE 2005–2009

Im Forschungsbereich Struktur der Materie wirken sechs Helmholtz-Zentren zusammen: das Deutsche Elektronen-Synchrotron DESY, das Forschungszentrum Jülich, das Forschungszentrum Karlsruhe, das GKSS Forschungszentrum Geesthacht, das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung und das Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie. In der noch bis Ende 2009 laufenden aktuellen Programmperiode arbeiten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in fünf Programmen:

- **Elementarteilchenphysik**
- **Astroteilchenphysik**
- **Physik der Hadronen und Kerne**
- **Kondensierte Materie**
- **Großgeräte für die Forschung mit Photonen, Neutronen und Ionen**

Alle Programme basieren auf der engen Wechselbeziehung zwischen Theorie und Experiment, und einige der Programme sind wissenschaftlich und technologisch untereinander verknüpft. Dabei ist ein Ziel, die Forschungsinfrastrukturen weiterzuentwickeln, effizient einzusetzen und die Nutzer optimal zu unterstützen, um die Führungsrolle von Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftlern auf diesem Gebiet gemeinsam mit nationalen und internationalen Partnern zu stärken.

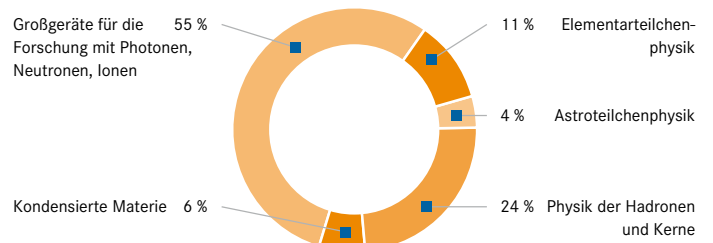


„Die großen gesellschaftlichen Probleme erfordern zur Lösung ein systemorientiertes Denken und Handeln, das sich auf starke Grundlagen in Forschung und Ausbildung stützt. Eine entscheidende Rolle spielt dabei die intellektuelle und kulturelle Vielfalt, die durch Zusammenarbeit über die Grenzen der klassischen Disziplinen hinweg sichergestellt wird. Wichtig bei Zukunftsthemen wie Klimawandel, Energie und Ernährung ist ebenfalls die Vision ‚Nachhaltigkeit‘. Der gängige Begriff mit dem Ziel einer dauerhaften Entwicklung kommt zwar leicht über die Lippen, aber der Weg dazu ist mit viel Aufwand verbunden. Die Umsetzung erfordert neben den richtigen Denkansätzen ebenfalls effiziente Technologien mit optimierten Materialflüssen.“

**PROF. DR. RALPH EICHLER**  
Senator der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Präsident der ETH Zürich

**Die Struktur des Forschungsbereichs Struktur der Materie**  
**Grundfinanzierte Kosten 2008: 440 Mio. Euro**

Zusätzlich erhält der Forschungsbereich Struktur der Materie 144 Mio. Euro Drittmittel. Damit stehen ihm Gesamtmittel i.H.v. 584 Mio. Euro zur Verfügung.



## DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2005–2009

### Das Programm Elementarteilchenphysik

In diesem Programm werden die kleinsten Bausteine der Materie und die Kräfte zwischen ihnen untersucht. Die Erkenntnisse haben unmittelbare Auswirkungen auf unser Bild von der Evolution des frühen Universums. Der Ursprung der Masse, die Vereinigung aller fundamentalen Kräfte bei extrem hohen Energien sowie die Vereinheitlichung der Quantenphysik mit der allgemeinen Relativitätstheorie zählen zu den grundlegenden Fragestellungen der Physik. Dabei sind die Forscherinnen und Forscher auch auf den Spuren von neuen Teilchen und auf der Suche nach den Supersymmetrie-Partnern aller bekannten Teilchen. Außer den Beschleuniger-Kapazitäten in aller Welt stehen den Wissenschaftlern für diese Forschung auch Hochleistungsrechner für die Datenanalyse und für Fragen der Theoretischen Physik zur Verfügung. Mit dem Grid-Computing-Centre am Forschungszentrum Karlsruhe (GridKA) wurde ein leistungsfähiges Rechenzentrum aufgebaut, das international vernetzt ist und seit dem Jahr 2007 genutzt wird. Bei DESY wurde im Rahmen der Teraskala-Allianz die National Analysis Facility gegründet. Damit stehen jetzt starke Rechnerverbindungen zum CERN und zu allen anderen beteiligten Zentren in Europa, den USA und Asien gleichzeitig zur Verfügung. Dies wird eine wesentliche Rolle bei der Auswertung der großen Datenmengen spielen, die am Large Hadron Collider (LHC) des Europäischen Forschungszentrums CERN anfallen werden. Schon im Jahr 2008 hat sich das Programm nach der Schließung von HERA in Richtung LHC-Physik neu ausgerichtet.

### Das Programm Astroteilchenphysik

Die Astroteilchenphysik ist ein relativ junges interdisziplinäres Forschungsgebiet. Sie verbindet die Untersuchung der kleinsten Bausteine mit der Erforschung der größten Strukturen des Universums. Astroteilchenphysiker untersuchen die Quellen kosmischer Strahlung und die Mechanismen kosmischer

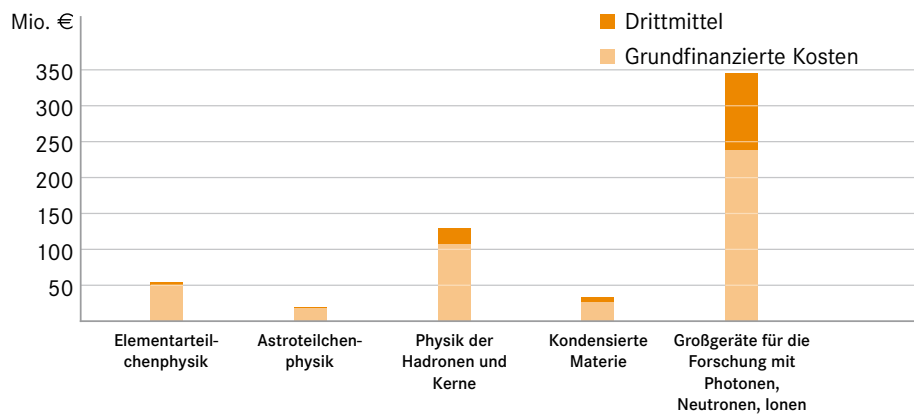
Beschleuniger. Sie erkunden, wie sich das All jenseits der Beobachtung mit klassischer elektromagnetischer Strahlung darstellt, wenn man Protonen und Kerne, Neutrinos und hochenergetische Gamma-Strahlung nachweist. Gleichzeitig erforschen die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter dieses Programms die so genannte Dunkle Materie, die sich bislang nur durch ihre Gravitationswirkung zutage tritt. Das Programm umfasst gegenwärtig drei Schwerpunkte: die Erforschung elektrisch geladener kosmischer Strahlung bei hohen Energien (Pierre Auger-Observatory, Argentinien), die Suche nach hochenergetischen kosmischen Neutrinos (IceCube Neutrinoobservatorium, Antarktis) und die Bestimmung der Neutrino-Masse mit bisher unerreichter Empfindlichkeit (KATRIN, Karlsruhe). Für diese Aufgaben muss der Forschungsbereich große Detektoranlagen mit leistungsfähiger Infrastruktur, zum größten Teil fernab von existierenden Forschungszentren, entwickeln, bauen und betreiben.

### Das Programm Physik der Hadronen und Kerne

Neutronen und Protonen (Hadronen) sind aus Quarks aufgebaut, die durch die starke Wechselwirkung zusammengehalten werden. Im Programm Physik der Hadronen und Kerne bearbeiten die Forscherinnen und Forscher grundlegende Themen wie den Quark-Einschluss in Hadronen, spontane Brechung der chiralen Symmetrie, Ursprung der Masse von Hadronen, Eigenschaften von nuklearen Vielteilchensystemen, exotische Kerne an der Grenze der Stabilität, Erzeugung superschwerer Elemente, Verhalten ausgedehnter nuklearer Materie in astrophysikalischen Objekten wie Neutronensternen und Supernovae. Die Suche nach dem Quark-Gluon-Plasma im ALICE-Projekt am CERN ist ein weiteres Forschungsthema. Im Bereich Struktur der Kerne gelang es der SHIP-Kollaboration, über so genannte warme Fusionsreaktionen das Element 112 zu erzeugen, was kürzlich offiziell durch die zuständige International Union of Pure and Applied Chemistry



Gesamtkosten des Forschungsbereichs Struktur der Materie (2008)



bestätigt wurde. Darauf basierend wächst die Hoffnung, in das seit langem gesuchte Gebiet superschwerer Kerne vorzudringen. Mit der Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR) entsteht an der GSI in internationaler Zusammenarbeit eine Beschleunigeranlage der nächsten Generation. FAIR wird neue Dimensionen für die Untersuchung von Materie und Antimaterie erschließen und auf diese Weise zu einem Verständnis der starken Wechselwirkung, der Entstehung chemischer Elemente im Universum und der Eigenschaften von Antimaterie im Vergleich zu Materie beitragen. Darüber hinaus eröffnet FAIR auch neue Möglichkeiten für die Atom- und Plasmaphysik sowie für Anwendungen in der Strahlenbiologie und Materialforschung.

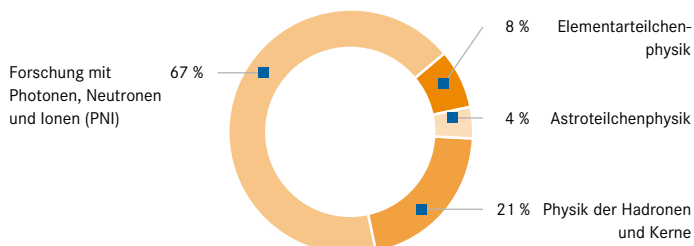
#### Das Programm Kondensierte Materie

Im Programm Kondensierte Materie werden Eigenschaften von Festkörpern, von so genannter weicher Materie und von Flüssigkeiten erforscht. Dazu untersuchen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Wechselwirkungen zwischen den Elektronen und Atomen, die die mechanischen, thermischen, elektronischen, magnetischen und optischen Eigenschaften der Materie bestimmen. Im Fokus stehen Systeme, die aus vielen Teilchen bestehen und neue komplexe Eigenschaften besitzen. Hierzu gehören Nanosysteme, die den Übergang von Atomen zu Festkörpern bilden. Hauptziel des Programms ist es, neue und ungewöhnliche Zustände in diesen Materialien zu erkunden. Das Programm profitiert von den Großgeräten im Forschungsbereich, die die Neutronen-, Ionen- und Synchrotron-Strahlen als Sonden zur Verfügung stellen. Ebenso nutzen die Wissenschaftler spektroskopische Verfahren, hochauflösende Elektronen-Mikroskopie sowie die Großcomputer, die ihnen die theoretische Modellierung und Simulation erlauben. Ab dem Jahr 2010 wird das Programm zum Forschungsbereich Schlüsseltechnologien gehören.

#### Das Programm Großgeräte für die Forschung mit Photonen, Neutronen und Ionen

Dieses Programm umfasst die Großgeräte, die für die atomare und molekulare Physik, für Plasmaphysik und Physik der kondensierten Materie, für strukturelle Molekularbiologie, Chemie und Materialwissenschaften, für Geo- und Umweltforschung sowie das Ingenieurwesen besonders wichtig sind. Die Forschung im Programm konzentriert sich auf die effektive Nutzung vorhandener Photonen-, Neutronen- und Ionen-Quellen und deren permanente Anpassung an die Bedürfnisse der Nutzerschaft. Der European XFEL wird durch die European XFEL GmbH in enger Zusammenarbeit mit dem Helmholtz-Zentrum DESY und weiteren internationalen Partnern aufgebaut und soll ab dem Jahr 2013 Röntgenblitze mit extrem hoher Intensität liefern. Damit können Wissenschaftler zum Beispiel Reaktionen in chemischen oder biologischen Systemen filmen und atomare Details von Molekülen entschlüsseln. Darüber hinaus wird am Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie der weltweit stärkste Magnet für Neutronenexperimente errichtet. In Kombination mit einer einzigartigen Probenumgebung versprechen sich die Wissenschaftler von seiner Nutzung große Fortschritte in der Materialforschung wie ein grundlegendes Verständnis der Hochtemperatur-Supraleitung. PETRA III wurde im Zeit- und Budgetplan fertig gestellt, so dass in der ersten Jahreshälfte 2009 der erste Elektronenstrahl im Ring gespeichert werden konnte. Ab Herbst 2009 steht der Wissenschaft damit die weltbeste Speicherringquelle für harte Röntgenstrahlung zur Verfügung.

Die Struktur des Forschungsbereichs Struktur der Materie  
 Grundfinanzierte Kosten Plan 2010\*: 444 Mio. Euro  
 (inklusive der anteiligen Programmgebundenen Forschung)



\*Erstes Jahr der neuen Programmförderperiode 2010–2014

## DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2010–2014

Die Herausforderungen des Forschungsbereiches sind weitgehend unverändert gegenüber der alten Programmperiode, die Forschung ist eingebettet in nationale und internationale Roadmaps, die die Ausrichtung der Forschungsarbeiten in den einzelnen Programmen auf Zeitskalen von 10 bis 15 Jahren festlegen. Diese Grundlagenforschung liefert gleichzeitig eine Vielzahl von Impulsen für technologische Entwicklungen. Der Forschungsbereich ist für weltweit oft einzigartige Großgeräte verantwortlich. Er leistet damit einen entscheidenden Beitrag zur Umsetzung der Großgeräte-Mission der Helmholtz-Gemeinschaft und trägt hierdurch maßgeblich zur Stärkung der internationalen Sichtbarkeit bei. Die Großgeräte werden von den Helmholtz-Zentren für die eigene Forschung genutzt, stehen aber vorwiegend mehreren Tausend externen Nutzern aus dem In- und Ausland zur Verfügung. In der ersten Hälfte des Jahres 2009 haben internationale Experten die strategische Ausrichtung des Forschungsbereichs und der Programme begutachtet. In der kommenden Programmperiode ist u.a. eine koordinierte Beteiligung zwischen HZB, Forschungszentrum Jülich sowie GKSS an der Forschungsneutronenquelle FRM-II in Garching geplant. Die Eigenforschung im Programm „Photonen, Neutronen und Ionen“ soll maßgeblich gestärkt werden. Außerdem wird das Programm „Kondensierte Materie“ in den Bereich Schlüsseltechnologien überführt.

Im Folgenden werden die wichtigsten geplanten Maßnahmen der vier Programme zusammengefasst.

### Das Programm Elementarteilchenphysik

DESY als eines der weltweit führenden Zentren der Teilchenphysik wird in der kommenden Programmperiode kein eigenes Großgerät in diesem Programm mehr betreiben. Ziel des Programms ist es, auch weiterhin die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Teilchenphysik sicherzustellen. Dies geschieht in folgenden Vorhaben:

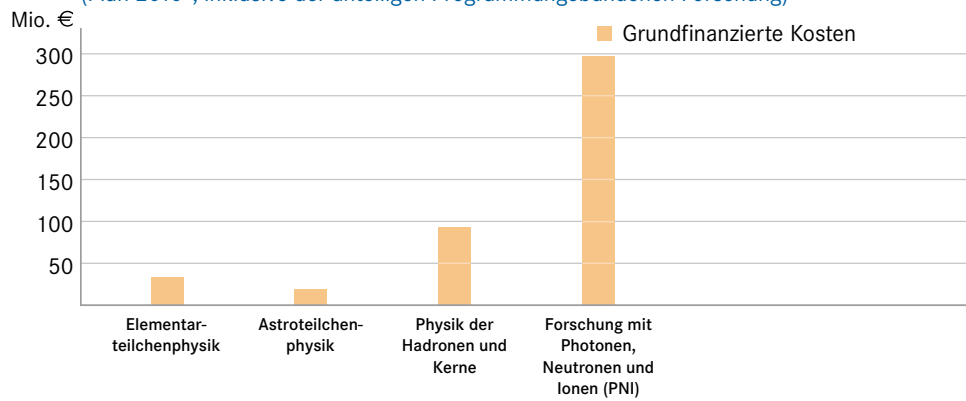
- Starke Beteiligung an zwei LHC Experimenten (ATLAS und CMS). Gleichzeitig werden die Präzisionsanalysen der HERA-Experimente zum Abschluss gebracht, deren Ergebnisse auch für die LHC-Analysen von großer Bedeutung sind.

- Weiterer Ausbau des Grid Computing Centre Karlsruhe (GridKa) am KIT sowie der Tier2-Zentren und des Analyseentrums bei DESY.
- Theoretische Untersuchungen in enger Verbindung zu den experimentellen Aktivitäten sowie Forschung an der Schnittstelle Teilchen-/Astroteilchenphysik und Stringtheorie. Die Gittereichtheorie, einschließlich Forschung und Entwicklung für neuartige Prozessoren, wird am DESY-Standort Zeuthen in enger Zusammenarbeit mit dem John von Neumann-Institut des Forschungszentrums Jülich fortgesetzt.
- Mitarbeit an der Weiterentwicklung der supraleitenden Beschleunigertechnologie für den International Linear Collider (ILC), bei der DESY eine weltweit führende Rolle spielt. Nutzung der Synergie zwischen XFEL und ILC.
- Detektorentwicklung für die Luminositätssteigerung des LHC und für Präzisionsexperimente am ILC, Beiträge zur Entwicklung von Detektoren für den XFEL.
- Die Helmholtz-Allianz „Physik an der Teraskala“ soll im Ergebnis der Begutachtung verstetigt werden.

### Das Programm Astroteilchenphysik

- Die Messungen mit dem Pierre Auger Observatorium werden fortgeführt. Außerdem ist geplant, die Messungen auf den gesamten Himmel auszudehnen. Begleitende Forschungen betreffen die Radiodetektion von Luftschauern und die Multi-Messenger Analyse.
- Das Neutrinoobservatorium IceCube wird vervollständigt und garantiert damit eine Fülle von Ergebnissen in der nächsten Programmperiode. In diesem Zusammenhang plant DESY die Mitarbeit an vorbereitenden Arbeiten zum Cerenkov Telescope Array (CTA).
- Die Suche nach Dunkler Materie gewinnt durch neue astronomische Untersuchungen weiter an Bedeutung und soll durch eine führende Rolle des KIT im europäischen Vorhaben EURECA ausgebaut werden.
- Das KATRIN-Experiment wird seine Messungen in der nächsten Programmperiode durchführen. Das Experiment wird weltweit die empfindlichste Messung der Neutrinomasse ermöglichen.
- Eigene theoretische Arbeiten in der Astroteilchenphysik werden in enger Kooperation mit den Universitäten Potsdam und Karlsruhe durchgeführt.

### Grundfinanzierte Kosten des Forschungsbereichs Struktur der Materie (Plan 2010\*, inklusive der anteiligen Programmungebundenen Forschung)



\* Erstes Jahr der neuen Programmförderperiode 2010–2014

Bitte beachten: Aufgrund der High Data Rate Processing and Analysis Initiative der Helmholtz-Gemeinschaft sind die Kosten im Bereich Struktur der Materie nur vorläufige Zahlen. Die endgültigen Zahlen werden zu Beginn des Jahres 2010 erwartet.

#### Das Programm Physik der Hadronen und Kerne

- Führende Beteiligung am internationalen FAIR-Projekt (Facility for Antiproton and Ion Research) bei der GSI. Dieser weltweit einmalige Beschleuniger-Komplex wird von GSI und FZJ gemeinsam mit nationalen und internationalen Partnern gebaut und ab 2012 betrieben.
- Die Thematik „Extreme Dichten und Temperaturen: Kosmische Materie im Labor“ ist seit 2008 mit der Helmholtz-Allianz EMMI verknüpft.
- Durchführung eines gezielten Experimentierprogramms bei GSI und an COSY. Abschluss des Forschungsprogramms an COSY zur weiteren Stärkung der FAIR-Aktivitäten. Vorarbeiten an COSY zur Phasenraumkühlung und Polarisierung von Antiprotonen bei FAIR.
- Übernahme einer zentralen Rolle der GSI zusammen mit den deutschen Universitäten bei Bau und Nutzung des ALICE Detektors im Rahmen des Schwerionenprogramms am LHC am CERN. Aufbau und Betrieb eines leistungsfähigen Tier2-Zentrums für ALICE an der GSI.
- Stärkung der Theorie-Aktivitäten des Programms im Hinblick auf die ALICE- und die FAIR-Physik sowie die künftige Hadronenphysik.

#### Das Programm Forschung mit Photonen, Neutronen und Ionen (PNI)

Die Zentren, die an diesem Programm beteiligt sind, verfolgen ihre eigenen Forschungsprojekte mit dem strategischen Ziel, das Potenzial der Großgeräte in vollem Umfang zu nutzen und zu optimieren und externe Nutzer möglichst effektiv zu unterstützen. Im Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie sind die Möglichkeiten zur komplementären Nutzung von Photonen und Neutronen zum Beispiel zur Untersuchung magnetischer Materialien besonders viel versprechend.

##### Photonen:

- Führende Beteiligung am europäischen Röntgenlaser XFEL bei DESY sowie Ausbau des „Centre for Free Electron Laser Studies“ in Zusammenarbeit mit der Max-Planck Gesellschaft und der Universität Hamburg als Basis für die deutsche Nutzung des XFEL.

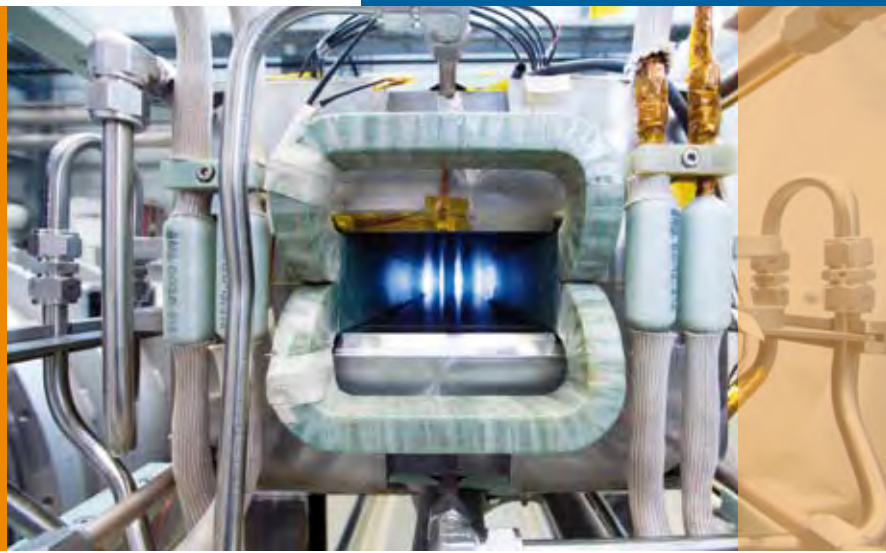
- Betrieb von PETRA III als weltbeste Strahlungsquelle für harte Röntgenstrahlung. Errichtung eines „Centre for Structure and Dynamics of Condensed Matter on the Nanoscale“ sowie Aufbau des Engineering Materials Science Centers at DESY durch die GKSS.
- Weiterer Ausbau des Nutzerprogramms am FLASH-Laser.
- Ausbauprogramm von BESSY II „2007 Plus“, insbesondere für die Mikroskopie vom Terahertz-Bereich bis zur Röntgenstrahlung und die Erzeugung und Anwendung von kurzen Röntgenpulsen mit frei wählbarer Polarisation.
- Ausbau von ANKA zu einer Nutzer-Facility in Kombination mit den im KIT vorhandenen Forschungsschwerpunkten und der Infrastruktur, unter Anwendung der supraleitenden Undulator-Technologie.
- Aufbau eines Zentrums für Strukturbiologie bei DESY, zusammen mit dem Forschungsbereich „Gesundheit“.

##### Neutronen:

- Verstärkung des Helmholtz-Engagement am FRM II, Bau weiterer Instrumente, unter anderem durch das Jülich Centre for Neutron Science (JCNS), die GKSS und das HZB.
- Betrieb des BER II mit den dort verfügbaren extremen Probenumgebungen, sowie Inbetriebnahme der ersten Ausbaustufe (25T) des Hochfeldmagneten, Upgrade einer Auswahl von Instrumenten und Neutronenleitern am BER II und der kalten Quelle.
- Konsolidierung der Außenstelle des Jülich Centre for Neutron Science (JCNS) an der Spallation Neutron Source (SNS) in Oak Ridge, Aufbau eines Flugzeitinstruments mit Polarisationsanalyse. Aufbau des Short Pulse Engineering Spectrometers SPES am Institut Laue-Langevin (ILL).
- Mitarbeit an Konzepten für neue Neutronenquellen (ESS) und deren Instrumentierung.

##### Ionen:

- Erweiterung der Möglichkeiten der Materialforschung, Plasma- und Atomphysik mit Ionen bei der GSI, insbesondere auch für FAIR.



## PROJEKTE

GSI - Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung

### INNERES VON STERNEN IM LABOR

Wie hat der Kosmos kurz nach seiner Geburt ausgesehen? Welche Bedingungen herrschen im Inneren von Sternen und Planeten? Und wie konnten sich superschwere Elemente bilden, etwa das Uran? Diese Fragen soll in einigen Jahren ein weltweit einzigartiger Beschleunigerkomplex am GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung in Darmstadt beantworten: FAIR ist ein europäisches Gemeinschaftsprojekt, an dem sich 16 Länder beteiligen. Die Kernkomponenten der Anlage – starke, supraleitende Magneten – haben unlängst ihren ersten Härtetest bestanden.

---

„Unter anderem wollen wir herausfinden, wie sich Materie bei jenen extremen Dichten verhält, wie sie im Inneren von Sternen oder riesigen Gasplaneten herrschen.“

---

FAIR steht für „Facility for Antiproton and Ion Research“. Herzstück der Anlage ist ein Doppelring-Beschleuniger mit einem Umfang von 1.100 Metern. Er versorgt ein komplexes System von Speicherringen und Experimentierstationen mit schnellen, energiereichen Ionen. Um diese geladenen Teilchen überhaupt auf Trab zu bringen, müssen sie im Beschleuniger durch starke Magnetfelder auf einer Kreisbahn gehalten werden. Genau das ist die Aufgabe von 108 Spezialmagneten, an deren Konstruktion die GSI-Experten derzeit arbeiten. Jeder Magnet ist drei Meter lang, hat die Form einer Röhre und wiegt mehr als drei Tonnen. „Das Besondere an den Magneten: Sie sind supraleitend und können extrem schnell ein- und ausgeschaltet werden“, erläutert GSI-Physiker Dr. Pierre Schnizer. „Innerhalb von einer Sekunde kann man sie auf eine Feldstärke von zwei Tesla hoch- und wieder runterfahren.“ Das ist deshalb wichtig, weil dadurch verschiedene Experimente parallel betrieben werden können. Je schneller die Magneten sind, desto mehr Schüsse kann der Beschleuniger abfeuern und desto mehr Messdaten sammeln die Experten. Technisch gesehen jedoch ist der Bau derart schneller Magneten eine enorme Herausforderung. Denn

innerhalb einer halben Sekunde wird eine Energie von 50 Kilojoule in sie hineingepumpt – etwa soviel, wie 40 Herdplatten an Strom brauchen. Dabei kommt es unweigerlich zu Wärmeverlusten, die mit einem trickreichen Flüssighelium-Kreislauf gekühlt werden müssen. Kritisch dabei ist: Die Magnete müssen stets supraleitend bleiben, das heißt, ohne elektrischen Widerstand funktionieren. Deshalb darf die Temperatur nie über vier Grad Kelvin (minus 269 Grad Celsius) steigen. „Gemeinsam mit dem russischen Forschungszentrum Dubna haben wir einen ersten Prototypen gebaut und erfolgreich getestet“, sagt Schnizer. „Jetzt arbeiten wir an einer nächsten, verbesserten Variante.“ Mit Hilfe der schnellen, energiereichen Ionen aus dem Beschleuniger wollen die Physiker einige der spannendsten Rätsel der Astrophysik knacken. „Unter anderem wollen wir herausfinden, wie sich Materie bei jenen extremen Dichten verhält, wie sie im Inneren von Sternen oder riesigen Gasplaneten herrschen“, erläutert Dr. Horst Wenninger, Leiter des FAIR Joint Core Teams. Ferner möchten die Experten herausfinden, woher die schweren Atomkerne in unserem Universum kommen – Elemente wie Platin oder Uran. Beim Urknall sind nur leichte chemische Elemente entstanden, im Wesentlichen Wasserstoff und Helium. Die meisten anderen chemischen Elemente wie Sauerstoff, Schwefel und Eisen wurden anschließend im Laufe von Jahrmilliarden im Inneren von Sternen gebildet.

---

„Das Besondere an den Magneten: Sie sind supraleitend und können extrem schnell ein- und ausgeschaltet werden.“

---

Doch die superschweren Elemente wie Uran können nur durch kosmische Katastrophen wie Supernova-Explosionen entstanden sein. Mit FAIR könnte man diese Prozesse im Kleinen experimentell nachvollziehen, hoffen die Wissenschaftler. Außerdem wollen sie herausfinden, wie sich die Quarks, die kleinsten Bausteine der Materie, im Detail verhalten und untersuchen, in welchen Eigenschaften sich Materie und Antimaterie unterscheiden. Und schließlich soll FAIR für die ESA sogar Komponenten für Raumschiffe und Satelliten testen, etwa um künftige Astronauten auf einem Marsflug vor der gefährlichen kosmischen Strahlung schützen zu können.

108 SOLCHER DIPOLMAGNETE WERDEN FÜR DEN GROSSEN KREIS-  
BESCHLEUNIGER DER FAIR-ANLAGE BENÖTIGT. FOTO: C. GRAU, GSI

„Es werden Wissenschaftler aus ganz verschiedenen Forschungsrichtungen nach Darmstadt kommen“, sagt Wenninger. „Für sie alle wird FAIR die leistungsstärkste Anlage der Welt sein – eine Art CERN der Kernphysik.“

Die Vorarbeiten an der rund 1,2 Mrd. Euro teuren Großanlage laufen auf Hochtouren. Drei Viertel der Summe trägt Deutschland. Den Rest übernehmen die 15 Partnerländer. Nach Gründung einer gemeinsamen GmbH könnte der offizielle Spatenstich noch in diesem Jahr 2009 erfolgen. Erste Experimente sollen vier bis fünf Jahre später beginnen. Komplette fertig gestellt wird das weltweit ehrgeizigste Beschleunigerprojekt der Kernphysik voraussichtlich im Jahr 2017 oder 2018.

FRANK GROTELÜSCHEN

Karlsruher Institut für Technologie

## GRÖSSTES HELMHOLTZ-SPULEN- SYSTEM DER WELT

Neutrinos gelten als Geisterteilchen. Überaus zahlreich durchdringen sie das Universum und spielen eine wesentliche Rolle bei seiner Entwicklung. Und dennoch wissen wir wenig über ihre konkreten Eigenschaften, nicht einmal ihre Masse ist bislang bekannt. Astroteilchenphysiker am Karlsruher Institut für Technologie haben in Zusammenarbeit mit Kollegen aus Deutschland, Europa und den USA mit dem Karlsruher Tritium Neutrino Experiment KATRIN ein riesiges Spektrometer gebaut, um die Masse von Neutrinos zu bestimmen. Sie nutzen dafür den Zerfall von Tritium (überschwerem Wasserstoff) in Helium-3, bei dem sowohl Elektronen als auch Neutrinos ausgesendet werden.

„Um die Neutrinomassen zu bestimmen, bauen wir das größte Helmholtz-Spulensystem der Welt auf.“

Über die Präzisionsbestimmung der Elektronenenergien können sie die Neutrinomasse ermitteln. Dazu muss im Spektrometer jedoch ein geeignetes magnetisches Führungsfeld erzeugt und außerdem das Magnetfeld der Erde so gut wie möglich kompensiert werden. „Dafür bauen wir das größte Helmholtz-

Spulensystem der Welt auf, das über die gesamte Länge des KATRIN-Spektrometers ein Magnetfeld erzeugen kann“, sagt Prof. Dr. Guido Drexlin, der das KATRIN-Experiment leitet. Dabei trägt ein Gerüst aus 15 Ringen aus Aluminium-Profilen mit Durchmessern von 12,6 Metern die Spulenwindungen, die das magnetische Führungsfeld erzeugen. Das Magnetfeld kann zwischen drei und sechs Gauss eingestellt werden. Zur Feinabstimmung des magnetischen Führungsfeldes können die einzelnen Ringe mit unterschiedlichen Strömen betrieben werden, maximal sind bis zu 70 Ampere geplant. Für die Abschirmung des Erdmagnetfeldes, das ungefähr eine Stärke von 0,5 Gauss aufweist, sind zwei weitere Spulen senkrecht zur Achse des Spektrometers in die Ringstruktur der Helmholtz-Spule integriert. Nach dem Aufbau der Spule sind die ersten Experimente an KATRIN für das Frühjahr 2010 geplant.

ARÖ



DAS KATRIN-SPEKTROMETER IST VON 15 GROSSEN RINGEN UMGEBEN, DIE DIE SPULEN ZUR ERZEUGUNG DES MAGNETISCHEN FÜHRUNGSFELDES TRAGEN. Foto: KIT

AM ATLAS-DETEKTOR DES LHC KÖNNTE DAS HIGGS-TEILCHEN NACHGEWIESEN  
WERDEN, DAS ANDEREN TEILCHEN MASSE VERLEIHEN SOLL . FOTO: CERN

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

## HIGGS UND SUSY IM VISIER

„Das ist ein entscheidender Schritt vorwärts. Wir erwarten ganz neue Erkenntnisse in der Teilchenphysik!“ Prof. Dr. Joachim Mnich ist sichtlich gespannt auf die Resultate, die der stärkste Beschleuniger aller Zeiten liefern wird – der Large Hadron Collider (LHC) in Genf. Nahezu zehntausend Physiker aus aller Welt sind an dem Megaexperiment beteiligt – darunter mehrere hundert aus Deutschland. Seit Sommer 2007 bündeln die bundesdeutschen Teilchenjäger ihre Aktivitäten in der Helmholtz-Allianz „Physik an der Teraskala“.

Der LHC ist in einen 27 Kilometer großen Ringtunnel am CERN eingebaut und feuert Protonen frontal aufeinander. Riesige Teilchenkameras, Detektoren namens ATLAS und CMS, beobachten, ob bei diesen Kollisionen neue, unbekannte Teilchen entstehen. Das Besondere: „Als erster Beschleuniger wird der LHC Kollisionsenergien im Bereich von Teraelektronenvolt erreichen“, erzählt Mnich, Forschungsdirektor für Teilchen- und Astroteilchenphysik bei DESY in Hamburg. In Zahlen: Der LHC soll Protonen bis auf sieben Teraelektronenvolt (Billionen Elektronenvolt) bringen – fast zehnmal mehr als der bisherige Rekordhalter, ein Beschleuniger in Chicago.

---

„Der LHC wird das Higgs finden, vorausgesetzt, es existiert.“

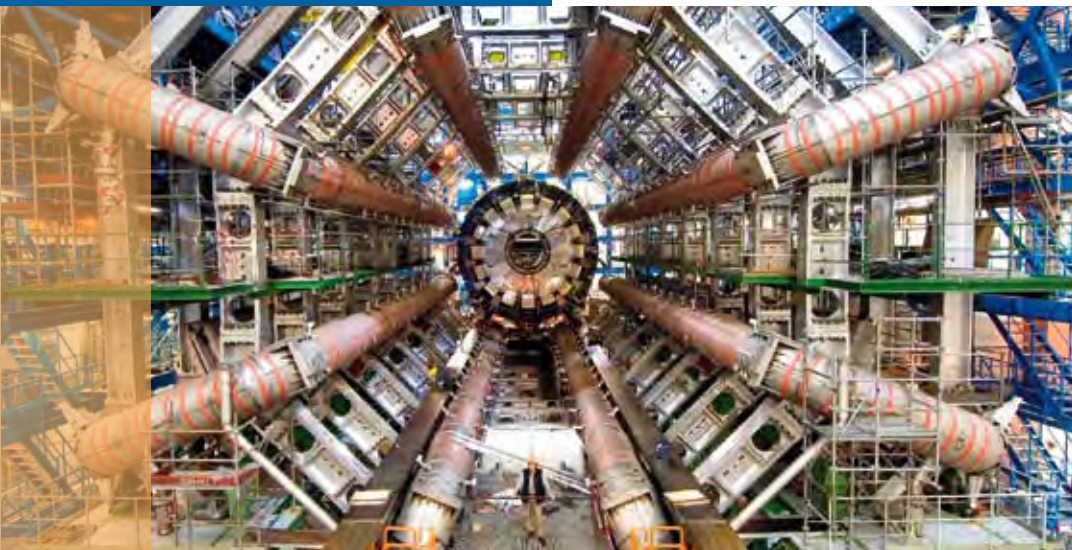
---

Damit soll der LHC einige der spannendsten Fragen der Physik beantworten. Was steckt hinter der geheimnisvollen dunklen Materie? Und wie kommen Elementarteilchen wie Quarks und Elektronen überhaupt zu ihrer Masse?

Eine Idee, wie sich diese Frage beantworten ließe, hatte der schottische Physiker Peter Higgs bereits in den 1960er Jahren. Er postulierte ein Feld, das wie ein Teppich unter dem Kosmos liegt. Bildlich gesprochen erlaubt es dieses Higgs-Feld den Teilchen, sich mit Masse vollzusaugen. Stimmt die Theorie, muss es ein spezielles Teilchen geben, das Higgs-Teilchen. „Der LHC wird das Higgs finden“, meint Mnich. „Vorausgesetzt, es existiert.“

Noch spektakulärer wäre die Entdeckung der so genannten SUSY-Teilchen, die von der Theorie der Supersymmetrie (SUSY) vorhergesagt werden. Dies reicht deutlich über das Standardmodell der Teilchenphysik hinaus. Das Standardmodell geht davon aus, dass Quarks und Elektronen gemeinsam mit einigen anderen Teilchensorten die Grundbausteine der Materie bilden. Zusammengehalten werden sie durch vier Naturkräfte, darunter die elektromagnetische und die starke Kraft. Diese Kräfte werden durch Botenteilchen übertragen: So bedient sich die starke Kraft der „Gluonen“, um Quarks zu Protonen und Neutronen zu verkleben, den Bausteinen der Atomkerne. Das Problem: Im Standardmodell stehen Materie- und Botenteilchen unverwandt nebeneinander. Bei SUSY hingegen sind Kräfte und Teilchen auf abstrakte Weise symmetrisch – vorausgesetzt, es existiert zu jedem bekannten Teilchen ein bislang unentdeckter „Superpartner“. Eben diese SUSY-Teilchen könnte der LHC aufspüren – eine Entdeckung, die auch die Kosmologen faszinieren würde. Bestimmte SUSY-Teilchen nämlich könnten hinter der dunklen Materie stecken – eine Materieform, die das Universum zu dominieren scheint, deren Konsistenz aber rätselhaft ist.

Die Experimente am LHC, die diese Fragen beantworten sollen, sind allerdings hochkomplex. Ungeheure Datenmengen werden allein die beiden Detektoren ATLAS und CMS liefern, ihre Analyse ist eine Sisyphos-Arbeit. „Um den deutschen Instituten und Universitäten diese Arbeit zu erleichtern, haben wir die Helmholtz-Allianz ins Leben gerufen“, erläutert Mnich. Das Teilchenforschungszentrum DESY in Hamburg fungiert dabei als Knotenpunkt. Außerdem sind Experten aus 19 Universitäten, einem Max-Planck-Institut und dem Forschungszentrum Karlsruhe beteiligt. Ein Analysezentrum bei DESY bietet einen direkten Zugang zu den LHC-Daten und stellt Rechnerressourcen zur Verfügung. Ein virtuelles Theorieinstitut richtet gemeinsame Seminare aus und organisiert Videokonferenzen. Und das „Virtual Detector Lab“ entwickelt die Detektortechnik weiter. Gleichzeitig arbeiten die Beschleunigerexperten bereits an Plänen für einen noch stärkeren Beschleuniger, den Linearbeschleuniger ILC. Über einen Zeitraum von fünfeinhalb Jahren stehen der Allianz knapp



75 Mio. Euro zur Verfügung – 25 Mio. Euro von der Helmholtz-Gemeinschaft, dazu fast 50 Mio. Euro von den 22 Partnern. „Bislang hat sich unser Konzept als sehr erfolgreich herausgestellt“, sagt Mnich. „Eine Fortsetzung der Allianz über das Jahr 2012 hinaus wäre auf jeden Fall sinnvoll. Dann können wir die Strukturen, die wir jetzt aufbauen, weiter aufrecht erhalten.“

FRANK GROTELÜSCHEN

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

## VOM BESCHLEUNIGER ZUR SUPERLAMPE

Seitdem der Teilchenbeschleuniger HERA bei DESY ausgedient hat, ist der Vorbeschleuniger PETRA wieder für andere Aufgaben frei. Dafür wurde die Anlage komplett umgerüstet, zur weltweit brilliantesten Speicherring-Röntgenstrahlungsquelle.

Biologen können mit der neuen Lichtquelle die atomare Struktur von winzigen Proteinkristallen aufklären.

Damit ergänzt sie auf ideale Weise die experimentellen Möglichkeiten am Europäischen Röntgenlaser XFEL, an dem noch gebaut wird. Um PETRA umzurüsten, wurde der 2,3 Kilometer lange Speicherring komplett modernisiert und auf 300 Metern Länge eine neue Experimentierhalle mit 30 Messplätzen errichtet. „Unter der Halle wurde die längste, fugenlose Betonplatte der Welt gegossen, um optimale Bedingungen für die Experimente zu gewährleisten“, sagt Dr. Hermann Franz, der den Umbau koordiniert hat.

PETRA III liefert Röntgenstrahlung mit besonders hoher Brillanz: Sehr viele Photonen sind haarfein gebündelt und bilden einen höchst intensiven Lichtstrahl. So lassen sich auch extrem kleine Materialproben auf ihre atomare Struktur hin untersuchen. Das ist für Biologen wichtig, die komplexe Moleküle untersuchen, die sich nicht zu größeren Kristallen formieren. Mit der neuen Lichtquelle können sie schon an winzigen Proteinkristallen aufklären, wie sich die Atome räumlich

anordnen und so zum Beispiel neue Medikamente entwickeln, die punktgenau dort ansetzen, wo Krankheitserreger angreifen. Auch für Materialforscher bietet die brillante Röntgenquelle neue Möglichkeiten. Um Schweißnähte zu prüfen oder Ermüdungerscheinungen von Werkstücken zu untersuchen, werden besonders energiereiche Photonen mit starkem Durchdringungsvermögen gebraucht. Der PETRA-Speicherring kann Strahlung bis über 100 Kiloelektronenvolt mit hoher Leuchtstärke erzeugen und ist damit eine Lampe, die mehr Durchblick garantiert. „Nachdem alle Trockentests erfolgreich absolviert wurden, fiebern die Kollegen jetzt den ersten echten Experimenten entgegen, um einen noch schärferen Blick in den Nanokosmos zu werfen“, sagt Franz.

ARÖ



DAS LUFTBILD ZEIGT DIE PETRA III-EXPERIMENTIERHALLE, DIE KNAPP 300 METER LANG IST UND DIE 30 NEUEN EXPERIMENTE AUFNIMMT. Foto: DESY



Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie

## MAGNETISCHE STRUKTUREN ZEIGEN NEUEN QUANTENEFFEKT

Mit Neutronen und Synchrotronlicht rücken Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums Berlin für Materialien und Energie derzeit einem magnetischen Phänomen zu Leibe, das bislang nur aus der Elektronik bekannt war: Es handelt sich um eine Art magnetischen Quanten-Hall-Effekt. Damit ließen sich in Zukunft eventuell deutlich leistungsstärkere Computer bauen. Das üppige Reflexmuster, das Dr. Konrad Siemensmeyer bei seinen Streuversuchen mit Neutronen am Kristallgitter der chemischen Verbindung Thuliumtetraborid  $TmB_4$  erhielt, raubte ihm zunächst den Atem: „Im ersten Moment dachte ich, das ist unmöglich zu verstehen“, gesteht der Physiker. Bei genauer Betrachtung konnten er und sein Team aber charakteristische Streifen ausmachen. „Wenn sich die bei Raumtemperatur gezeigt hätten und nicht erst bei eisigen zehn Kelvin, hätten wir wahrscheinlich sogar ein Patent geschrieben und keine wissenschaftliche Arbeit.“ Bei diesen Worten muss er selbst ein wenig lachen.

---

„Wenn sich dieser Effekt bei Raumtemperatur gezeigt hätte und nicht erst bei eisigen zehn Kelvin, hätten wir wahrscheinlich ein Patent geschrieben und keine wissenschaftliche Arbeit.“

---

Die von Siemensmeyer und seinem Team entdeckten magnetischen Strukturen haben Ausdehnungen von zum Teil weniger als zehn Nanometer (Millionstel Millimeter). Solche Dimensionen würden sich hervorragend als Bits und Bytes für Computer eignen. Der Materialforscher hatte aber gar nicht vor, besonders kompakte Speichermedien zu erfinden. Er und sein Kollege Dr. Ralf Feyerherm, der die Messungen mit Hilfe der Synchrotronstrahlung am Berliner Elektronenspeicherring BESSY II eindrucksvoll bestätigte, interessierten sich vielmehr für das grundlegende Wechselspiel der magnetischen Momente im

Kristallgitter dieser chemischen Verbindung aus Thulium – einem Metall der Seltenen Erden – und aus dem Halbmetall Bor. Dabei stellten sie etwas fest, was die Materialwissenschaften einen bedeutenden Schritt voran bringen könnte: Bei sehr tiefen Temperaturen zeigt die Verbindung ausgeprägte Plateaus in der Magnetisierung, und zwar bei Werten, die sich als Brüche der Form  $1/7$ ,  $1/9$ ,  $1/11$  etc. darstellen lassen. „Das erinnert stark an den bekannten fraktionalen Quanten-Hall-Effekt“, meint Siemensmeyer: „Nur dass es sich hierbei um magnetische Erscheinungen handelt!“

Für die Entdeckung des Quanten-Hall-Effekts erhielt der deutsche Physiker Klaus von Klitzing im Jahre 1985 den Nobelpreis für Physik. Er konnte zeigen, dass der elektrische Widerstand in tiefgekühlten Systemen, in denen sich Elektronen nur in einer Ebene bewegen, stufenförmig ansteigt, wenn ein starkes Magnetfeld auf die Ladungsträger einwirkt. Diese Plateaus lassen sich so genau einstellen, dass sie heute Grundlage für den internationalen Standard des elektrischen Widerstands bilden. Zudem lassen sich damit auf einfache Weise Naturkonstanten wie die Elementarladung oder das Plancksche Wirkungsquantum bestimmen, die Ausgangspunkt der modernen Physik sind. Nur wenige Jahre später entdeckte der Deutsche Horst Ludwig Störmer zusammen mit einem amerikanischen Kollegen, dass der Hall-Widerstand sogar gebrochene Werte annehmen kann. Zusammen mit dem Amerikaner Robert B. Laughlin, der dieses Phänomen physikalisch erklären konnte, erhielten sie dafür im Jahre 1998 ebenfalls die begehrte schwedische Medaille. Laughlin macht spezifische Schwingungen in den Festkörpern für diesen so genannten fraktionalen Quanten-Hall-Effekt verantwortlich. Die Anregungen verhalten sich ähnlich wie die von Theoretikern vorhergesagten magnetischen Monopole, die aber noch niemand in „freier Natur“ beobachtet hat. Diese Erklärung hält Siemensmeyer ebenfalls für denkbar. „Es ist aber noch zu früh, um das eindeutig zu behaupten“, meint der Materialforscher. „Dafür braucht es weitere Experimente.“ Andere Experten vermuten, dass sich mit jenen Anregungen dereinst so genannte Quantencomputer bauen lassen. Sie kalkulieren nicht nur mit Einsen und Nullen wie herkömmliche Rechner, sondern lassen ebenso Zwischenwerte zu. Daher



DR. KONRAD SIEMENSMEYER HAT DURCH NEUTRONENSTREUVERSUCHE EINEN INTERESSANTEN EFFEKT IN KOMPLEXEN MATERIALIEN ENTDECKT. FOTO: HZB

können sie viele Aufgaben deutlich schneller erledigen – zum Beispiel das Sortieren umfangreicher Daten oder das Zerlegen großer Zahlen in Primfaktoren, was für Verschlüsselungstechniken wichtig ist. Ein Vorteil wäre, dass die Quanteninformatoren robust in einem festen Körper geschützt wären. Zudem könnte man bei der Herstellung auf das gesamte Szenario der Festkörperphysik zugreifen. Soweit will Siemensmeyer aber noch nicht denken: „Das Ganze ist noch reine Grundlagenphysik“, unterstreicht er. Grundlagenforschung, die mit Sicherheit den Zugang zu einer völlig neuen und spannenden Physik bietet. So manche Überraschung könnte dabei heraus springen.

GERHARD SAMULAT

GSI - Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung

## ELEMENT 112 SOLL „COPERNICIUM“ HEISSEN

Auf der Erde kommen überschwere Elemente nicht mehr vor, sie sind instabil und können nur für kurze Zeit in Beschleunigern erzeugt werden. Dabei ist das GSI-Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung weltweit führend: Hier wurden bereits die Elemente 107, 108, 109, 110 und 111 entdeckt und getauft.

---

„Wir haben uns auf den Namensvorschlag „Copernicium“ für Element 112 geeinigt, um den Astronomen Nikolaus Kopernikus zu ehren, der unser Weltbild nachhaltig geprägt hat.“

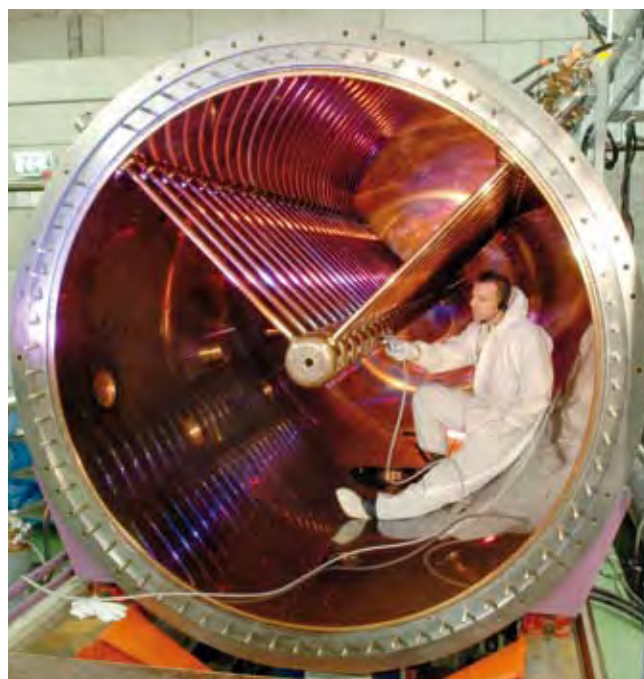
---

Im Frühsommer 2009 hat die zuständige IUPAC-Kommission nun auch die Entdeckung von Element 112 am GSI anerkannt. Bereits 1996 hatte Prof. Dr. Sigurd Hofmann mit einem internationalen Team aus 21 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern am UNILAC-Beschleuniger des GSI ein Atom des Elements 112 nachweisen können. In weiteren Experimenten im Beschleunigerlabor RIKEN in Japan wurden seitdem weitere superschwere 112-Atome erzeugt, die die GSI-Entdeckung bestätigten. Als Entdecker dürfen Hofmann und seine Kollegen vorschlagen, welchen Namen das neue Element tragen

soll. „Wir haben uns auf den Namensvorschlag ‚Copernicium‘ für Element 112 geeinigt, um den Astronomen Nikolaus Kopernikus zu ehren, der unser Weltbild nachhaltig geprägt hat“, sagt Hofmann.

Zur Erzeugung des Elements 112 schießen die Wissenschaftler Zink-Ionen mit dem 120 Meter langen GSI-Teilchenbeschleuniger auf eine Folie aus Blei. Durch Kernfusion verschmelzen die beiden Atomkerne der Elemente Zink und Blei zu einem Atomkern des neuen Elements. Es besitzt die so genannte Ordnungszahl 112, daher der vorläufige Name „Element 112“. Die Ordnungszahl steht für die Anzahl der Protonen, die sich im Atomkern befinden. Umkreist wird der Atomkern von 112 Elektronen, welche die chemischen Eigenschaften des neuen Elements bestimmen.

GSI



BLICK IN DEN 120 METER LANGEN LINEARBESCHLEUNIGER DES GSI.  
Foto: G. Otto, GSI

# FORSCHUNGSBEREICH LUFTFAHRT, RAUMFAHRT UND VERKEHR



PROF. DR. JOHANN-DIETRICH WÖRNER  
Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Koordinator für den Forschungsbereich Luftfahrt,  
Raumfahrt und Verkehr, Deutsches Zentrum für  
Luft- und Raumfahrt

## DIE AUFGABE

Mobilität, Kommunikation und Information sind für moderne Volkswirtschaften unverzichtbar, bringen aber auch Risiken mit sich wie Umweltbelastungen, Unfallgefahren, Sicherheitsprobleme und zunehmende Engpässe auf den Verkehrswegen. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Forschungsbereichs Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr greifen diese Herausforderungen auf. Sie erarbeiten neue Konzepte sowie technische Problemlösungen und beraten politische Entscheidungsträger. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt ist das einzige Zentrum im Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr. Gleichzeitig ist es das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Im Auftrag der Bundesregierung ist das DLR als Deutsche Raumfahrtagentur zudem für die Konzeption und Durchführung der Forschung im Rahmen des nationalen Raumfahrtprogramms und die Beiträge zur Europäischen Weltraumorganisation ESA zuständig. Die insgesamt 13 Standorte des DLR in verschiedenen Bundesländern sind intensiv mit Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen vernetzt. Zugleich kooperiert das DLR eng mit anderen For-

schungszentren in der Helmholtz-Gemeinschaft, insbesondere in den Forschungsbereichen Energie sowie Erde und Umwelt. Im Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr wurden neue Kooperationen vereinbart und bestehende intensiviert sowie neue Großanlagen in Betrieb genommen. Die Atmosphärenforschung erhielt mit HALO (High Altitude and Range Research Aircraft) eine exzellente Forschungsplattform. Das deutsche Radar-Auge im All, der Satellit TerraSAR-X, ging ins zweite erfolgreiche Betriebsjahr, im Herbst 2009 wird sein Begleiter TandDEM-X folgen.

Am DLR-Standort Braunschweig ging ein Hochleistungsrechner, das Kernstück des Center for Computer Applications in AeroSpace Science and Engineering (C2A2S2E), in Betrieb. In der Helmholtz-Allianz „Planetenentwicklung und Leben“ arbeiten sechs DLR-Institute mit zwölf Partnern überwiegend aus dem universitären Bereich zusammen, um Voraussetzungen für die Evolution von lebendigen Organismen auf anderen Planeten zu untersuchen. Darüber hinaus wurde mit der Technischen Universität Hamburg-Harburg das Institut für Lufttransportkonzepte und Technologiebewertung gegründet.

Der Forschungsbereich Verkehr und Weltraum wurde im Rahmen der Programmorientierten Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft zu Beginn des Jahres 2008 begutachtet und ab 1. Januar 2009 in Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr umbenannt. Der vorliegende Helmholtz-Geschäftsbericht gibt einen Überblick über die bisherige Struktur und Aufgabenstellung des Forschungsbereichs im Berichtszeitraum bis Ende 2008 und stellt die strategische Ausrichtung der drei Forschungsprogramme in den kommenden Jahren vor. Erläutert werden die bisherige und die neue Struktur durch eine Übersicht über die Mittelverteilung im Jahr 2008 sowie die Mittelverteilung ab dem kommenden Jahr 2010. Ab 2010 befinden sich alle sechs Forschungsbereiche in der zweiten Förderperiode.

## DIE PROGRAMMSTRUKTUR IN DER FÖRDERPERIODE 2003–2008\*

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler forschen und kooperieren in drei Programmen:

- **Luftfahrt**
- **Weltraum**
- **Verkehr**

Prägend für ihre Arbeit ist die thematische und organisatorische Integration unter dem Dach des DLR. Forscherinnen und Forscher in allen drei Programmen können so direkt auf gemeinsam benötigte Kernkompetenzen zugreifen. Beispiele hierfür sind Aerodynamik, Strukturen und Materialien, Kommunikation, Navigation und Mechatronik. Synergien werden darüber hinaus an den Schnittstellen von Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr genutzt, etwa bei der luft- und raumgestützten Fernerkundung.



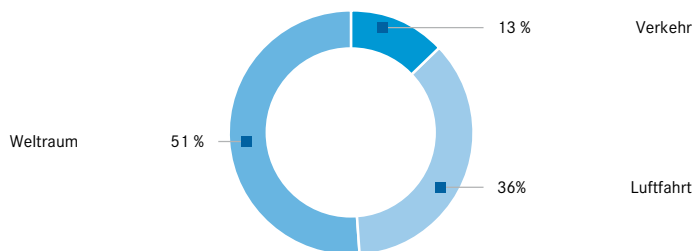
„Das größte und umweltfreundlichste Passagierflugzeug der Welt, der Airbus A 380, ist in internationaler Zusammenarbeit, basierend auch auf den Forschungsleistungen des Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt, einem Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft, entwickelt worden. Ein eindrucksvoller Beweis für die erfolgreiche Verbindung von Grundlagen- und angewandter Forschung mit gesellschaftlichem und wirtschaftlichem Nutzen.“

**DR. DETLEF MÜLLER-WIESNER**  
Senator der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Senior Vice-President, Chief Operating  
Officer Innovation und CTO Deputy  
Corporate Technical Office EADS-Surenes,  
France

\*Im Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr begann die erste Förderperiode 2003, die um ein Jahr bis 2008 verlängert wurde.

Die Struktur des Forschungsbereichs Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr\*  
 Grundfinanzierte Kosten 2008: 215 Mio. Euro

Zusätzlich erhält der Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr\* 196 Mio. Euro Drittmittel. Damit stehen ihm Gesamtmittel i.H.v. 411 Mio. Euro zur Verfügung.



\*bis zum 31.12.2008 Verkehr und Weltraum

## DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2003–2008\*

### Das Programm Luftfahrt

Die Luftfahrtindustrie ist durch die europäische Integration geprägt. Deshalb wurde im Programm die Vernetzung mit europäischen Partnern vorangetrieben, insbesondere mit den französischen und niederländischen Partnerorganisationen ONERA und NLR. Im Vordergrund stehen die Weiterentwicklung von Transportflugzeugen in Zusammenarbeit mit ONERA, Verbesserungen in der Flugführungstechnologie in Kooperation mit NLR und die Erweiterung des DLR-NLR-Windkanalverbundes um die ONERA-Windkanäle. Die Forschung dient folgenden Zielen: Steigerung der Sicherheit, Reduktion von Fluglärm und Emissionen, Erhöhung der Wirtschaftlichkeit und Steigerung der Leistungsfähigkeit des Lufttransportsystems. In der Kooperation DLR/ONERA Aircraft Research sind die Arbeiten an Starrflügelflugzeugen gebündelt. Bei der Hubschrauber-Forschung in der Kooperation DLR/ONERA Rotorcraft Research geht es insbesondere darum, auch bei schwierigen Wetterbedingungen einen sicheren Flugbetrieb zu ermöglichen, den Einsatzbereich zu erweitern und die Umweltverträglichkeit dieses Flugverkehrssystems zu verbessern. Ein weiteres Thema ist der effiziente und umweltfreundliche Antrieb. Die Forschung zum Programmthema „Sichere und effiziente Luftverkehrsführung“ konzentriert sich auf das Gebiet des Air Traffic Managements, vor allem für den Flughafennahbereich. Im Zentrum des Querschnittsthemas „Luftverkehr und Umwelt“ stehen Arbeiten zum schadstoffarmen und leisen Luftverkehr, zu Wirbelschleppen sowie zur Anwendung von Brennstoffzellen in Flugzeugen. Im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) geförderten Projektes ELBASYS wurde eine Brennstoffzelle in das DLR-Forschungsflugzeug Airbus A320 ATRA integriert. Abgeschlossen wurde das

Forschungsprojekt „Lärmoptimierte An- und Abflugverfahren“ (LANAb). Als Partner des EU-Projekts VITAL konnte die Luftfahrtforschung des DLR die Kohlendioxid-Emission von Triebwerken um etwa sieben Prozent und den Lärm um sechs Dezibel reduzieren. Die Firma Snecma entwickelte das Konzept eines gegenläufigen, langsam drehenden Schaufelrades, eines so genannten Fans, für ein Triebwerk mit hohem Nebenstromverhältnis.

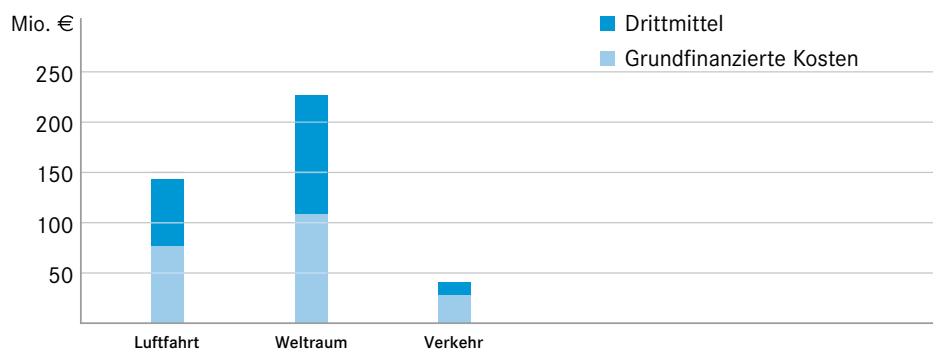
### Das Programm Weltraum

Raumfahrt in Deutschland bedeutet Forschung und Entwicklung zum direkten Nutzen für die Menschen und Inspiration für die Zukunft zugleich. Langfristig lassen sich die Lebensgrundlagen der Menschheit in einer sich verändernden Welt nur sichern, wenn geeignete Daten und Informationen über die Erde und das Geschehen auf ihr vorliegen. Hierbei spielt Raumfahrt eine wichtige Schlüsselrolle. Gleichzeitig verändert Raumfahrtforschung auch das Bild der Erde und der Welt jenseits unseres Planeten. Wie entstand das Universum? Gibt es Leben außerhalb der Erde? Wie beeinflussen die Weltraumbedingungen biologische und physikalische Prozesse?

Die strategischen und politischen Raumfahrtziele Deutschlands werden in einem integrierten Raumfahrtprogramm umgesetzt. Ein Highlight in der Erdbeobachtung war die Entwicklung und Inbetriebnahme von TerraSAR-X und die Entscheidung, einen weiteren nahezu baugleichen Satelliten TanDEM-X in einer Public-Private-Partnership zu realisieren. TanDEM-X soll in engem Formationsflug mit TerraSAR-X die Erde umkreisen. Während TerraSAR-X bereits seit 2007 hervorragende Bilder für zahlreiche Anwendungen in Umweltforschung und Landschaftsplanung liefert, soll TanDEM-X im Herbst 2009 in die Umlaufbahn

\*Im Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr begann die erste Förderperiode 2003, die um ein Jahr bis 2008 verlängert wurde.

### Gesamtkosten des Forschungsbereichs Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr\* (2008)



\*bis zum 31.12.2008 Verkehr und Weltraum

gebracht werden. Das DLR leitet zudem das Europäische „Network of Excellence in Satellite Communication“. Vorangebracht wurden weiterhin die Vorarbeiten für das Satellitennavigationssystem Galileo und dessen Anwendungen.

In den vergangenen Jahren beteiligte sich das DLR an internationalen Missionen wie Cassini (Saturnsystem), Venus Express, CoRoT (Suche nach extrasolaren Planeten), DAWN (Mission zu zwei Asteroiden), Bepicolombo zum Merkur sowie Mars Express und Rosetta. Im ProgrammtHEMA Forschung unter Weltraumbedingungen wurden sowohl materialwissenschaftliche als auch lebenswissenschaftliche Fragestellungen unter Schwerelosigkeit in Parabelflügen, Höhenforschungsraketen und auf der internationalen Raumstation untersucht.

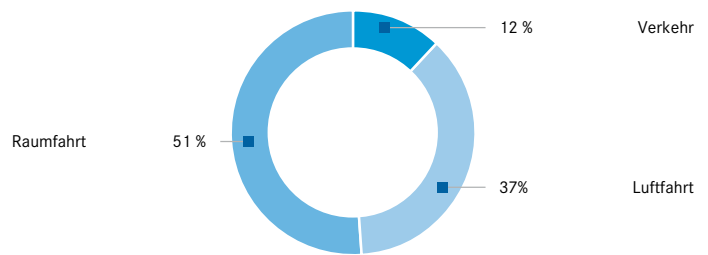
Um die internationale Wettbewerbsfähigkeit des europäischen Trägers zu gewährleisten, sind Schlüsseltechnologien für Trägersysteme unverzichtbar. Deshalb wurde in den letzten Jahren intensiv zu Raumfahrtantrieben, hochbelastbaren Strukturen, innovativen Kühlkonzepten auch für Antriebssysteme, numerischen Simulationen sowie Modellierung und Flugführung geforscht. Das ProgrammtHEMA Technik für Raumfahrtsysteme schafft die Grundlage zukünftiger Raumfahrtsysteme und Missionen durch Entwicklung und Bereitstellung innovativer Technologien. Dazu stellt das DLR eine Auswahl von Technologie-Komponenten zur Verfügung. Hierzu zählen Forschungsleistungen zu robotischen Einsätzen beispielsweise für Reparaturen im Weltraum um die Lebensdauer von Satelliten im Orbit zu verlängern, innovative Betriebstechnologien, Entwicklung und Qualifizierung von neuen Satellitenkomponenten und der Beitrag zum „On-Orbit Verifikation“-Testprogramm des Nationalen Raumfahrtprogramms.

### Das Programm Verkehr

Das derzeit existierende Verkehrssystem ist bereits überlastet, und der Verkehr nimmt weiter zu. Diese Überbeanspruchung gefährdet perspektivisch die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen und europäischen Wirtschaft. Das hohe Verkehrsaufkommen belastet aber auch die Umwelt, mindert die Lebensqualität und erhöht die Unfallrisiken. Das Programm Verkehr orientiert sich deshalb an drei übergeordneten Zielen: Mobilität sichern, Umwelt und Ressourcen schonen, Sicherheit erhöhen. Um diese Ziele zu erreichen, entwickelt das DLR Lösungsansätze für bodengebundene Fahrzeuge, Verkehrsmanagement und das Verkehrssystem. Dabei wird Verkehrsexpertise mit Kompetenzen aus Luft- und Raumfahrt sowie Energie verknüpft.

Zentrale Themen bei der Entwicklung von Straßen- und Schienenfahrzeugen der nächsten Generation sind die Optimierung von Fahrzeugstrukturen und Energiesystemen, die Verminderung von Fahrwiderständen und Verschleiß, die Erhöhung des Komforts und zugleich die Reduzierung der Umweltbelastung. Individualisierte Assistenzsysteme sollen die Sicherheit weiter erhöhen und Verkehrsteilnehmer situationsbezogen unterstützen. Neuartige Lösungen zum Straßen- und Schienenverkehrs- sowie Flughafenmanagement sollen die Effizienz der Infrastrukturnutzung verbessern. Spezielle Verkehrsmanagement-Informationen und maßgeschneiderte Entscheidungshilfen greifen die Bedürfnisse von Einsatzkräften bei Großereignissen und Katastrophen auf.

Die Struktur des Forschungsbereichs Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr  
 Grundfinanzierte Kosten Plan 2010\*: 255 Mio. Euro  
 (inklusive der anteiligen Programmungebundenen Forschung)



\*Zweites Jahr der neuen Programmförderperiode 2009–2013

## DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2009–2013

Die Symbiose der Programme Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr in einem Forschungszentrum ist in der europäischen Wissenschaftslandschaft einzigartig. Diese Position wird in den kommenden Jahren weiter ausgebaut. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt ist dabei in die nationale, europäische und internationale Forschungslandschaft eingebettet und hervorragend vernetzt. Hierzu gehört auch die Kooperation mit anderen Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft in den Forschungsbereichen Energie, Erde und Umwelt, Gesundheit und Schlüsseltechnologien. Nach der Begutachtung durch internationale Experten im Jahr 2008 sollen in der aktuellen Periode 2009 bis 2013 der Programmorientierten Förderung weitere Fortschritte auf den Gebieten Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr erreicht werden, die einen Beitrag zur Lösung der aktuellen und künftigen Herausforderungen leisten.

### Luftfahrt

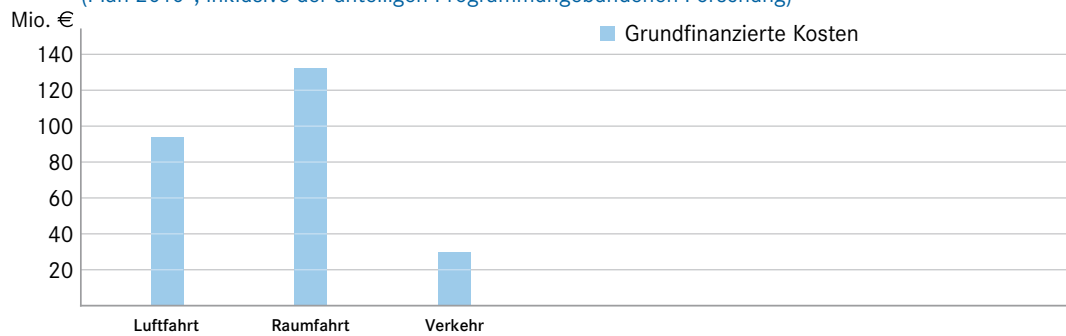
Die DLR-Luftfahrtforschung hat die Aufgabe, die Wettbewerbsfähigkeit der nationalen und der europäischen Luftfahrtindustrie und Luftverkehrswirtschaft zu stärken und den Anforderungen

von Politik und Gesellschaft nachzukommen. Die wichtigsten Ziele basieren auf der Forschung der ersten Runde der Programmorientierten Förderung und führen diese in wesentlichen Zügen fort: Forschung, um die Leistungsfähigkeit des Lufttransportsystems zu steigern, Fluglärm und schädliche Emissionen zu reduzieren und die Sicherheit zu garantieren. Diese Ziele werden im Rahmen der europäischen Zusammenarbeit im Netzwerk EREA angestrebt. Die Forschung in diesen fünf Forschungsfeldern findet mit Hilfe von besonders ausgerüsteten Forschungsflugzeugen statt. Zu nennen sind hier vor allem die Forschungsflugzeuge HALO und ATRA.

### Raumfahrt

Im Helmholtz-Programm Raumfahrt explorieren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nicht nur das Sonnensystem und den Kosmos, sie entwickeln die Raumfahrt auch weiter, erarbeiten technische Lösungen für Transporter und Lander und bereiten konkrete Missionen vor. All dies geschieht in Kooperation mit Partnern aus Industrie, Forschungseinrichtungen, Universitäten, Ämtern und staatlichen Einrichtungen.

### Grundfinanzierte Kosten des Forschungsbereichs Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr (Plan 2010\*, inklusive der anteiligen Programmungebundenen Forschung)



\*Zweites Jahr der neuen Programmförderperiode 2009–2013

Damit ist das Helmholtz-Programm Raumfahrt ein zentrales Bindeglied zwischen allen an der Raumfahrt beteiligten Akteuren. Die Ziele für die nächsten fünf Jahre basieren auf den Ergebnissen und Herausforderungen, die die erste Programmperiode gebracht hat. In der Erdbeobachtung bilden die nationalen Missionen TerraSAR-X, TanDEM-X und EnMAP, die Missionen von ESA und EUMETSAT und die europäische GMES-Initiative einen Schwerpunkt. Für die Satellitenkommunikation wird der Einsatz von optischen Verbindungen bis hin zur Schaffung eines satellitenbasierten Terrabits/s Transport- und Verteilnetzes erforscht und entwickelt. Bei der Satellitennavigation stehen der Aufbau von Galileo und die Entwicklung von Anwendungen im Mittelpunkt. Die Forschung unter Schwerelosigkeit, insbesondere auf der ISS, die vor ihrer vollen Nutzungsphase steht, bringt neue Erkenntnisse in den Material- und Lebenswissenschaften. Die zukünftige Nutzung der Raumfahrt für Wissenschafts-, Anwendungs-, Touristik- und Technologiemissionen verlangt neue Schlüsseltechnologien, um einen wirtschaftlichen und sicheren Raumtransport zu ermöglichen. Solche Schlüsseltechnologien werden im DLR erforscht.

#### Verkehr

Die Mobilität von Personen und Gütern ist ein Eckpfeiler unserer Volkswirtschaft. Sie effizient, sicher und umweltverträglich zu gestalten, ist die zentrale Herausforderung. In Anbetracht der stetig wachsenden Nachfrage greifen singuläre ad-hoc-Lösungen jedoch zu kurz. Es gilt vielmehr, sowohl für einzelne Verkehrsmodi als auch für das multimodale Transportsystem langfristig tragende Ansätze zu verfolgen, die ökonomische, gesellschaftliche und ökologische Bedürfnisse berücksichtigen. Das DLR setzt mit seinen Forschungsbeiträgen zu den Themen Straßen- und Schienenfahrzeuge, Verkehrsmanagement und Verkehrssystem genau hier an. Ermöglicht wird dies durch die gezielte Verknüpfung innovativer Ideen und spezifischer Expertisen von Forscherinnen und Forschern in mehr als 20 DLR-Instituten.



## PROJEKTE

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

### WISDOM: WISSEN À LA CARTE

Der Mekong ist einer der größten Flüsse der Erde, und sein Delta erstreckt sich über rund 40.000 Quadratkilometer im Südwesten Vietnams. Touristen erleben das Mekong-Delta als fruchtbares Land, von unzähligen Wasserstraßen durchzogen, auf denen die Menschen in Booten ihren alltäglichen Geschäften nachgehen. Die Märkte quellen über von tropischen Früchten, drei Reisernten pro Jahr und Aquakulturen für Garnelen und Pangasius sichern einen bescheidenen Wohlstand. Doch das Idyll ist gefährdet, jährlich gibt es starke Überschwemmungen, die Mangrovenwälder verschwinden, die biologische Vielfalt nimmt rapide ab, die Böden versalzen, und Trinkwasser wird knapper. Mit dem Informationssystem WISDOM (Water related Information System for the Sustainable Development of the Mekong Delta Vietnam) sollen vietnamesische Behörden diese Entwicklungen besser überblicken und nachhaltige Lösungen für das Management knapper Ressourcen entwickeln können. Dr. Claudia Künzer vom Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) koordiniert das große Projekt, an dem 60 Wissenschaftler und 15 Doktoranden aus 18 deutschen und vietnamesischen Forschungszentren und Universitäten arbeiten.

Die Gründe für die zunehmenden Probleme sind komplex: Die Bevölkerung wächst, aber auch der Klimawandel und der Staudambau durch Anrainerstaaten spielen eine Rolle. Extremereignisse wie besonders große Überschwemmungen und starke Dürren folgen häufiger als früher direkt aufeinander, zeigen Zeitreihen der letzten 70 Jahre aus dem Helmholtz-Zentrum GFZ. Und weil das gesamte Delta Geländehöhen von nur wenigen Metern über dem Meeresspiegel aufweist, wirkt sich bereits ein geringer Anstieg des Meeresspiegels deutlich aus: Das eindringende Meerwasser führt zur Versalzung der Böden, die intensivere landwirtschaftliche Nutzung belastet das Wasser mit Pestizidrückständen und Düngemitteln.

„Unser Ziel ist ein nutzerfreundliches Informationssystem in vietnamesischer Sprache, das nicht nur Behörden in der Haupt-

stadt, sondern auch Entscheidungsträger in den Delta-Provinzen ohne besondere Ausbildung nutzen können“, sagt Künzer. „Wir erklären das am Beispiel eines Restaurants. Im Keller werden die Zutaten angeliefert, also die Daten, die in Datenbanken eingepflegt werden. Im Erdgeschoß wird gekocht, die Daten werden durch versteckte Datenbankabfragen und Algorithmen zu Karten und Statistiken verarbeitet, die einen Mehrwert bieten. Und im ersten Stock bekommt der Gast dann sein Menü à la Carte, nämlich die Informationen, die er bestellt hat.“ Zum Beispiel: Welche Gebiete in einer bestimmten Region sind besonders stark von Überschwemmungen betroffen? Wie dicht sind diese Gebiete besiedelt, und was wird dort angebaut? Dahinter steckt Wissen aus zehn verschiedenen Disziplinen, von Hydrologie über Soziologie bis zur Fernerkundung mit Satelliten, Künzers eigenem Spezialgebiet. Die Wissenschaftler messen Wasserstand und Wasserqualität, erfassen die Landnutzung und erfragen vor Ort Bildungsstand und Lebensweise. „Alle Doktoranden und viele Wissenschaftler sind im Delta unterwegs, um vor Ort Messkampagnen durchzuführen und die Menschen zu befragen, zum Beispiel danach, ob sie Regenwasser sammeln, oder wie sie das Trinkwasser reinigen“, berichtet Künzer. Diese Befragungen führen die deutschen und vietnamesischen Doktoranden gemeinsam durch.

---

„Unser Ziel ist ein nutzerfreundliches Informationssystem in vietnamesischer Sprache, das Entscheidungsträger in den Delta-Provinzen ohne besondere Ausbildung nutzen können“

---

Eine wichtige Datengrundlage liefern Erdbeobachtungssatelliten wie der Radarsatellit TerraSAR-X, der vom DLR betreut wird. TerraSAR-X erfasst das Ausmaß der Überflutung, die Besiedlungsdichte und das Straßennetz. Dazu kommen weitere Daten von Satelliten wie MODIS, LANDSAT, SPOT, Quickbird, ALOS und ENVISAT. GFZ-Wissenschaftler haben ein Sensornetzwerk aufgebaut, das den lokalen Wasserstand sowie Sedi- ment- und Salzgehalt an eine Feldstation funkt. Dazu kommen die Ergebnisse der Vor-Ort-Recherchen, die ebenfalls in die Datenbanken eingepflegt werden. „Das Projekt verbessert auch die Zusammenarbeit unter den vietnamesischen Akteuren, die



WASSER PRÄGT LANDSCHAFT UND WIRTSCHAFT IM MEKONG-DELTA IN VIETNAM. DIES IST FÜR DIE PLANUNG ENTSCHEIDEND. FOTO: DLR

bislang nicht immer voneinander wussten. Viele merken erst durch die Workshops mit uns, wie wichtig es ist, Wissen nicht für sich zu behalten, sondern zu teilen“, sagt Künzer. Die komplexe Dateninfrastruktur hinter dem WISDOM-Projekt integriert ständig neue Informationen in die vorhandenen Karten und Daten. Für den Endnutzer ist die Bedienung ähnlich intuitiv wie bei „Google Earth“: Per Mausklick lassen sich für die ausgewählten Gebiete Karten mit unterschiedlichen Daten übereinanderlegen, dazu können zusätzliche Informationen und Fotos der Testgebiete abgerufen werden – Wissen à la Carte. In einer möglichen Folgephase des Projekts (2010 bis 2013) soll das WISDOM-Informationssystem an die vietnamesischen Partner übergeben und in Vietnam implementiert werden, schon jetzt interessieren sich andere Länder für das System, das leicht übertragen werden kann. ANTONIA RÖTGER [www.wisdom.caf.dlr.de](http://www.wisdom.caf.dlr.de)

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

## SPEZIALFLUGZEUG FÜR DIE ATMOSPHÄRENFORSCHUNG

„Die Ausstattung mit eigens entwickelten Messinstrumenten und die enorme Leistungsfähigkeit des Forschungsflugzeugs HALO sind weltweit einzigartig“, sagt Dr. Helmut Ziereis, der die Arbeiten um HALO am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt koordiniert. HALO steht für „High Altitude and Long Range Research Aircraft“. Mit einer Flughöhe von über 15 Kilometern und einer Reichweite von über 10.000 Kilometern kann HALO Messungen in der oberen Troposphäre und unteren Stratosphäre durchführen und das auch in extrem abgelegenen Regionen. Diese Regionen waren zuvor nur durch Mess-Sonden punktuell erreichbar. Seit Jahren haben DLR-Experten am Standort Oberpfaffenhofen die ersten Missionen vorbereitet, in enger Zusammenarbeit mit Partnern aus den Helmholtz-Forschungszentren in Karlsruhe, Jülich und Potsdam, Max-Planck-Instituten, Hochschulen und der Leibniz Gemeinschaft.

Die Atmosphärenforscher wollen chemische Reaktionen, Transportprozesse und Wolkenbildung in der Troposphäre erfassen und analysieren. Diese Prozesse entscheiden nicht nur über die globale Luftverschmutzung und den Ozonabbau, sondern fließen auch in Klimamodellierungen ein.

Mit HALO sollen auch die großräumigen Konvektionsströme untersucht werden, die das regionale Wettergeschehen bestimmen und die sich mit dem Klimawandel deutlich verändern. Auch die Auswirkungen von Flugzeugen, die in großen Höhen fliegen, sind bislang kaum untersucht, zum Beispiel die Frage, ob und wie Kondensstreifen in der oberen Troposphäre die Eiswolkenbildung fördern.

„Bevor HALO allerdings für die Wissenschaft abheben kann, müssen zunächst die komplexen Außenbauten am Flugzeug, die wichtige Messgeräte enthalten, im Flug erprobt und zugelassen werden“, so Ziereis. Diese Prüfungen finden im Herbst 2009 statt, ab 2010 kann HALO für die Forschung fliegen. ARÖ

[www.halo.dlr.de](http://www.halo.dlr.de)



ZURZEIT WERDEN ALLE MESSGERÄTE NOCH GRÜNDLICH ÜBERPRÜFT UND GETESTET. Photo: DLR

DIESE AUFNAHME DER GOLDEN GATE-BRÜCKE AM EINGANG ZUR BUCHT VON SAN FRANCISCO DEMONSTRIERT DIE AUSSERORDENTLICH HOHE GENAUIGKEIT DER TERRASAR-X-BILDER. BILD: DLR

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

## RADARSATELLIT SIEHT DURCH WOLKEN

Seit mehr als zwei Jahren beobachtet der Satellit TerraSAR-X die Erde. Das dem Lateinischen entlehnte Terra steht für Erde, SAR für die Radartechnologie – Synthetic Aperture Radar – und X für den Frequenzbereich im X-Band. Mit der Radartechnologie kann der Satellit auch bei Bewölkung und Dunkelheit Daten der Erdoberfläche erfassen. Die Aufnahmen sind begehrt bei Wissenschaftlern wie bei kommerziellen Nutzern. „TerraSAR-X ist Deutschlands erster Radarsatellit und zugleich der erste nationale Fernerkundungssatellit, der in öffentlich-privater Partnerschaft zwischen dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und der Astrium GmbH aus Friedrichshafen realisiert wurde“, erklärt DLR-Vorstandsvorsitzender Prof. Dr. Johann-Dietrich Wörner. „Deutschland ist hiermit Vorreiter bei gemeinschaftlich von öffentlicher Hand und Industrie durchgeführten Weltraummissionen“, betont er. Das DLR ist verantwortlich für die Planung und Durchführung der Mission, für die Steuerung des Satelliten und des Radarinstruments sowie für die wissenschaftliche Nutzung der TerraSAR-X-Daten.

---

„Deutschland ist hiermit Vorreiter bei gemeinschaftlich von öffentlicher Hand und Industrie durchgeführten Weltraummissionen.“

---

Seit dem Start von TerraSAR-X wurden vom Missionskontrollzentrum des DLR mehr als 35.000 Radaraufnahmen der Erdoberfläche angefertigt und zu rund 50.000 hochwertigen Produkten verarbeitet. Weil die räumliche Auflösung deutlich unter einem Meter liegt, ist es auch möglich, zwei zeitversetzte Aufnahmen einer Szene vollautomatisch pixelgenau zu überlagern. Und dies ergibt spannende Bilder, bei denen Veränderungen sichtbar werden: Die radiometrische Genauigkeit sowie die sehr gute Stabilität des Radarinstruments tun ihr Übriges dazu, dass die Anwender begeistert sind, sei es in Land- oder Forstwirtschaft, bei der Landnutzung oder Vegetationsbeurteilung, bei der Beobachtung

städtischer Gebiete oder der Kartografie. Auch die Eisforschung oder maritime Anwendungen profitieren von diesen Daten. Bereits mehrfach wurden die so gewonnenen Informationen von internationalen Behörden zur Unterstützung des Krisenmanagements nach Naturkatastrophen eingesetzt. Überflutungsgebiete wurden kartiert, Schäden nach Erdbeben abgeschätzt. Als beispielsweise wochenlange Regenfälle Anfang November 2007 in den mexikanischen Bundesstaaten Tabasco und Chiapas zu verheerenden Überschwemmungen führten und eine Million Menschen obdachlos wurden, unterstützte das DLR-Zentrum für Satellitengestützte Kriseninformation die mexikanische Zivilschutzbehörde mit Satellitenbildkarten der Überschwemmungsgebiete. Auch zur Verkehrsbeobachtung können TerraSAR-X-Daten herangezogen werden. Dazu hat das DLR bereits ausgewählte Autobahnabschnitte in Deutschland, Österreich, der Schweiz

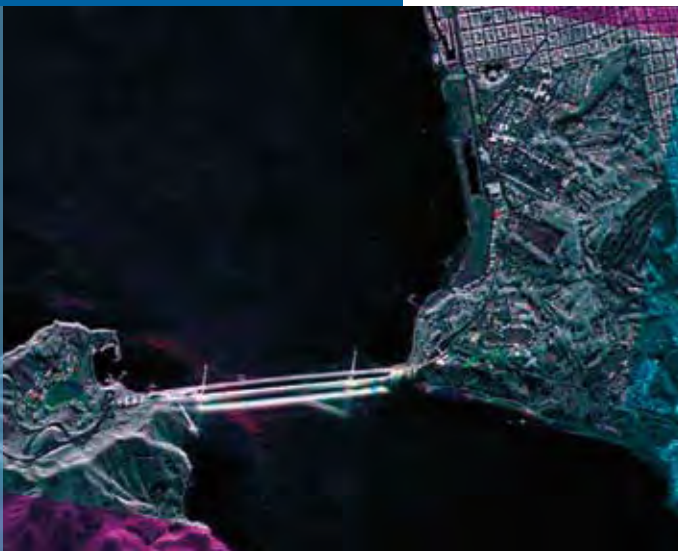
---

„Wir können auf diese Weise die mittlere Geschwindigkeit entlang von Autobahntrassen messen und daraus die augenblickliche Reisezeit zwischen Verkehrsknotenpunkten ermitteln.“

---

sowie in Kalifornien aufgenommen. Gegenüber stationären Messverfahren können mit dem Satelliten Verkehrsinformationen ohne jegliche Installationen am Boden gewonnen werden, und das wetterunabhängig und grenzüberschreitend. Die Anwendung ist nicht nur auf das Erkennen von Staus beschränkt. „Wir können auf diese Weise die mittlere Geschwindigkeit entlang von Autobahntrassen messen und daraus die augenblickliche Reisezeit zwischen Verkehrsknotenpunkten ermitteln“, erläutert Hartmut Runge vom DLR-Institut für Methodik der Fernerkundung. Mit Hilfe dieser Daten könnten Anbieter von Verkehrsinformationsdiensten die mit herkömmlichen Methoden gewonnenen Daten verifizieren und Lücken in ihrem Informationsnetzwerk schließen.

Am Beispiel einer spektakulären Aufnahme der Golden Gate Brücke am Eingang zur Bucht von San Francisco wird die außerordentlich hohe Lokalisierungsgenauigkeit der TerraSAR-X-Bilder deutlich: Im Bild sind sogar Spiegelungen der Brücke an der Wasseroberfläche zu sehen, die durch Reflexion des Radarsignals zwischen Brücke und Wasseroberfläche zu Stan-



de kommen. Selbst die beiden Hauptkabel mit einem Durchmesser von 0,92 Metern und die Hänger in einem Abstand von 15 Metern sind zu erkennen. Durch die Überlagerung dreier unterschiedlich farbkodierter Bilder, die zu verschiedenen Zeitpunkten aufgenommen wurden, erscheinen Veränderungen, die zwischen diesen Aufnahmen stattfanden, farbig. Alle unveränderten Bildbereiche sind grau.

Im Oktober 2009 soll ein zweiter, nahezu baugleicher deutscher Radarsatellit, TanDEM-X, vom russischen Weltraumbahnhof Baikonur aus starten. Das deutsche Doppel wird dann in einer engen Formation mit Abständen zwischen einigen Kilometern und 200 Metern fliegen. Dabei tanzt der neue Satellit TanDEM-X gleichsam um TerraSAR-X. Zusammen können die beiden Satelliten dreidimensionale Datenprodukte liefern, die zu einem globalen, digitalen Höhenmodell aller Landmassen der Erdoberfläche mit bislang unerreichter Genauigkeit führen.

CORDULA TEGEN

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

## 200 WATT ELEKTRISCHE LEISTUNG AUS ABGASWÄRME

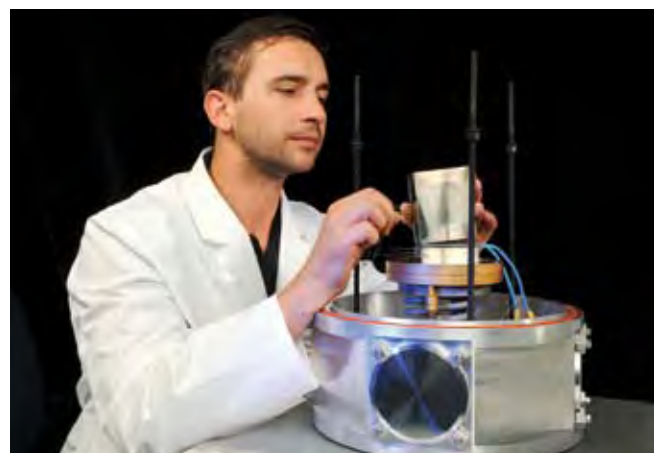
Die Abwärme von Autoabgasen verpufft zurzeit ungenutzt, die Bordelektrik wird aus der Autobatterie gespeist. „Hier liegt eine stille Reserve, wir könnten die Abwärme nutzen und in Strom umwandeln“, erklärt Dr. Wolf Eckhard Müller, Gruppenleiter am Institut für Werkstoff-Forschung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt. Denn eine Temperaturdifferenz zwischen zwei unterschiedlichen Metallen oder Halbleitermaterialien kann über den so genannten Seebeck-Effekt eine elektrische Spannung erzeugen. Solche thermoelektrischen Generatoren oder kurz TEGs erzeugen zum Beispiel in Weltraumsonden Strom aus der Zerfallshitze eines radioaktiven Isotops, die dort verwendete Technik ist jedoch teuer und ungeeignet für den Straßenverkehr. „Uns geht es darum, diese Technologie vom Himmel auf die Erde zu holen, wir arbeiten dafür an preisgünstigen und unbedenklichen thermoelektrischen Generatoren,

die die Abwärme nutzen, die ohnehin entsteht“, sagt Müller. Der erste Schritt ist schon geschafft: In Zusammenarbeit mit den DLR-Experten hat der Autohersteller BMW Group bereits ein Versuchsfahrzeug mit einem TEG ausgestattet, der aus der Abgaswärme etwa 200 Watt Leistung für die Bordelektrik erzeugen kann. Dieser TEG, der direkt in den Abgasstrang integriert wurde, enthält die Verbindung Bismutellurid, die bis zu Temperaturen von ca. 250 Grad Celsius in TEG Strom erzeugen kann.

„Wir rechnen mit bis zu fünf Prozent Spritersparnis.“

Die meiste Abwärme von Motoren und Energieanlagen – ob im Verkehr oder in der Industrie – fällt jedoch mit 400 bis 500 Grad Celsius bei deutlich höheren Temperaturen an. Die DLR-Werkstoffexperten forschen daher bereits an völlig neuen Materialklassen wie Chalkogeniden, Skutteruditen, Siliziden und Clathraten, meist in Form von Mischkristallen und Nanomaterialien. Dabei haben sie schon im Labor die spätere Massenproduktion im Blick und arbeiten auch an neuen Herstellungs- und Kontaktierungsverfahren. „Wir rechnen mit bis zu fünf Prozent Spritersparnis durch solche verbesserten thermoelektrischen Generatoren“, erklärt Müller.

ARÖ



MIT DEM TESTSTAND WIRD DER WIRKUNGSGRAD EINES THERMOELEKTRISCHEN GENERATORS BESTIMMT. Foto: DLR

# WISSENSCHAFTSPREIS DES STIFTERVERBANDS – ERWIN SCHRÖDINGER-PREIS 2009

## JÜLICHER TITAN: PORÖS UND TROTZDEM STARK

Für die Entwicklung eines innovativen Werkstoffes für Wirbelsäulenimplantate werden in diesem Jahr Jülicher Materialforscher und ein Experte der Schweizer Medizintechnikfirma Synthes geehrt. Sie teilen sich den Wissenschaftspreis des Stifterverbands – Erwin Schrödinger-Preis. Der Preis ist mit 50.000 Euro dotiert und wurde auf der Helmholtz-Jahrestagung am 17. September 2009 in Berlin überreicht.

Seit zehn Jahren zeichnen Helmholtz-Gemeinschaft und Stifterverband mit dem Erwin Schrödinger-Preis wissenschaftliche und technische Projekte aus, die die Grenzen der Fachdisziplinen überschreiten. „Die ausgewählten Wissenschaftler erhalten den Preis, weil sie ein Verfahren aus der Brennstoffzellenentwicklung für eine ganz andere Anwendung optimiert haben. Ihr gemeinsam mit der Industrie entwickeltes Implantat kann Patienten mit schweren Bandscheibenschäden ein schmerzfreies Leben ermöglichen“, erklärte Prof. Dr. Jürgen Mlynek, Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft.

In diesem Jahr teilen sich den Preis Dr. Martin Bram, Dr. Hans-Peter Buchkremer und Prof. Dr. Detlev Stöver vom Institut für Energieforschung des Forschungszentrums Jülich sowie Dr. Thomas Imwinkelried vom Schweizer Unternehmen Synthes. Die Jülicher Experten haben ein patentiertes Herstellungsverfahren entwickelt, um maßgeschneiderte Poren in High-Tech-Werkstoffen zu erzeugen. In enger Zusammenarbeit mit Dr. Thomas Imwinkelried vom Schweizer Unternehmen Synthes haben die Wissenschaftler das Verfahren für Titan optimiert, bis die Poren genau die richtige Größe hatten, um die Besiedelung mit Knochenzellen und das Einwachsen des Knochens zu ermöglichen. Auf diese Weise wird das Implantat binnen kurzer Zeit fest im Körper verankert und sorgt für Stabilität und Schmerzfreiheit. Trotz der hohen Porosität erfüllt das Implantat alle Anforderungen, die unter starken, dauerhaften und wieder-

holten Belastungen im menschlichen Bewegungsablauf auftreten. Die Firma Synthes, der Weltmarktführer in Osteosynthese sowie Kiefer- und Wirbelsäulen Chirurgie, übernahm die für die Markteinführung notwendigen Tests, ausgehend von Zellkulturversuchen bis hin zu den klinischen Vorstudien. Synthes vertreibt die Implantate mit dem Jülicher Know-how unter dem Markennamen „PlivioPore“.

Ursprünglich hatten die Jülicher Forscher solche porösen Werkstoffe für Brennstoffzellen entwickelt. Als sie ihre „Metallschäume“ auf einem Fachkongress im Jahr 2001 vorstellten, kam die Firma Synthes auf die Arbeitsgruppe zu. „Von der ersten Idee bis zum fertigen Produkt ‚PlivioPore‘ ging es dann ziemlich schnell“, sagt Projektleiter Dr. Martin Bram. Das Implantat hat die klinischen Testphasen bereits erfolgreich bestanden und wird eingesetzt, um Menschen mit besonders schweren Bandscheibenschäden wieder ein schmerzfreies Leben zu ermöglichen: Dabei platzieren die Ärzte zwei quaderförmige Implantate horizontal anstelle der defekten Bandscheibe. Mit der Zeit verwachsen sie mit den benachbarten Rückenwirbeln und stabilisieren diese. Die Jülicher arbeiten schon an der nächsten Innovation. „Wir wollen die Werkstücke aus porösem Metall per Spritzguss direkt herstellen“, verrät Bram. Bei diesem Verfahren entfällt die mechanische Bearbeitung der Implantate, was den Produktionsprozess vereinfacht und kostengünstiger macht.



AUF DER JAHRESTAGUNG DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT WURDE DER PREIS DURCH DEN GENERALSEKRETÄR DES STIFTERVERBANDS, PROF. DR. ANDREAS SCHLÜTER, ÜBERREICHT (V.L.N.R.: PROF. DR. JÜRGEN MLYNEK, PRÄSIDENT DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT, DIE PREISTRÄGER PROF. DR. DETLEV STÖVER, DR. THOMAS IMWINKELRIED, DR. HANS-PETER BUCHKREMER UND DR. MARTIN BRAM, DR. ANDREAS SCHLÜTER). Foto: Helmholtz/D. Ausserhofer

## ZEHN JAHRE WISSENSCHAFTSPREIS DES STIFTERVERBANDS FÜR DIE DEUTSCHE WISSENSCHAFT – ERWIN SCHRÖDINGER-PREIS

### 2008 Netzwerk von Protein-Protein-Wechselwirkungen im menschlichen Organismus

#### Die Preisträger

Prof. Dr. Erich E. Wanker, Max-Delbrück-Centrum, Berlin-Buch  
 Dr. Ulrich Stelzl, MPI für Molekulare Genetik  
 Dipl.-Ing. Christian Hänig, Max-Delbrück-Centrum, Berlin-Buch  
 M.Sc. Gautam Chaurasia, Humboldt-Universität zu Berlin  
 Dr. Matthias Futschik, Humboldt-Universität zu Berlin

### 2007 Analyse der Strategien von Bakterien in komplexen, natürlichen Umgebungen

#### Die Preisträger

Dr. Burkhard A. Hense, GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit <sup>1)</sup>  
 Dr. Christina Kuttler, GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit <sup>1)</sup>  
 Prof. Dr. Johannes Müller, GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit <sup>1)</sup> und TU München  
 Dr. Michael Rothballer, GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit <sup>1)</sup>  
 Prof. Dr. Anton Hartmann, GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit <sup>1)</sup>  
 Dr. Jan-Ulrich Kreft, Universität Bonn

### 2006 Eine neue Heizung für den Fusionstestreaktor ITER

#### Die Preisträger

Dr. Hans-Dieter Falter, Institut für Plasmaphysik  
 Dr. Werner Kraus, Institut für Plasmaphysik  
 Dr. Ursel Fantz, Institut für Plasmaphysik  
 Dr. Peter Franzen, Institut für Plasmaphysik  
 Dr. Eckehart Speth, Institut für Plasmaphysik

### 2005 Schonend arbeitender Hirnschrittmacher für Parkinsonkranke, der auf mathematischen Modellen basiert

#### Die Preisträger

Prof. Dr. Dr. Peter A. Tass, Forschungszentrum Jülich  
 Prof. Dr. Volker Sturm, Universität Köln

### 2004 Trennung von metallischen und halbleitenden Kohlenstoff-Nanoröhren

#### Die Preisträger

Marcel Mayor, Chemiker, Forschungszentrum Karlsruhe <sup>2)</sup>  
 Frank Hennrich, Chemiker, Forschungszentrum Karlsruhe <sup>2)</sup>  
 Ralph Krupke, Physiker, Forschungszentrum Karlsruhe <sup>2)</sup>  
 Heiko Weber, Physiker, Forschungszentrum Karlsruhe <sup>2)</sup>

### 2003 Kalziummuster in lebenden Zellen

#### Die Preisträger

Dr. Martin Falke, Hahn-Meitner-Institut<sup>3)</sup>  
 Prof. Dr. Patricia Camacho, University of Texas, San Antonio  
 Prof. Dr. James Lechleitner, University of Texas, San Antonio

### 2002 Effizienzsteigerung bei der Herstellung von Öl-Wasser-Mischungen

#### Die Preisträger

Dr. Jürgen Allgaier, Forschungszentrum Jülich  
 Prof. Dr. Gerhard Gompper, Forschungszentrum Jülich  
 Prof. Dr. Dieter Richter, Forschungszentrum Jülich  
 Dr. Thomas Sottmann, Universität Köln  
 Prof. Dr. Reinhard Strey, Universität Köln

### 2001 Mikrobielle Quecksilberentfernung aus Abwasser

#### Die Preisträger

Dr. Irene Wagner-Döbler, Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung  
 Prof. Dr. Wolf-Dieter Deckwer, Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung  
 Prof. Dr. Kenneth Nigel Timmis, Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung

### 2000 Wegweiser der Immunabwehr

#### Die Preisträger

Prof. Dr. Reinhold Förster, Max-Delbrück-Centrum, Berlin-Buch  
 Dr. Elisabeth Kremmer, GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit <sup>1)</sup>  
 Dr. Dr. Martin Lipp, Max-Delbrück-Centrum, Berlin-Buch  
 Prof. Dr. Eckhard Wilhelm Wolf, Universität München

### 1999 Vorbereitung, Entwicklung und klinische Einführung der Krebstherapie mit Ionenstrahlen

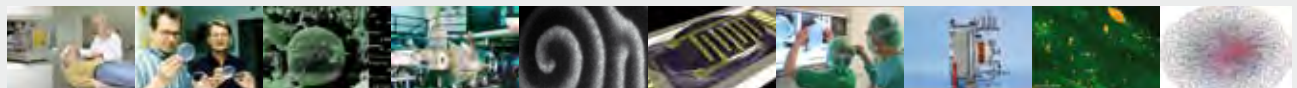
#### Die Preisträger

Prof. Dr. Gerhard Kraft, Gesellschaft für Schwerionenforschung <sup>4)</sup>  
 Dr. Wolfgang Enghardt, Forschungszentrum Rossendorf  
 Dr. Dr. Jürgen Debus, Deutsches Krebsforschungszentrum

Der Erwin-Schrödinger-Preis ist mit 50.000 Euro dotiert und wird abwechselnd von der Helmholtz-Gemeinschaft und dem Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft für herausragende interdisziplinäre Arbeiten vergeben.

1999

2008



<sup>1)</sup> Jetzt Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt <sup>2)</sup> Jetzt Karlsruher Institut für Technologie  
<sup>3)</sup> Jetzt Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie <sup>4)</sup> Jetzt GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung

Menschen und Mittel

# DIE HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT IN ZAHLEN UND FAKTEN





„In einem ‚flat Earth‘ environment sind es die Länder, die die Basis für die Zukunftstechnologien gelegt haben, die auch in Führung gehen werden. Das ist erst recht wahr in Unternehmensbereichen, die vor allem auf ‚high tech‘ basieren. Daher bildet die Arbeit

der Helmholtz Gemeinschaft – ihrer Zentren und Institute – in den verschiedenen Gebieten der Struktur der Materie das Fundament und Technologien für fast alle modernen ‚high technologies‘. Und diese Arbeit liefert die langfristige Basis für Deutschlands Kapazitäten als leitender Wettbewerber in den Hauptgebieten der modernen ‚high technologies‘ – Elektronik, IT, Aeronautik, Robotik, grüne Energietechnologien und die medizinischen Wissenschaften und Technologien. Die Übersetzung der Grundlagenforschung in die Industriepraxis braucht Zeit – manchmal Jahrzehnte – und deswegen auch Weitblick und Geduld. Es ist eine Kernfunktion der Helmholtz-Gemeinschaft, sich so in die Zukunft zu vertiefen, dass ein nutzvoller Weitblick erreicht wird, dass durch wissenschaftliche und technologische Erfolge Bedrohungsszenarien der Gesellschaft abgebaut werden und es so Deutschland zu ermöglichen, der Zukunft sicher entgegenzusehen.“

**PROF. DR. ROBERT ROSNER**, Senator der Helmholtz-Gemeinschaft,  
University of Chicago, USA



„Gesamtsystemkompetenz ist notwendig: Die Aufrechterhaltung und Verbesserung des Mobilitätsangebots für Menschen und Güter ist eine der zentralen Zukunftsaufgaben.

Hier treffen zahlreiche Faktoren aufeinander wie zum Beispiel der Mensch, die Fahrerassistenzsysteme, die Effizienz und Sicherheit des Verkehrs, die Energiekosten und -verfügbarkeit, der Umweltschutz (insbesondere das CO<sub>2</sub>, NOX, HC, CO und Rußpartikel). Allein die Energiearten wie Wasserstoff, Biokraftstoffe, Otto- und Dieselmotoren sind erdölbasiert sowie die Elektrizität zeigen die Komplexität. Vom Kraftstoff ist der Fahrzeugantrieb abhängig, wobei beim Einsatz der Alternativen immer der Gesamtprozess – von der Quelle bis zum Rad – beachtet werden muss. In der Helmholtz-Gemeinschaft findet man die kompetenten Institutionen, die die entsprechenden Zukunftslösungen mit bearbeiten können und müssen.“

**PROF. DR. ULRICH SEIFFERT**, Senator der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Geschäftsführer, WiTech Engineering GmbH, Braunschweig

# TALENTMANAGEMENT: EIN WESENTLICHES ELEMENT DER HELMHOLTZ-KULTUR

Ein umfassendes Talentmanagement ist ein wesentliches Element der Helmholtz-Kultur. Wir fördern den wissenschaftlichen Nachwuchs, bieten aber auch allen anderen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern vielfältige Gelegenheiten, ihre Talente weiter zu entfalten und wir engagieren uns darüber hinaus auch in der Bildung von Kindern und Jugendlichen. Aushängeschild für die Helmholtz-Gemeinschaft ist die intensive Nachwuchsförderung für junge Forscherinnen und Forscher nach der Promotion, um den Einstieg in eine wissenschaftliche Karriere zu erleichtern.

Mit den Helmholtz-Nachwuchsgruppen unterstützt die Helmholtz-Gemeinschaft die frühe Selbständigkeit der jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und bietet ihnen eine verlässliche Karriereperspektive. Das macht die Zentren attraktiv für kreative Talente aus aller Welt. Die Förderung richtet sich an Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, deren Promotion, abzüglich von Erziehungszeiten, zwei bis sechs Jahre zurück liegt. Sie können eine eigene Arbeitsgruppe aufbauen und leiten – und dies unter den sehr guten Arbeitsbedingungen eines großen Forschungszentrums. Die in einem mehrstufigen Verfahren ausgewählten Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler werden zunächst für fünf Jahre befristet angestellt und erhalten in dieser Zeit ein Jahresbudget von 250.000 Euro, mit dem sie ihre Arbeitsgruppe aufbauen und ihre Forschung voranbringen können. Sie erhalten zugleich die Perspektive, dass ihre Forschungsarbeiten von den Zentren weiter finanziert werden können, wenn sie in einem Evaluationsprozess positiv begutachtet werden (Tenure Track-Option). Mit diesem Angebot ist es schon jetzt gelungen, Forscherinnen und Forscher von renommierten ausländischen Instituten nach Deutschland zu holen. Zusätzlich zu den bisher geförderten 116 Helmholtz-Nachwuchsgruppen haben die Helmholtz-Zentren weitere selbständige Nachwuchsgruppen eingerichtet, die von jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern geleitet werden. Besonderen Wert legt das Programm auf die enge Kooperation mit Hochschulen: Die jungen Nachwuchsgruppenleiter arbeiten mit Universitäten zusammen, sammeln Erfahrungen

in der Lehre und qualifizieren sich für eine Universitätskarriere. Bereits jetzt sind einige von ihnen gemeinsam mit Universitäten als Juniorprofessorin oder als Juniorprofessor berufen worden. Die Helmholtz-Gemeinschaft strebt diese gemeinsame Berufung für alle Nachwuchsgruppenleiter an, die sich durch erfolgreiche Arbeiten ausgezeichnet haben.

## Ein strukturierter Weg zur Promotion

Zwei weitere Instrumente machen die Helmholtz-Zentren für den besten Nachwuchs aus aller Welt attraktiv: Helmholtz-Graduiertenschulen und Helmholtz-Kollegs. Sie fördern den wissenschaftlichen Nachwuchs direkt nach dem Studienabschluss und bieten einen strukturierten Weg zur Promotion mit verbindlichen Rahmenbedingungen für die Betreuung und einem individuell abgestimmten Qualifikationsprogramm. Die Graduiertenschulen bieten eine Dachstruktur für Graduierte aus unterschiedlichen Fachgebieten. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer arbeiten an ihrer Promotion, werden daneben aber in gemeinsamen Seminaren, Vorlesungen und Praktika ausgebildet. Diese begleitende Weiterbildung reicht weit über das Promotionsgebiet hinaus und vermittelt Schlüsselqualifikationen für eine Karriere in Wissenschaft und Wirtschaft.

Zusätzlich hat die Helmholtz-Gemeinschaft an einigen Zentren so genannte Helmholtz-Kollegs aufgebaut, die auf einzelne Forschungsthemen fokussiert sind. In diesen Kollegs können bis zu 25 hochbegabte Doktorandinnen und Doktoranden gemeinsam forschen. Darüber hinaus erhalten sie ein berufsqualifizierendes





MAI 2009: DER ERSTE JAHRGANG HAT DIE HELMHOLTZ-AKADEMIE FÜR FÜHRUNGSKRÄFTE ABGESCHLOSSEN. Foto: Helmholtz/D. Ausserhofer

und persönlichkeitsbildendes Training. Dafür hat die Helmholtz-Gemeinschaft Vereinbarungen mit Partnern getroffen, zum Beispiel mit der Graduiertenschule des Imperial College London. Die englischsprachigen Helmholtz-Kollegs erhöhen die Attraktivität der Zentren für ausländische Doktoranden.

#### Die Helmholtz-Akademie für Führungskräfte

Die Helmholtz-Akademie bereitet exzellente junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie angehende Führungskräfte aus Verwaltung und Infrastruktur praxisorientiert auf Führungsaufgaben vor. Die inhaltliche und methodische Durchführung übernimmt als externer Partner das Malik Management Zentrum St. Gallen.

Anderthalb Jahre belegen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer Präsenzworkshops, in die auch Themen aus ihrer aktuellen Arbeit integriert werden. Zwischen den Workshops werden Themen auf einer E-Learning-Plattform erarbeitet und so eine kontinuierliche Lernumgebung geschaffen. Zusätzlich unterstützt ein speziell entwickeltes Mentoringprogramm den Ausbau eines Führungsnetzwerkes innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft. Die Akademie startete im Herbst 2007 mit 30 Nachwuchsführungskräften aus den Helmholtz-Zentren. Im Sommer 2009 hat der erste Jahrgang der Akademie den erfolgreichen Abschluss gefeiert. Inzwischen ist bereits der dritte Jahrgang mit 62 Teilnehmerinnen und Teilnehmern am Start, darunter auch Angehörige von Universitäten sowie anderen Wissenschaftsorganisationen.

#### Mehr Chancengleichheit schaffen

Erfahrungswissen und ein funktionierendes Netzwerk sind Voraussetzungen für eine erfolgreiche Karriere und exzellentes Forschungsmanagement. Das Mentoringprogramm „In Führung gehen“ unterstützt junge Frauen dabei, diese Voraussetzungen zu erwerben, um ihre Karriere aktiv zu planen und Führungspositionen zu übernehmen. Das Programm richtet sich zum einen an promovierte Wissenschaftlerinnen, die bereits erste Erfahrungen als Gruppen- oder Projektleiterin gesammelt haben. Zum anderen werden junge Frauen aus dem Verwaltungs- und Managementbereich gefördert, die eine Führungsposition anstreben. Die Mentees kommen aus verschiedenen Zentren der Gemein-

schaft. Als Mentorinnen und Mentoren werden Personen aus der Leitungsebene der Helmholtz-Zentren, aber auch aus anderen Wissenschaftsorganisationen aktiv. Dieses „Cross Mentoring“ verstärkt die Netzwerkbildung unter den Teilnehmerinnen innerhalb der Gemeinschaft im Speziellen und innerhalb des Wissenschaftsbereichs im Allgemeinen.

#### Talentförderung vor der Hochschule

Um das Interesse an Naturwissenschaften und Technik schon früh zu wecken, hat die Helmholtz-Gemeinschaft gemeinsam mit den Helmholtz-Forschungszentren ein Netzwerk von Schülerlaboren aufgebaut, die von Schulklassen und zur Lehrerfortbildung intensiv genutzt werden. Hier können Kinder und Jugendliche experimentieren und einen Einblick in die Forschung erhalten, Lehrerinnen und Lehrer neue Ideen kennenlernen und sich austauschen. Mehr als 50.000 Schülerinnen und Schüler besuchen jedes Jahr die Helmholtz-Schülerlabore, die mittlerweile an 24 Standorten eingerichtet wurden. Die Vielfalt der Themen und Methoden ist so groß wie die Bandbreite der Forschungsschwerpunkte der einzelnen Helmholtz-Zentren.

Rasant entwickelt hat sich auch die Initiative „Haus der kleinen Forscher“, die in allen deutschen Kitas Natur und Technik erlebbar macht und die frühkindliche Bildung stärkt. Getragen wird die bundesweite Initiative von der Helmholtz-Gemeinschaft, der Unternehmensberatung McKinsey & Company, der Siemens AG, der Dietmar Hopp Stiftung und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung. Lokale Netzwerke sorgen dafür, dass Erzieherinnen und Erzieher vor Ort von den Fortbildungen profitieren, die vom „Haus der kleinen Forscher“ entwickelt wurden. Dafür werden von den Netzwerken entsandte Trainerinnen und Trainer ausgebildet, umfangreiche Arbeitsmaterialien bereit gestellt und teilnehmende Kitas als „Haus der kleinen Forscher“ ausgezeichnet. Rund 8.000 Kitas in Deutschland sind bereits dabei.

Mit all diesen Maßnahmen wollen wir dazu beitragen, dass junge Leute sich für Naturwissenschaft und Technik begeistern können, dass sich einige von ihnen für ein Studium dieser Fächer entscheiden und die Besten sich bei den Helmholtz-Zentren bewerben, weil wir besonders attraktive Arbeitsbedingungen anbieten und Weiterentwicklung ermöglichen.

# PARTNER DES PAKTS FÜR FORSCHUNG UND INNOVATION

Als Partner des Pakts für Forschung und Innovation hat sich die Helmholtz-Gemeinschaft verpflichtet, ihren Beitrag zu Wachstum und Wohlstand zu leisten: durch wissenschaftliche Exzellenz, den Ausbau von Kooperation und Vernetzung am Wissenschaftsstandort Deutschland und international, die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses und der Chancengleichheit sowie durch Wissenstransfer und neue Ansätze zur Innovationsförderung.

Im vergangenen Jahr hat die Helmholtz-Gemeinschaft wichtige Schritte zur Erfüllung dieser Aufgaben unternommen. Finanziert werden diese Aktivitäten einerseits durch die Programmorientierte Förderung, andererseits durch den Impuls- und Vernetzungsfond des Präsidenten. Der Pakt für Forschung und Innovation stärkt beide Finanzquellen, indem er einen jährlichen Zuwachs von drei Prozent für das Gesamtbudget der Helmholtz-Gemeinschaft gewährleistet und eine Aufstockung des Impulsfonds von 58,5 Mio. Euro im Jahr 2009 auf 60 Mio. Euro im Jahr 2010 ermöglicht hat.

## Exzellenz durch Wettbewerb sichern

In der Helmholtz-Gemeinschaft werden sämtliche Mittel auf der Basis wettbewerblicher wissenschaftsgetragener Verfahren vergeben. Die wissenschaftliche Qualität der Forschungspro-

gramme der Helmholtz-Zentren wird alle fünf Jahre durch internationale Gutachter bewertet. In der Programmorientierten Förderung werden im Jahr 2009 Mittel in Höhe von 1,621 Mrd. Euro eingesetzt.

---

In der Helmholtz-Gemeinschaft werden sämtliche Mittel auf der Basis wettbewerblicher wissenschaftsgetragener Verfahren vergeben.

---

Im Jahr 2008 wurden die drei Forschungsbereiche Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr\*, Gesundheit sowie Erde und Umwelt evaluiert und ihre hohe Qualität bestätigt. Im Rahmen der Begutachtungen sind eine Reihe von Maßnahmen identifiziert worden, die neue Forschungsfelder für den Standort Deutschland erschließen oder bestehende Forschungsbereiche ergän-

\*Bis 31.12.2008 Verkehr und Weltraum

## IMPULSE GEBEN UND VERNETZEN

### Impuls- und Vernetzungsfonds

- Helmholtz-Allianzen
- Helmholtz-Virtuelle Institute
- Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses
- Rahmenbedingungen für Spitzenforschung schaffen
- Exzellenzsicherung

zen. Prominente Beispiele sind eine programmübergreifende Klimaforschungsinitiative, der Ausbau der translationalen Forschung sowie der Aufbau einer Helmholtz-Kohortenstudie mit 200.000 Probanden zur Identifikation von Risikofaktoren für die Entstehung von Volkskrankheiten wie Krebs, Diabetes, Demenz und Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Die Forschungsbereiche Energie, Struktur der Materie sowie Schlüsseltechnologien wurden von Januar bis April 2009 begutachtet.

Im Wettbewerb auf nationaler und europäischer Ebene konnten sich die Helmholtz-Zentren in der Exzellenzinitiative, im Rahmen der Ausschreibungen für das 7. EU-Forschungsrahmenprogramm und bei den Starting Grants des Europäischen Forschungsrats behaupten. Im Zeitraum 2008 bis 2009 erhielten Helmholtz-Forscherinnen und -Forscher außerdem zahlreiche Preise, darunter der Nobelpreis für Medizin 2008 an Prof. Dr. Harald zur Hausen.

---

**Die Helmholtz-Gemeinschaft schafft mit der Einrichtung und dem Betrieb von weltweit einzigartigen Forschungsinfrastrukturen optimale Wettbewerbsvoraussetzungen für Spitzenforschung in Deutschland und im europäischen Forschungsraum.**

---

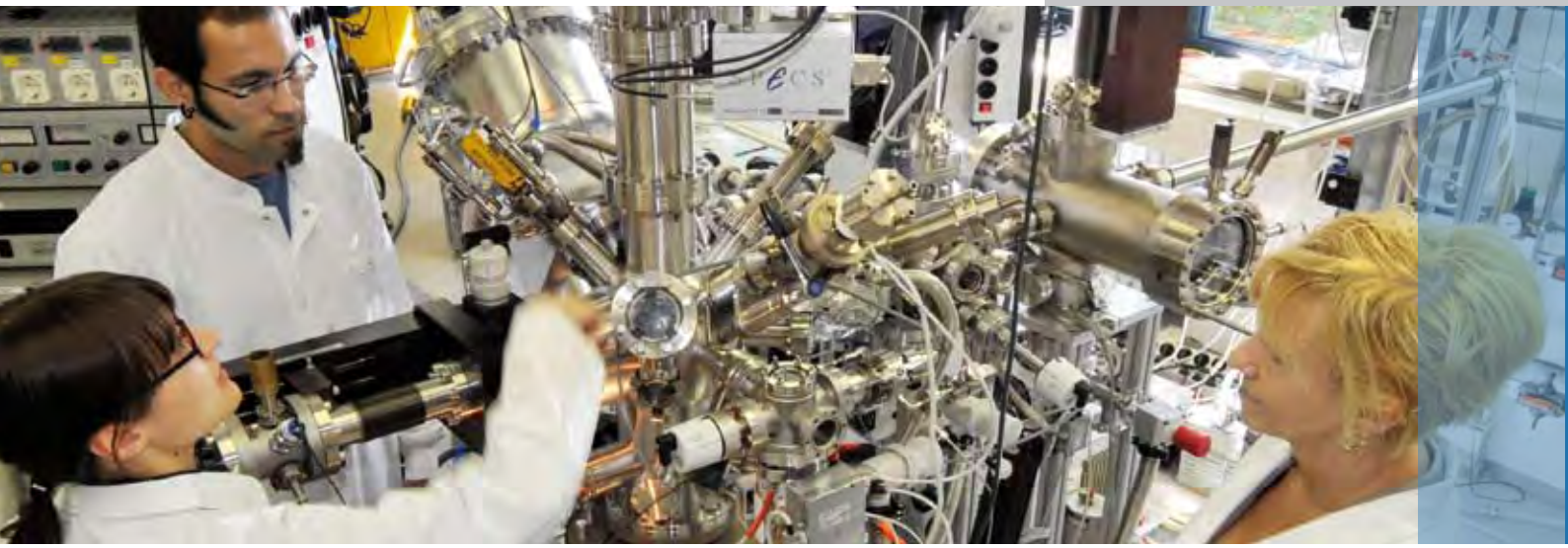
Die Helmholtz-Gemeinschaft beteiligt sich jedoch nicht nur an nationalen und internationalen Ausschreibungen und Programmen. Sie schafft mit der Einrichtung und dem Betrieb von weltweit einzigartigen Forschungsinfrastrukturen auch optimale Wettbewerbsvoraussetzungen für Spitzenforschung in Deutschland und im europäischen Forschungsraum. Denn Herausforderungen wie der Klimawandel mit seinen vielfältigen regionalen Auswirkungen, die nachhaltige Sicherung der Energieversorgung, die Versorgung einer schnell wachsenden Weltbevölkerung mit lebensnotwendigen Ressourcen oder die Bekämpfung von weit verbreiteten Krankheiten lassen sich nur im globalen Maßstab und in

langfristig angelegten Kooperationen bewältigen. So leisten die Zentren der Gemeinschaft über ihre Kooperationen in der ganzen Welt und ihre maßgebliche Rolle bei der Koordination internationaler Großforschungsprojekte wie zum Beispiel über die Großprojekte des European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) einen wesentlichen Beitrag zum Erhalt und Ausbau des Wissenschaftsstandorts Deutschland. An den zum Teil weltweit einzigartigen Forschungsinfrastrukturen der Helmholtz-Zentren forschen jedes Jahr rund 4.500 Gastwissenschaftlerinnen und Gastwissenschaftler.

#### **Zukunftsträchtige Partnerschaften etablieren**

Die Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft kooperieren sowohl in der Forschung als auch in der Nachwuchsförderung intensiv mit Universitäten und außeruniversitären Partnern. Diese Formen der Kooperation reichen von Forschungsverbänden wie den Helmholtz-Allianzen bis zu den drei im Jahr 2009 gegründeten Helmholtz-Instituten, die auf dem Campus der Partnereinrichtungen errichtet werden sollen. Darüber hinaus werden beispielsweise in der Diabetesforschung weitere wichtige strategische Netzwerke aufgebaut und die Fusion des Hahn-Meitner-Instituts (HMI) und Berliner Elektronen-Speicherring Gesellschaft für Synchrotronstrahlung (BESSY) in das Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie vollzogen.

Die Helmholtz-Gemeinschaft wurde 2008 von Bundesforschungsministerin Prof. Dr. Annette Schavan mit der Konzeption eines neuen Forschungszentrums beauftragt, um die Kompetenzen der Demenzforschung in Deutschland zu bündeln, Forschungslücken zu schließen, schnellere Fortschritte zu erreichen und die Behandlung und Pflege der Patienten zu verbessern. Das Projekt sieht eine dezentrale Struktur vor: ein großes Kernzentrum mit breiter Thematik im Verbund mit spezialisierten Partnereinrichtungen an Univer-



sitäten, Universitätskliniken und anderen Forschungseinrichtungen. Nach der Planungsphase wurde unter dem Dach der Helmholtz-Gemeinschaft am 3. April 2009 das Deutsche Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen gegründet.

#### **Wissens- und Technologietransfer fördern**

Die Helmholtz-Gemeinschaft hat den Auftrag, Forschung und Technologieentwicklung mit neuartigen Anwendungs- und Vorsorgeperspektiven zu verbinden. Dazu gehört der regelmäßige Austausch mit der Industrie ebenso wie die Verbesserung der Lebensbedingungen für die Menschen, beispielsweise durch die Reinigung schadstoffbelasteter Gewässer und Böden. Vor diesem Hintergrund hat der Wissens- und Technologietransfer in der Helmholtz-Gemeinschaft eine große Bedeutung.

---

#### **Die Helmholtz-Gemeinschaft hat den Auftrag, Forschung und Technologieentwicklung mit neuartigen Anwendungs- und Vorsorgeperspektiven zu verbinden.**

---

Im vergangenen Jahr wurde in den Helmholtz-Zentren eine Vielzahl von Technologietransfermaßnahmen umgesetzt. Diese umfassten strategische Partnerschaften mit der Industrie und mit Universitäten, Lizenzvereinbarungen mit Unternehmen sowie Ausgründungen. So beschlossen die Bayer Schering Pharma AG und das Deutsche Krebsforschungszentrum in der Helmholtz-Gemeinschaft eine strategische Kooperation, deren Ziel die schnellere Nutzung von Forschungsergebnissen für die Entwicklung neuer Therapien und Arzneimittel gegen Krebs ist. In den nächsten zwei Jahren werden beide Partner jeweils 1,75 Mio. Euro in gemeinsame Krebsforschungsprojekte investieren.

Eine erfolgreiche Lizenzvereinbarung wurde zwischen der Rolls-Royce-Deutschland GmbH und dem GKSS-Forschungszentrum Geesthacht zur Nutzung von Titanaluminid-Legierungen getroffen. GKSS-Werkstoffforscher entwickelten einen ultraleichten und

doch extrem stabilen Werkstoff aus Titanaluminid, der für die Herstellung von Bauteilen für Flugzeugtriebwerken eingesetzt wird. Durch das Instrument „Helmholtz Enterprise“, das aus dem Impuls- und Vernetzungsfonds des Präsidenten finanziert wird, sind vier Jahre nach seiner Einführung inzwischen 45 Ausgründungsvorhaben mit einer Gesamtfördersumme von rund 4,1 Mio. Euro unterstützt worden. Ein besonders erfolgreiches Beispiel ist die Ausgründung Sulfurcell Solartechnik GmbH aus dem Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie.

#### **Auf Talentmanagement und Chancengleichheit setzen**

Mit der Helmholtz-Akademie für Führungskräfte hat die Helmholtz-Gemeinschaft ein Projekt mit großer Hebelwirkung gestartet und die Bedeutung von Management in der Wissenschaft bekräftigt. Im Mai 2009 schloss der erste Jahrgang der Helmholtz-Akademie für Führungskräfte die Ausbildung ab, während der zweite Jahrgang bereits im Oktober 2008 startete. Der dritte Jahrgang hat 2009 erstmalig auch Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus Universitäten und anderen Wissenschaftsorganisationen integriert.

---

#### **Die Helmholtz-Gemeinschaft hat es sich insbesondere zum Ziel gesetzt, den Frauenanteil bei der Neubesetzung von Entscheidungs- und Führungspositionen zu erhöhen.**

---

Die Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft betreiben zudem eine Vielzahl von Doktorandenprogrammen. Im Jahr 2008 wurden zwei neue Helmholtz-Kollegs sowie drei neue Graduiertenschulen in die Förderung aus dem Impuls- und Vernetzungsfonds aufgenommen. Insgesamt werden sechs Graduiertenschulen und sieben Kollegs unterstützt. Insbesondere im Rahmen der Helmholtz-Kollegs werden die jungen Wissenschaftler in Methodenworkshops und Seminaren auf ein erfolgreiches Berufsleben in der Wissenschaft oder in der

Wirtschaft vorbereitet. Ein weiteres Element der Helmholtz-Nachwuchsstrategie ist die Einrichtung von selbstständigen Nachwuchsgruppen, mit denen sie den besten Nachwuchswissenschaftlern frühe wissenschaftliche Selbstständigkeit, gute Bedingungen für die Forschung sowie eine verlässliche Karriereperspektive (Tenure Track), die auf nachgewiesener wissenschaftlicher Leistung beruht, anbietet. Insgesamt 96 Helmholtz-Nachwuchsgruppen werden zurzeit durch den Impuls- und Vernetzungsfonds gefördert.

Chancengleichheit als Helmholtz-Strategie umfasst Angebote, die je nach Altersstufe der Zielgruppe unterschiedliche Schwerpunkte haben: Angebote wie die inzwischen 24 Schülerlabore der Zentren für Schülerinnen und Schüler fördern zu einem frühen Zeitpunkt das Interesse von Mädchen und Jungen an Forschung und Technik. In der Berufsentscheidungsphase sollen besondere Angebote für Mädchen ihr Vertrauen in die eigene Technikkompetenz stärken. Die Helmholtz-Gemeinschaft hat es sich insbesondere zum Ziel gesetzt, den Frauenanteil bei der Neubesetzung von Führungspositionen zu erhöhen. Dazu soll unter anderem das weiterentwickelte Helmholtz-Mentoring-Programm für weibliche Nachwuchskräfte „In Führung gehen“ beitragen. Sein Ziel ist es, junge karriereorientierte Frauen aus der Wissenschaft und der Verwaltung auf anspruchsvollere Berufspositionen und Führungsaufgaben vorzubereiten und ihre Vernetzung innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft nachhaltig zu stärken.

#### **Zukunft strategisch und verantwortungsvoll gestalten**

Die Helmholtz-Gemeinschaft hat die Selbstverpflichtung für die Fortsetzung des Paktes für Forschung und Innovation über das Jahr 2010 hinaus im Dialog mit den Zuwendungsgebern erarbeitet. Gleichzeitig hat sie einen Diskussionsprozess begonnen, wie sie ihre Rolle im nationalen und internationalen Wissenschaftssystem weiter entwickeln und damit zur Sicherung

des Wissenschaftsstandortes Deutschland beitragen wird. Im September 2008 hat die Helmholtz-Gemeinschaft zudem die Arbeit an einer strategischen Agenda abgeschlossen. Präsident und Vorstände der Mitgliedseinrichtungen haben in diesem Rahmen ein Positionspapier erarbeitet – das so genannte Liebenberg Papier. Es beschreibt die Ziele für die Weiterentwicklung der Helmholtz-Gemeinschaft. Zentrale Elemente dieses Positionspapiers sind Festlegungen zur Erschließung neuer Forschungsfelder, die Weiterentwicklung von Qualitätssicherungsverfahren und die Optimierung von Entscheidungsstrukturen der Gemeinschaft. Im Ergebnis wird die größtmögliche Entfaltung des wissenschaftlichen Potenzials der Helmholtz-Gemeinschaft angestrebt und damit letztlich auch die Umsetzung der Maßnahmen des Paktes für Forschung und Innovation sichergestellt.

---

#### **Im September 2008 hat die Helmholtz-Gemeinschaft die Arbeit an einer strategischen Agenda abgeschlossen.**

---

Eine sehr positive Entwicklung für die Wissenschaft ist der Beschluss der Zuwendungsgeber, Hochschulpakt, Exzellenzinitiative und Pakt für Forschung und Innovation fortzusetzen. Mit dieser Entscheidung hat die Politik trotz schwieriger Haushaltslage ein wichtiges Signal für Deutschlands Zukunft gesetzt – national und international. Die zusätzlichen finanziellen Mittel – insgesamt 18 Milliarden Euro in den nächsten Jahren für Forschung und Lehre, darunter ein garantierter fünfprozentiger Zuwachs für das jährliche Budget der außeruniversitären Forschungsorganisationen – erlauben der Helmholtz-Gemeinschaft, jungen Menschen eine verlässliche Karriereperspektive zu bieten und sorgen für hochqualifizierte Arbeitsplätze. Sie stellen die Weichen für zukunftssträchtige Forschungsprojekte, die drängende Fragen unserer Gesellschaft beantworten werden und stärken die unverzichtbare Grundlagenforschung.

# ÜBERBLICK ÜBER DIE HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

## LEISTUNGSBILANZ

Im gesellschaftlichen Auftrag arbeitet die Helmholtz-Gemeinschaft an der stetigen Steigerung ihrer Forschungsleistung. Im Berichtszeitraum 2008 weist die Gemeinschaft wie in den vergangenen Jahren einen soliden Zuwachs relevanter Leistungsindikatoren auf. Die ausgewiesenen Zahlen im Berichtszeitraum 2008 basieren auf den Daten der im Jahr 2008 bestehenden 15 Forschungszentren in der Gemeinschaft. Ab dem kommenden Jahr 2010 wird der Geschäftsbericht die Entwicklung von 16 Zentren darstellen.

Die Helmholtz-Zentren erhielten im Jahr 2008 durch Bund und Länder Zuwendungen zur Finanzierung von Kosten in Höhe von 1.706 Mio. Euro. Zusätzlich zu diesen institutionell geförderten Kosten haben sie Drittmittel in Höhe von 909 Mio. Euro eingeworben, die die Attraktivität der Helmholtz-Forschung für Wissenschaft und Wirtschaft belegen. Die Drittmittel stammen in den anwendungsorientierten Forschungsbereichen überwiegend aus Kooperationen mit der Wirtschaft. In den grundlagenorientierten Forschungsbereichen handelt es sich überwiegend um wettbewerblich eingeworbene Fördermittel, beispielweise aus Förderprogrammen der Europäischen Union, der Deutschen Forschungsgemeinschaft oder der Bundes- und Landesministerien.

Die Helmholtz-Gemeinschaft investiert ihre Ressourcen in zentrenübergreifenden Forschungsprogrammen, die sich untereinander im Wettbewerb befinden. Die Helmholtz-Zentren erfassen durch diese programmorientierte Förderung den Fortschritt der Programme nicht nur anhand von inhaltlichen Berichten, sondern auch systematisch anhand von quantitativen Erfolgsindikatoren. Um diesen wissenschaftlichen Erfolg – der nach verschiedenen Maßstäben gemessen werden kann – sichtbar zu

machen, haben sich gemeinsame Bewertungskriterien etabliert. Eine der wichtigsten Leistungen der Helmholtz-Gemeinschaft – wissenschaftliche Lösungen für gesellschaftlich relevante Probleme zu erarbeiten – lässt sich im starren Schema einer Leistungsbilanz nicht adäquat erfassen. Aus diesem Grunde werden im wissenschaftlichen Teil des Geschäftsberichtes stellvertretend für die Forschung zu den großen Fragen der Menschheit neueste Beispiele aus den Helmholtz-Zentren vorgestellt (siehe ab Seite 14). Aussagekräftige Zahlen geben wiederum auf den Folgeseiten Auskunft über die Leistungsstärke der Forschung in der Helmholtz-Gemeinschaft.

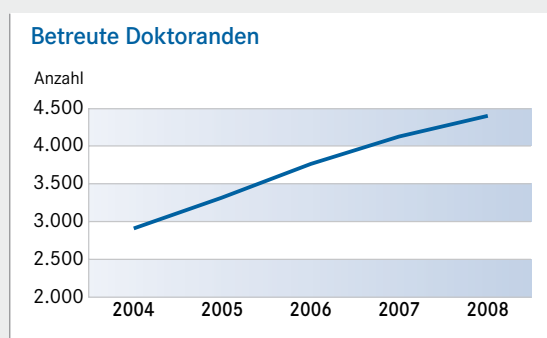
### Starke Forschung

Eine führende Rolle in der Fachdisziplin und wissenschaftliche Exzellenz sind Kriterien, die über verschiedene Indikatoren erfasst werden können: In Fachkreisen zeugen die ISI-Zitationen von der fachlichen Stärke, die hohe Zahl an exzellenten Bewerberinnen und Bewerbern aus dem In- und Ausland zum Beispiel auf die Ausschreibungen der Nachwuchsgruppenleiter belegt die hohe Attraktivität der Helmholtz-Gemeinschaft für den wissenschaftlichen Nachwuchs.

- Im Jahr 2008 forschte die Helmholtz-Gemeinschaft in 7.389 wissenschaftlichen Kooperationen, dies bedeutet eine Steigerung um 19 Prozent im Vergleich zum Vorjahr und um 77 Prozent in den vergangenen fünf Jahren.
- Es gab 89 Beteiligungen an DFG-Schwerpunktprogrammen und 78 an Sonderforschungsbereichen im Jahr 2008. Im Jahr 2007 waren es Beteiligungen an 100 DFG-Schwerpunktprogrammen und an 67 Sonderforschungsbereichen.
- Im Jahr 2008 wurden 74 Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler auf eine W2- beziehungsweise W3-Professur an Hochschulen berufen. Im Jahr 2006 waren es 70 und im Jahr 2007 sogar 107.

#### Wissenschaftlicher Nachwuchs

- Im Jahr 2008 wurden die Dissertationen von 4.398 Doktoranden an den Helmholtz-Zentren wissenschaftlich betreut. Im Vergleich zu 4.124 Doktoranden im Jahr 2007 wurden somit 6,6 Prozent mehr Doktoranden wissenschaftlich betreut. In den vergangenen fünf Jahren gab es hier eine Steigerung um durchschnittlich 11 Prozent pro Jahr.

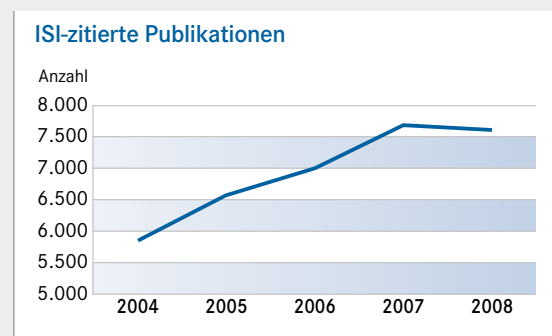


- 1.640 Post-Doktoranden arbeiten im Jahr 2008 in der Helmholtz-Gemeinschaft. Im Vergleich zum Vorjahr ergibt dies eine Steigerung von 10 Prozent.
- Im Jahr 2008 habilitierten sich 34 Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler und sieben erhielten eine Juniorprofessur. Seit 2003 wurden 276 Habilitationen in der Helmholtz-Gemeinschaft betreut.

- Helmholtz-Zentren sind an 33 Graduiertenkollegs der Deutschen Forschungsgemeinschaft beteiligt.
- Helmholtz-Zentren sind an 43 Marie-Curie-Fördermaßnahmen im Nachwuchsförderprogramm der Europäischen Union beteiligt. Im Vergleich zum Vorjahr gab es hier keine wesentlichen Veränderungen.
- Die Zahl der Helmholtz-Nachwuchsgruppen betrug im Jahr 2008 insgesamt 133.
- Die Helmholtz-Gemeinschaft sorgt mit inzwischen 24 Schülerlabors und der Initiative „Haus der kleinen Forscher“ mit einem Netzwerk von rund 8.000 Kitas für die langfristige Nachwuchsförderung.
- Im Jahr 2008 erlernten 1.680 Auszubildende ihren Beruf in der Helmholtz-Gemeinschaft. Dies entspricht einer Ausbildungsquote von 7,1 Prozent bezogen auf das Gesamtpersonal ohne Doktoranden.

#### Publikationen

- Im Jahr 2008 erschienen 12.104 wissenschaftliche Publikationen; 7.623 Publikationen davon in ISI-zitierten Fachjournalen.
- Gegenüber dem Vorjahr ist die Zahl der Publikationen leicht gesunken, in den vergangenen fünf Jahren stieg sie dennoch in Summe um 30 Prozent.



- Im Jahr 2008 wurden in der Helmholtz-Gemeinschaft rund 1.200 Fachbücher verfasst.



## Personal

### Wissenschaftliches Personal

Das Gesamtpersonal der Helmholtz-Gemeinschaft umfasste im Jahr 2008 27.913 Mitarbeiter (Vorjahr: 27.962), davon waren 9.043 Wissenschaftler (Vorjahr: 8.763), 4.398 betreute Doktoranden (Vorjahr: 4.124) und 1.680 Auszubildende (Vorjahr: 1.620). Im wissenschaftlich-technischen und administrativen Bereich arbeiteten 12.792 (Vorjahr: 13.455) Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

### Frauen in der Wissenschaft

Ähnlich dem letzten Jahr liegt der Anteil der Frauen an den Wissenschaftlern bei 22 Prozent, bei den Nachwuchswissenschaftlern bei 36 Prozent. Bei der Entwicklung der Frauen im Wissenschaftsmanagement auf Ebene der Instituts- und Abteilungsleitungen ist weiterhin eine deutlich steigende Tendenz zu beobachten. Insgesamt beträgt der Anteil von Frauen in bestehenden wissenschaftlichen, technischen und administrativen Führungspositionen 17 Prozent, im Jahr 2006 waren es noch 14 Prozent.

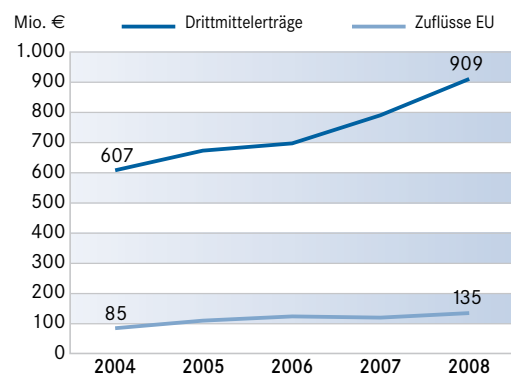
### Wissenschaftliche Gäste in der Helmholtz-Gemeinschaft

Anhaltend ist die internationale wissenschaftliche Attraktivität der Forschungszentren für ausländische Wissenschaftler. Dies zeigt sich in der hohen Zahl der Gäste, die im Jahr 2008 zum wissenschaftlichen Austausch und zur Arbeit an den Forschungsinfrastrukturen an die Zentren kamen. Knapp 4.500 Wissenschaftler aus aller Welt nutzten die Forschungsmöglichkeiten in den Helmholtz-Zentren.

### Partner der Wirtschaft

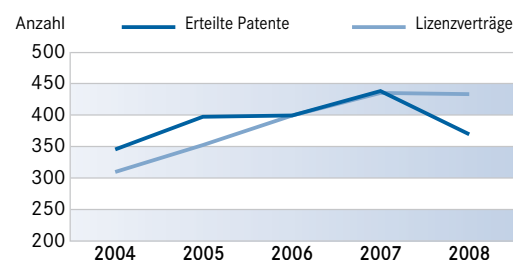
- Zuflüsse der EU aus dem 7. Rahmenprogramm betragen im Jahr 2008 135 Mio. Euro. Die Helmholtz-Gemeinschaft ist damit führend unter den Wissenschaftsorganisationen.
- Im Jahr 2008 wurden Drittmittel in Höhe von 909<sup>1)</sup> Mio. Euro eingeworben, was einer Steigerung von 15 Prozent im Vergleich zum Vorjahr 2007 entspricht. 2007 waren es 789 Mio. Euro.
- In den vergangenen fünf Jahren ist bei der Drittmittelinwerbung somit eine Steigerung um 50 Prozent zu verzeichnen oder auch durchschnittlich 11 Prozent pro Jahr.

### Drittmittelerträge



- Im Berichtsjahr 2008 wurden 370 Patente erteilt. In den vergangenen drei Jahren wurden jährlich jeweils rund 400 Patente neu erteilt.
- Bei den Lizenzverträgen kann mit 434 im Jahr 2008 abgeschlossenen Verträgen ein genauso gutes Ergebnis wie im Jahr 2007 erreicht werden. Der finanzielle Umfang der Lizenzerträge betrug im Jahr 2006 rund 11 Mio. Euro, in den Jahren 2007 und 2008 jeweils rund 15 Mio. Euro.

### Patente



- Innerhalb der letzten vier Jahre wurden 39 Unternehmen aus der Helmholtz-Gemeinschaft ausgegründet. Damit kann sich die Helmholtz-Gemeinschaft im Wettbewerb gut behaupten.

<sup>1)</sup> In den hier dargestellten Drittmittelerträgen sind auch die Projektfördermittel des Bundes mit enthalten für PETRA III, XFEL und FAIR.



## PROGRAMMORIENTIERTE FÖRDERUNG

Die Helmholtz-Gemeinschaft stellt sich dem permanenten wissenschaftlichen Wettbewerb: Die Programmorientierte Förderung ist das Finanzierungsprinzip der Forschung in der Helmholtz-Gemeinschaft. Den Kern der Programmorientierten Förderung bildet die Finanzierung von Programmen auf der Basis strategischer Begutachtungen. Die Ausrichtung der Förderung an Forschungsprogrammen ermöglicht es den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, über die Grenzen von Institutionen und Disziplinen hinweg zu kooperieren. Die Programmorientierte Förderung fördert jedoch auch den Wettbewerb um die Fördermittel der 16 Forschungszentren und der Programme untereinander. Ihre Höhe ist für die Programmlaufzeit von jeweils fünf Jahren an die Ergebnisse strategisch-programmatischer Begutachtungen gekoppelt. Durch Programmorientierte Förderung macht die Helmholtz-Gemeinschaft Kosten und Personalkapazitäten in den sechs Forschungsbereichen transparent.

### Forschen mit neuen Ansätzen

Um neue wissenschaftliche Fragestellungen und Forschungsansätze aufzugreifen, Know-how zu erweitern und bedeutsame

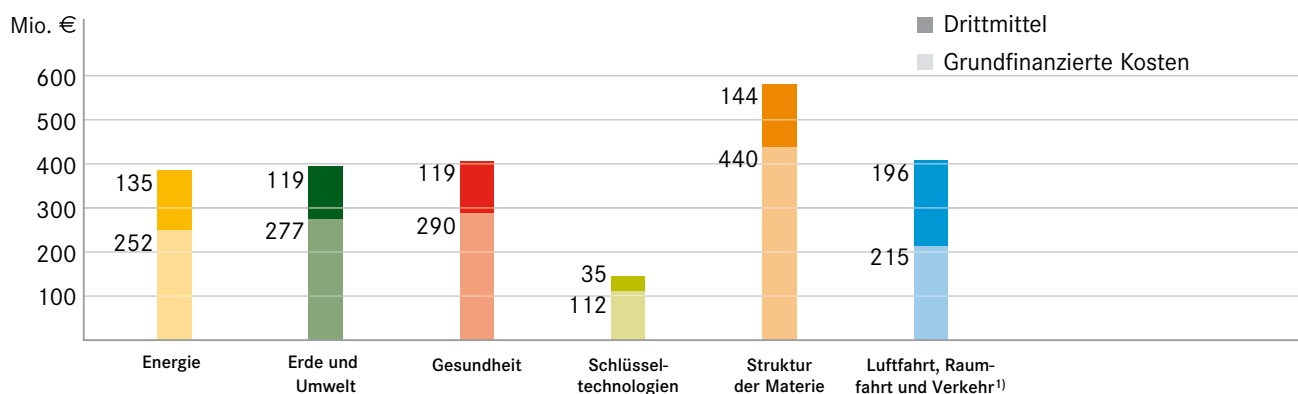
strategische Projekte vorzubereiten, stehen den Zentren zusätzlich Mittel der so genannten Programmungebundenen Forschung zur Verfügung. Die Höhe dieser Mittel ist an den Erfolg der Zentren in den Begutachtungen gebunden. Sie beträgt 20 Prozent der insgesamt eingeworbenen Programmmittel. Nutzen Zentren diese Mittel zur Verstärkung innovativer Ansätze in den bestehenden Forschungsprogrammen, werden diese Mittel direkt den Kosten des jeweiligen Programms zugeordnet. Werden mit diesen Mitteln neue Projekte angestoßen und neue Themenfelder erschlossen, werden diese Mittel separat unter dem Punkt Programmungebundene Forschung ausgewiesen.

### Besonderes leisten

In den Sonderaufgaben werden Aufgaben der Zentren gebündelt, die sie unabhängig von ihrer wissenschaftlichen Zielsetzung erbringen. Beispielhaft sei hier die Ausbildung junger Menschen in technischen und kaufmännischen Berufen genannt oder die Wahrnehmung von speziellen wissenschaftlich-technischen und administrativen Managementaufgaben für Bundes- oder Landesministerien.

### Grund- und Drittmittelfinanzierte Kosten der Forschungsbereiche 2008

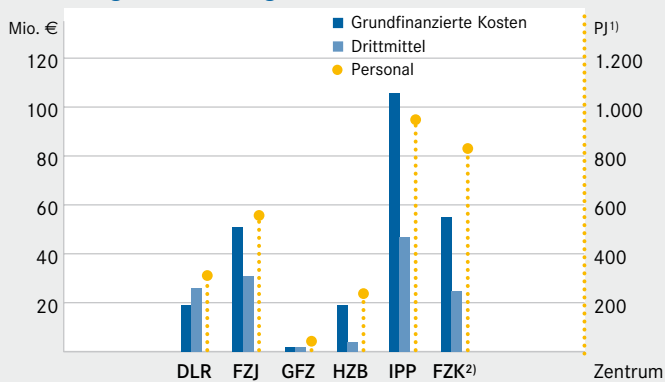
(inkl. der zur Verstärkung der bestehenden Forschungsprogramme eingesetzten Mittel für die Programmungebundene Forschung)



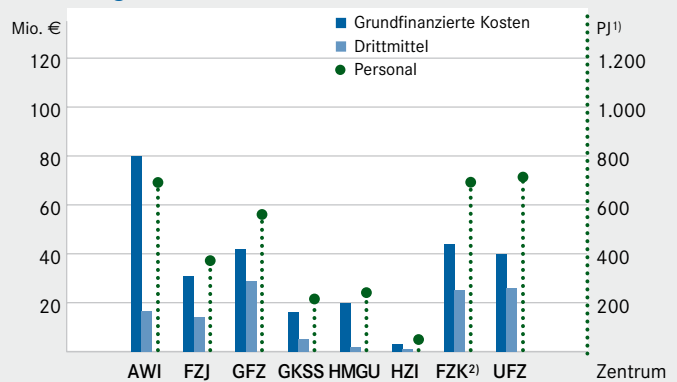
<sup>1)</sup> Bis zum 31.12.2008 Verkehr und Weltraum

# KOSTEN UND PERSONAL 2008

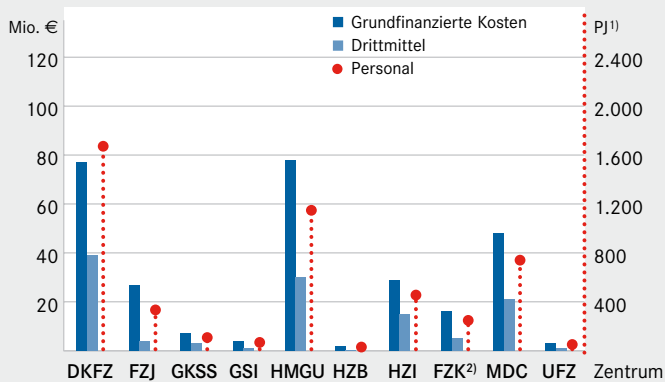
## Forschungsbereich Energie



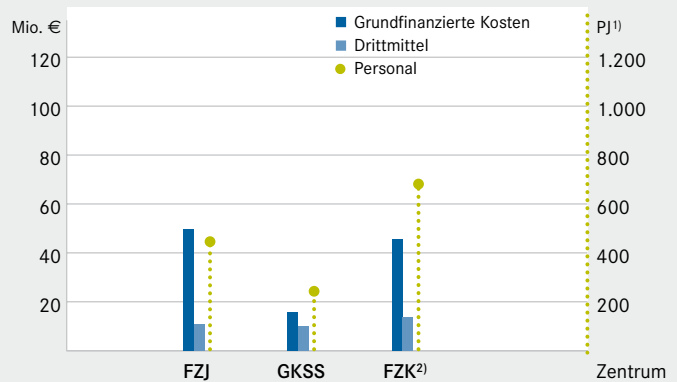
## Forschungsbereich Erde und Umwelt



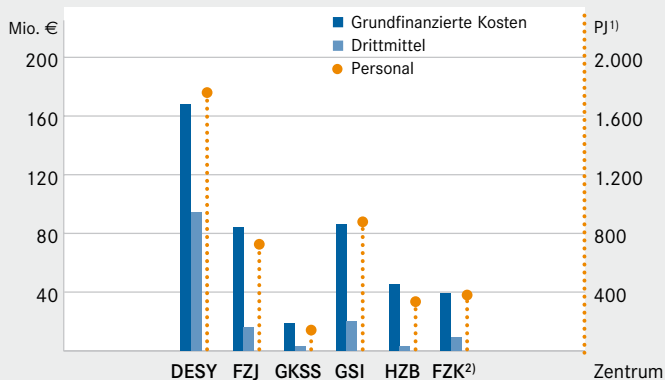
## Forschungsbereich Gesundheit



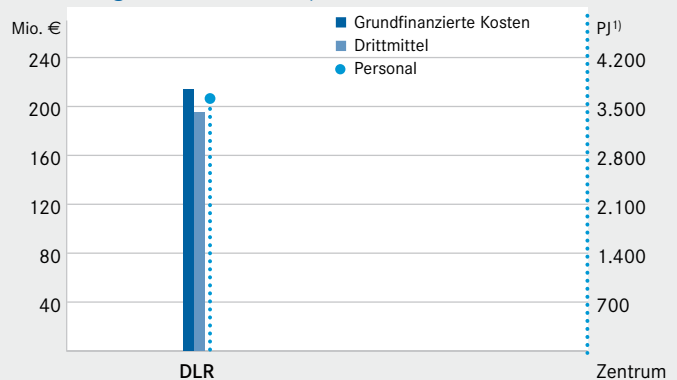
## Forschungsbereich Schlüsseltechnologien



## Forschungsbereich Struktur der Materie



## Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr<sup>3)</sup>



<sup>1)</sup> Personenjahre (Vollzeitäquivalente); <sup>2)</sup> Seit dem 1.10.2009 Karlsruher Institut für Technologie (KIT); <sup>3)</sup> Bis zum 31.12.2008 Verkehr und Weltraum

Kosten und Personal der Helmholtz-Gemeinschaft als Gesamtübersicht	Kosten Grundfinanzierte Kosten T€	Kosten Drittmittel T€	Kosten Gesamt- kosten T€	Personal Gesamt- personal PJ <sup>1)</sup>
Summe Forschungsbereiche	1.584.975	748.940	2.333.915	20.324
Programmungebundene Forschung <sup>2)</sup>	33.029	15.919	48.948	457
Sonderaufgaben <sup>3)</sup>	88.448	144.474	232.922	2.599
<b>Summe Helmholtz-Gemeinschaft</b>	<b>1.706.452</b>	<b>909.333</b>	<b>2.615.785</b>	<b>23.380<sup>4)</sup></b>

<sup>1)</sup>Personenjahre (Vollzeitäquivalente) <sup>2)</sup>Die Mittel für die Programmungebundene Forschung betragen bis zu 20 Prozent der insgesamt eingeworbenen Programmmittel. Nutzen Zentren diese Mittel zur Verstärkung der bestehenden Forschungsprogramme, werden diese direkt den Kosten des jeweiligen Programms zugeordnet.

<sup>3)</sup>Siehe Seite 97 <sup>4)</sup>In natürlichen Personen sind das 27.913 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Helmholtz-Gemeinschaft.

	Grundfinanzierte Kosten T€	Drittmittel T€	Gesamt- kosten T€	Gesamt- personal PJ <sup>1)</sup>
<b>Forschungsbereich Energie</b>				
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	18.788	25.862	44.650	306
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	51.022	30.612	81.634	552
Forschungszentrum Karlsruhe (FZK) <sup>5)</sup>	55.237	24.993	80.230	826
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)	19.041	4.176	23.217	232
Helmholtz-Zentrum Potsdam (GFZ)	1.583	1.854	3.437	37
Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP)	106.280	47.223	153.503	944
<b>Summe Forschungsbereich Energie</b>	<b>251.951</b>	<b>134.720</b>	<b>386.671</b>	<b>2.897</b>
<b>Forschungsbereich Erde und Umwelt</b>				
Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI)	80.253	16.804	97.057	687
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	30.992	13.595	44.587	367
Forschungszentrum Karlsruhe (FZK) <sup>5)</sup>	44.399	25.011	69.410	688
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht (GKSS)	15.633	5.147	20.780	210
Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI)	2.923	1.471	4.394	44
Helmholtz Zentrum München (HMGU)	20.081	2.077	22.158	236
Helmholtz-Zentrum Potsdam (GFZ)	42.312	29.077	71.389	556
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)	40.290	25.855	66.145	709
<b>Summe Forschungsbereich Erde und Umwelt</b>	<b>276.883</b>	<b>119.037</b>	<b>395.920</b>	<b>3.497</b>
<b>Forschungsbereich Gesundheit</b>				
Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg (DKFZ)	76.751	39.209	115.960	1.668
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	27.403	4.199	31.602	324
Forschungszentrum Karlsruhe (FZK) <sup>5)</sup>	15.645	4.942	20.587	238
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht (GKSS)	6.603	2.940	9.543	97
GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung (GSI)	3.860	658	4.518	57
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)	1.756	127	1.883	19
Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI)	29.338	14.982	44.320	446
Helmholtz Zentrum München (HMGU)	77.943	30.053	107.996	1.142
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)	2.929	728	3.657	40
Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC)	47.629	21.347	68.976	760
<b>Summe Forschungsbereich Gesundheit</b>	<b>289.857</b>	<b>119.185</b>	<b>409.042</b>	<b>4.791</b>
<b>Forschungsbereich Schlüsseltechnologien</b>				
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	49.657	11.378	61.035	445
Forschungszentrum Karlsruhe (FZK) <sup>5)</sup>	46.208	14.192	60.400	683
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht (GKSS)	15.775	9.696	25.471	240
<b>Summe Forschungsbereich Schlüsseltechnologien</b>	<b>111.640</b>	<b>35.266</b>	<b>146.906</b>	<b>1.368</b>
<b>Forschungsbereich Struktur der Materie<sup>6)</sup></b>				
Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY)	167.701	94.675	262.376	1.751
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	84.372	15.543	99.915	717
Forschungszentrum Karlsruhe (FZK) <sup>5)</sup>	38.528	9.357	47.885	371
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht (GKSS)	18.670	2.503	21.173	132
GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung (GSI)	86.028	19.688	105.716	870
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)	44.702	2.598	47.300	326
<b>Summe Forschungsbereich Struktur der Materie</b>	<b>440.001</b>	<b>144.364</b>	<b>584.365</b>	<b>4.167</b>
<b>Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr<sup>7)</sup></b>				
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	214.643	196.368	411.011	3.604
<b>Summe Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr<sup>7)</sup></b>	<b>214.643</b>	<b>196.368</b>	<b>411.011</b>	<b>3.604</b>

<sup>5)</sup>Seit 1.10.2009 Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

<sup>6)</sup>In den hier dargestellten Drittmittelträgen sind auch die Projektfördermittel des Bundes mit enthalten für PETRA III, XFEL und FAIR.

<sup>7)</sup>Bis zum 31.12.2008 Verkehr und Weltraum

Das Jahresbudget der Helmholtz-Gemeinschaft setzt sich aus Grundfinanzierung und Drittmitteln zusammen. Die Grundfinanzierung wird vom Bund und den jeweiligen Sitz-Ländern der Mitgliedszentren im Verhältnis von 90 Prozent zu 10 Prozent getragen. Rund 30 Prozent des Gesamtbudgets werben die Zentren selbst als Drittmittel ein. Diese grundfinanzierten sowie drittmittelfinanzierten Kosten werden im Geschäftsbericht für den Berichtszeitraum 2008 dargestellt. Aufgrund der strategischen

Ausrichtung der Helmholtz-Gemeinschaft in sechs Forschungsbereichen werden die Gesamtkosten nach Forschungsbereichen (siehe Seite 99) aufgeführt. Für eine übersichtlichere Darstellung der den Zentren zur Verfügung stehenden Finanzmittel wird diese Übersicht analog auf Zentrenebene (siehe unten) dargestellt. Ergänzt wird diese Übersicht durch die Angabe der Personalzahlen in Vollzeitäquivalenten – ebenso auf Forschungsbereichsebene (siehe Seite 99) wie auch auf Zentrenebene (siehe unten).

#### Kosten und Personal nach Zentren 2008

	Grundfinanzierte Kosten T€	Drittmittel T€	Gesamtkosten T€	Gesamtpersonal PJ <sup>1)</sup>
Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI)	80.253	16.804	97.057	687
Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY)	167.701	94.675	262.376	1.751
Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)	76.751	39.209	115.960	1.668
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	233.431	222.230	455.661	3.910
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	243.446	75.327	318.773	2.405
Forschungszentrum Karlsruhe (FZK) <sup>2)</sup>	200.017	78.495	278.512	2.806
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht (GKSS)	56.681	20.286	76.967	679
GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung (GSI)	89.888	20.346	110.234	927
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)	65.499	6.901	72.400	577
Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI)	32.261	16.453	48.714	490
Helmholtz Zentrum München (HMGU)	98.024	32.130	130.154	1.378
Helmholtz-Zentrum Potsdam (GFZ)	43.895	30.931	74.826	593
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)	43.219	26.583	69.802	749
Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC)	47.629	21.347	68.976	760
Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP)	106.280	47.223	153.503	944
<b>Programmungebundene Forschung</b>	<b>33.029</b>	<b>15.919</b>	<b>48.948</b>	<b>457</b>
<b>Sonderaufgaben</b>	<b>88.448</b>	<b>144.474</b>	<b>232.922</b>	<b>2.599</b>
<b>Summe Helmholtz-Gemeinschaft</b>	<b>1.706.452</b>	<b>909.333<sup>3)</sup></b>	<b>2.615.785</b>	<b>23.380</b>

Dem neu gegründeten Deutschen Zentrum für Degenerative Erkrankungen (DZNE) wird ab dem Jahr 2009 ein Budget zur Verfügung gestellt.

<sup>1)</sup> Personenjahre (Vollzeitäquivalente)

<sup>2)</sup> Seit 1.10.2009 Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

<sup>3)</sup> In den hier dargestellten Drittmittelträgen sind auch die Projektfördermittel des Bundes mit enthalten für PETRA III, XFEL und FAIR.

# DIE ZWEITE RUNDE DER PROGRAMMORIENTIERTEN FÖRDERUNG

Mit dem Jahr 2009 hat die zweite Programmperiode im Rahmen der Programmorientierten Förderung, zunächst für die Forschungsbereiche Erde und Umwelt, Gesundheit und Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr begonnen. Im Jahr 2010 startet die zweite Runde für die Forschungsbereiche Energie, Schlüsseltechnologien und Struktur der Materie. Die an diesen Forschungsbereichen beteiligten Zentren haben sich dafür neu aufgestellt und ihre FuE-Kapazitäten in diesen Bereichen zu insgesamt 28 neuen Programmen gebündelt. Die als Ergebnis der Begutachtung vom Senat empfohlene Finanzierung

dieser 28 Programme ist für die zweite Programmperiode in ihrer Gesamtheit dargestellt. Diese Summe umfasst jeweils die gesamten fünf Förderjahre. Berechnungsgrundlage sind dabei die grundfinanzierten Vollkosten, die im Unterschied zu den Angaben für die erste Programmperiode auch die Infrastrukturkosten enthalten. Um die tatsächlichen Veränderungen zwischen erster und zweiter Programmperiode sichtbar zu machen, wurden die Infrastrukturkosten für das Berichtsjahr 2008 anhand eines internen Schlüssels ebenfalls bereits den einzelnen Programmen zugerechnet.

## Fördermittel 2009–2013

Forschungsbereich	Grundfinanzierte Kosten T€
<b>Forschungsbereich Erde und Umwelt</b>	
AWI	448.633
FZJ	148.243
GFZ	198.863
GKSS	100.908
HMGU	92.513
KIT <sup>3)</sup>	90.732
UFZ	227.084
<b>Summe</b>	<b>1.306.976</b>
<b>Forschungsbereich Gesundheit</b>	
DKFZ	599.137
DZNE	200.000 <sup>4)</sup>
FZJ	151.424
GKSS	25.269
GSI	19.333
HMGU	403.750
HZI	220.761
MDC	297.781
UFZ	27.431
<b>Summe</b>	<b>1.944.886</b>
<b>Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr</b>	
DLR	1.317.145
<b>Summe</b>	<b>1.317.145</b>

## Fördermittel 2010–2014

Forschungsbereich	Grundfinanzierte Kosten T€
<b>Forschungsbereich Energie<sup>1)</sup></b>	
DLR	99.262
FZJ	292.546
GFZ	10.779
HZB	104.248
IPP	471.370
KIT <sup>3)</sup>	498.483
UFZ	21.101
<b>Summe</b>	<b>1.497.789</b>
<b>Forschungsbereich Schlüsseltechnologien</b>	
FZJ	504.567
GKSS	110.954
KIT <sup>3)</sup>	451.855
<b>Summe</b>	<b>1.067.376</b>
<b>Forschungsbereich Struktur der Materie<sup>2)</sup></b>	
DESY	981.549
FZJ	265.497
GKSS	47.958
GSI	396.388
HZB	373.182
KIT <sup>3)</sup>	206.170
<b>Summe</b>	<b>2.270.744</b>

In den Forschungsbereichen Erde und Umwelt, Gesundheit sowie Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr haben sich ab dem 1. Januar 2009 neue Strukturen der Forschungsprogramme ergeben; für die Forschungsbereiche Energie, Schlüsseltechnologien sowie Struktur der Materie ergeben sich diese ab dem 1. Januar 2010. Grafiken mit der Darstellung der neuen Mittelverteilung auf Programmebene befinden sich neben der inhaltlichen Beschreibung der neuen Programme jeweils auf den Seiten der Forschungsbereiche (Energie S. 18/19, Erde und Umwelt S. 30/31, Gesundheit S. 42/43, Schlüsseltechnologien S. 56/57, Struktur der Materie S. 66/67, Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr S. 78/79).

<sup>1)</sup> Bitte beachten: Aufgrund der Initiative Energiespeicher/Wasserstoff der Helmholtz-Gemeinschaft sind die Kosten im Bereich Energie nur vorläufige Zahlen. Die endgültigen Zahlen werden zu Beginn des Jahres 2010 erwartet. <sup>2)</sup> Bitte beachten: Aufgrund der High Data Rate Processing and Analysis Initiative der Helmholtz-Gemeinschaft sind die Kosten im Bereich Struktur der Materie nur vorläufige Zahlen. Die endgültigen Zahlen werden zu Beginn des Jahres 2010 erwartet. <sup>3)</sup> Seit 1.10.2009 Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Im Geschäftsbericht der Helmholtz-Gemeinschaft kann nur der Helmholtz-Anteil an den Kosten aufgeführt werden. <sup>4)</sup> Auf Basis des Startbudgets des DZNE.

# ORGANE UND ZENTRALE GREMIEN

Stand: Oktober 2009

## Präsident

**Prof. Dr. Jürgen Mlynek**

## Vizepräsidenten

**Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Koordinator für den Forschungsbereich Energie**  
**Prof. Dr. Eberhard Umbach**, Präsident des  
Karlsruher Instituts für Technologie

**Vizepräsidentin der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Koordinatorin für den Forschungsbereich  
Erde und Umwelt**

**Prof. Dr. Karin Lichte**, Direktorin des  
Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und  
Meeresforschung

**Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Koordinator für den Forschungsbereich  
Gesundheit**

**Prof. Dr. Otmar D. Wiestler**, Vorstandsvorsitzender  
des Deutschen Krebsforschungszentrums

**Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Koordinator für den Forschungsbereich  
Schlüsseltechnologien**

**Prof. Dr. Achim Bachem**, Vorstandsvorsitzender  
des Forschungszentrums Jülich

**Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Koordinator für den Forschungsbereich  
Struktur der Materie**

**Prof. Dr. Horst Stöcker**, Wissenschaftlicher  
Geschäftsführer des GSI Helmholtzzentrums  
für Schwerionenforschung

**Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Koordinator für den Forschungsbereich  
Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr**

**Prof. Dr. Johann-Dietrich Wörner**, Vorsitzender  
des Vorstandes des Deutschen Zentrums für  
Luft- und Raumfahrt

### Kaufmännischer Vizepräsident

**Dr. Nikolaus Blum**, Kaufmännischer Geschäfts-  
führer des Helmholtz Zentrums München –  
Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit  
und Umwelt

### Kaufmännischer Vizepräsident

**Klaus Hamacher**, Stellvertretender Vorsitzender  
des Vorstandes des Deutschen Zentrums für  
Luft- und Raumfahrt

## Geschäftsstelle

**Geschäftsführung**  
**Dr. Rolf Zettl**

## Senat

### GEWÄHLTE MITGLIEDER

**Prof. Dr. Dr. Andreas Barner**, Sprecher der  
Unternehmensleitung und Pharma Forschung,  
Entwicklung und Medizin,  
Boehringer Ingelheim GmbH

**Prof. Dr. Ralph Eichler**,  
Präsident der ETH Zürich, Schweiz

**Prof. Dr. Katharina Kohse-Höinghaus**,  
Fakultät für Chemie, Universität Bielefeld

**Prof. Dr. Gerd Litfin**, Vorsitzender des  
Aufsichtsrats der Linos AG, Göttingen

**Prof. Dr. Liqiu Meng**, Vizepräsidentin  
Technische Universität München

**Dr. Detlef Müller-Wiesner**, Senior Vice-President,  
Chief Operating Officer Innovation und CTO  
Deputy Corporate Technical Office EADS-Surenes,  
France

**Prof. Dr. Mary Osborn**, Max-Planck-Institut  
für biophysikalische Chemie, Göttingen

**Prof. Dr. Hermann Requardt**, Mitglied des  
Vorstandes der Siemens AG, München

**Prof. Dr. Robert Rosner**, University of  
Chicago, USA

**Prof. Dr. Ulrich Seiffert**, Geschäftsführer  
WiTech Engineering GmbH, Braunschweig

**Prof. Dr. Klaus Töpfer**, ehem. Under Secretary  
General United Nations und Gründungsdirektor  
Institute for Advanced Sustainability Studies,  
Potsdam

**Prof. Dr. Ulrich Wagner**, Technische Universität  
München, Lehrstuhl für Energiewirtschaft und  
Anwendungstechnik, München

### MITGLIEDER DES SENATS EX OFFICIO

**Prof. Dr. Hans-Jörg Bullinger**, Präsident der  
Fraunhofer-Gesellschaft, München

**Prof. Dr. Peter Frankenberg**, Minister  
für Wissenschaft, Forschung und Kunst  
des Landes Baden-Württemberg, Stuttgart

**Werner Gatzert**, Staatssekretär im Bundes-  
ministerium der Finanzen, Berlin

**Dr. Robert Heller**, Staatsrat der Behörde  
für Finanzen der Stadt Hamburg, Hamburg

**Jochen Homann**, Staatssekretär im Bundes-  
ministerium für Wirtschaft und Technologie, Berlin

**Michael Kretschmer**, Mitglied des  
Deutschen Bundestages, Berlin

**Prof. Dr. Jürgen Mlynek**, Präsident der  
Helmholtz-Gemeinschaft

**Renate Jürgens-Pieper**, Senatorin für Bildung  
und Wissenschaft, Bremen

**Prof. Dr. Annette Schavan**,  
Bundesministerin für Bildung und Forschung

**Prof. Dr. Margret Wintermantel**, Präsidentin  
der Hochschulrektorenkonferenz, Bonn

### GÄSTE EX OFFICIO

**Prof. Dr. Achim Bachem**, Vizepräsident der  
Helmholtz-Gemeinschaft, Vorstandsvorsitzender  
des Forschungszentrums Jülich

**Prof. Dr. Peter Gruss**, Präsident der  
Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung  
der Wissenschaften, München

**Klaus Hamacher**, Vizepräsident der Helmholtz-  
Gemeinschaft, Stellvertretender Vorsitzender  
des Vorstandes des Deutschen Zentrums für  
Luft- und Raumfahrt, Köln

**Cornelia Jebsen**, Vertreterin der Betriebs- und Personalräte der Helmholtz-Zentren, Forschungszentrum Jülich

**Prof. Dr. Matthias Kleiner**, Präsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Bonn

**Dr. Martin Lipp**, Vorsitzender des Ausschusses der Vorsitzenden der Wissenschaftlich-Technischen Räte der Helmholtz-Zentren, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch

**Prof. Dr. Karin Lochte**, Vizepräsidentin der Helmholtz-Gemeinschaft, Direktorin des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven

**Dr. Nikolaus Blum**, Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft, Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

**Dr. Simone Richter**, Stellvertretende Vorsitzende des Ausschusses der Vorsitzenden der Wissenschaftlich-Technischen Räte der Helmholtz-Zentren, GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, Darmstadt

**Prof. Dr. Dr. Ernst Rietschel**, Präsident der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz, Berlin

**Prof. Dr. Horst Stöcker**, Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft, Wissenschaftlicher Geschäftsführer des GSI Helmholtzzentrums für Schwerionenforschung, Darmstadt

**Prof. Dr. Peter Strohschneider**, Vorsitzender des Wissenschaftsrates, Köln

**Prof. Dr. Eberhard Umbach**, Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft, Vorsitzender des Vorstandes des Karlsruher Instituts für Technologie

**Prof. Dr. Otmar D. Wiestler**, Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft, Vorsitzender des Vorstandes des Deutschen Krebsforschungszentrums, Heidelberg

**Prof. Dr. Johann-Dietrich Wörner**, Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft, Vorsitzender des Vorstandes des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt, Köln

## Mitgliederversammlung

**Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, SdÖR**

**Prof. Dr. Karin Lochte**, Direktorin,  
**Dr. Heike Wolke**, Verwaltungsdirektorin

**Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, SdPR**

**Prof. Dr. Helmut Dosch**,  
Vorsitzender des Direktoriums,  
**Christian Scherf**, Administrativer Direktor

**Deutsches Krebsforschungszentrum, SdÖR**

**Prof. Dr. Otmar D. Wiestler**,  
Vorsitzender des Stiftungsvorstandes und  
Wissenschaftlicher Vorstand,  
**Dr. Josef Puchta**, Administrativ-kaufmännischer  
Vorstand

**Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.**

**Prof. Dr. Johann-Dietrich Wörner**,  
Vorsitzender des Vorstandes,  
**Klaus Hamacher**, Stellvertretender  
Vorsitzender des Vorstandes

**Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen e.V.**

**Prof. Dr. Pierluigi Nicotera MD PhD**,  
Wissenschaftlicher Vorstand,  
**Ursula Weyrich**, Administrativer Vorstand

**Forschungszentrum Jülich GmbH**

**Prof. Dr. Achim Bachem**,  
Vorsitzender des Vorstandes,  
**Dr. Ulrich Krafft**, Stellvertretender  
Vorsitzender des Vorstandes

**GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH**

**Prof. Dr. Wolfgang Kaysser**,  
Wissenschaftlich-technischer Geschäftsführer,  
**Michael Ganß**,  
Kaufmännischer Geschäftsführer

**GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH**

**Prof. Dr. Horst Stöcker**,  
Wissenschaftlicher Geschäftsführer,  
**Christiane Neumann**,  
Kaufmännische Geschäftsführerin

**Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH**

**Prof. Dr.-Ing. Anke Rita Kaysser-Pyzalla**,  
Wissenschaftliche Geschäftsführerin  
**Dr. Ulrich Breuer**,  
Kaufmännischer Geschäftsführer

**Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung GmbH**

**Prof. Dr. Jürgen Wehland**,  
Wissenschaftlicher Geschäftsführer (komm.),  
**Dr. Georg Frischmann**,  
Administrativer Geschäftsführer (bis 31.10.2009)

**Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt GmbH**

**Prof. Dr. Günther Wess**,  
Wissenschaftlich-technischer Geschäftsführer,  
**Dr. Nikolaus Blum**,  
Kaufmännischer Geschäftsführer

**Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, SdÖR**

**Prof. Dr. Reinhard Hüttl**,  
Wissenschaftlicher Vorstand,  
**Dr. Bernhard Raiser**, Administrativer Vorstand

**Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ**

**Prof. Dr. Georg Teutsch**,  
Wissenschaftlicher Geschäftsführer,  
**Dr. Andreas Schmidt**,  
Administrativer Geschäftsführer

**Karlsruher Institut für Technologie, KdÖR**

**Prof. Dr. Eberhard Umbach**, Präsident,  
**Dr. Alexander Kurz**, Vizepräsident

**Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch, SdÖR**

**Prof. Dr. Walter Rosenthal**,  
Vorsitzender des Stiftungsvorstandes,  
**Cornelia Lanz**, Administrativer Vorstand

**Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (assoziertes Mitglied)**

**Prof. Dr. Günther Hasinger**,  
Wissenschaftlicher Direktor,  
**Christina Wenninger-Mrozek**,  
Administrative Geschäftsführerin

# SENATSKOMMISSIONEN

Stand: Oktober 2009

Die Senatskommissionen tagen unter dem Vorsitz des Präsidenten der Helmholtz-Gemeinschaft, Prof. Dr. Jürgen Mlynek.

## STÄNDIGE MITGLIEDER

### Forschungsbereich Energie

**Prof. Dr. Thomas Hartkopf**

Leiter Fachgebiet Regenerative Energien, Technische Universität Darmstadt

### Forschungsbereich Erde und Umwelt

**Prof. Dr. Volker Josef Mosbrugger**

Direktor des Forschungsinstituts und Naturmuseums Senckenberg

### Forschungsbereich Gesundheit

**Prof. em. Dr. Heidi Diggelmann**

Universität de Lausanne, Schweiz, und ehem. Präsidentin des Forschungsrats des Schweizerischen Nationalfonds

### Forschungsbereich Schlüsseltechnologien

**Prof. Dr. Dieter Jahn**

Leiter des Globalen Kompetenzzentrums Hochschulbeziehungen und Forschungsplanung der BASF-Gruppe

### Forschungsbereich Struktur der Materie

**Prof. Dr. Vera Lüth**

Stanford Linear Accelerator Center, Stanford, USA

### Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr

**Jörg Feustel-Büechl**

ehem. Direktor European Space Agency

### Vertreter des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

**Ulrich Schüller**

Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn

### Ländervertreter

**Dr. Heribert Knorr**

Ministerialdirigent, Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst, Baden-Württemberg, Stuttgart

**Dr. Beate Wieland**

Ministerialdirigentin, Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf

Die ständigen Mitglieder gehören allen sechs Senatskommissionen an.

## SENATSKOMMISSION

### Forschungsbereich Energie

**Senatsvertreter Prof. Dr. Hermann Requardt** Mitglied des Vorstandes der Siemens AG, München

**Senatsvertreter Prof. Dr. Ulrich Wagner** Technische Universität München

**Vertreter des Bundes Dr. Knut Kübler** Ministerialrat, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bonn

### Vorsitzende der Gutachtergruppen\*

**Erneuerbare Energien Prof. Dr. Louis Schlapbach** ETH Zürich, Schweiz

**Rationelle Energieumwandlung und -nutzung Prof. Dr. Alexander Wokaun** Paul-Scherrer-Institut, Villigen, Schweiz

**Kernfusion Prof. Dr. Walter F. Henning** Argonne National Laboratory, Illinois, USA

**Nukleare Sicherheitsforschung Dr. Phillip Finck** Idaho National Laboratory, Idaho Falls, USA

**Technologie, Innovation und Gesellschaft (gemeinsames Programm mit dem Forschungsbereich Schlüsseltechnologien)**

**Prof. Dr. Ortwin Renn** Universität Stuttgart

## SENATSKOMMISSION

### Forschungsbereich Erde und Umwelt

**Senatsvertreter Prof. Dr. Klaus Töpfer** ehem. Under Secretary General United Nations und Gründungsdirektor Institute for Advanced Sustainability Studies, Potsdam

**Senatsvertreter Prof. Dr. Liqiu Meng** Vizepräsidentin TU München

**Vertreter des Bundesministeriums für Bildung und Forschung Hartmut Grübel** Ministerialdirigent, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn

### Vorsitzende der Gutachtergruppen\*

**Geosystem: Erde im Wandel Prof. Dr. Roy H. Gabrielsen** Dept. of Geosciences, University of Oslo, Norwegen

**Marine, Küsten- und Polare Systeme Prof. Dr. Guy Brasseur** National Center for Atmospheric Research, Boulder, USA

**Atmosphäre und Klima Prof. Dr. Thomas Stocker** Institut für Klima- und Umwelphysik, Universität Bern, Schweiz

**Terrestrische Umwelt Prof. Dr. Johan Bouma** ehem. Wageningen Agricultural University, Niederlande

\*Die Gutachtergruppen bestehen nur während der Zeit der Programmbegutachtungen.





## SENATSKOMMISSION

### Forschungsbereich Gesundheit

**Senatsvertreter** Prof. Dr. Dr. **Andreas Barner** Sprecher der Unternehmensleitung und Pharma Forschung, Entwicklung und Medizin, Boehringer Ingelheim GmbH

**Senatsvertreterin** Prof. Dr. **Mary Osborn** Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie, Göttingen

**Vertreter des Bundesministeriums für Bildung und Forschung**

**Dr. Peter Lange** Ministerialdirigent, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin

### Vorsitzende der Gutachtergruppen\*

**Krebsforschung** Prof. Dr. em. **Paul Neiman** Mitglied und Direktor em., Division of Basic Sciences, Fred Hutchinson Cancer Research Center, Seattle, USA

**Herz-Kreislauf und Stoffwechselforschung** Prof. Dr. **Thomas F. Lüscher** Direktor, Klinik für Kardiologie, Universitäts-Spital Zürich, Schweiz

**Funktion und Dysfunktion des Nervensystems** Prof. Dr. **Mark Hallett** Leiter, Human Motor Control Section, National Institute of Neurological Disorders and Stroke NINDS, Bethesda, USA

**Infektion und Immunität** Prof. Dr. **Dennis L. Kasper** Channing Laboratory, Department of Medicine, Harvard Medical School, Boston, USA

**Umweltbedingte Störungen der Gesundheit** Prof. **David A. Schwartz** Direktor, National Institute of Environmental Health Sciences, Research Triangle Park, USA

**Systemische Analyse von multifaktoriellen Erkrankungen**

**Prof. Dr. Nouria Hernandez** Direktor, Center for Integrative Genomics, Université de Lausanne, Schweiz

## SENATSKOMMISSION

### Forschungsbereich Schlüsseltechnologien

**Senatsvertreter** Prof. Dr. **Gerd Litfin** Vorsitzender des Aufsichtsrats, Linos AG, Göttingen

**Senatsvertreterin** Prof. Dr. **Katharina Kohse-Höinghaus** Fakultät für Chemie, Universität Bielefeld

**Vertreter des Bundesministeriums für Bildung und Forschung**

**Dr. Rainer Jansen** Ministerialdirigent, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn

### Vorsitzende der Gutachtergruppen\*

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

**Grundlagen für zukünftige Informationstechnologien**

**Prof. Dr. Michael M.T. Loy** Chair Professor, Department of Physics, The Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong

**NANOMIKRO: Wissenschaft, Technologie und Systeme**

**Prof. Dr. Erich Gornik** Institut für Festkörperelektronik und Zentrum für Mikro- und Nanostrukturen, Technische Universität Wien, Österreich

**Funktionale Werkstoffsysteme** Prof. Dr. **Berthold Scholtes**

Institut für Werkstofftechnik, Universität Kassel

**BioSoft: Makromolekulare Systeme und biologische**

**Informationsverarbeitung** Prof. Dr. **Georg Maret** Soft Matter Physics, Universität Konstanz

**BioGrenzflächen: Molekulare und zelluläre Interaktionen an**

**funktionellen Grenzflächen** Prof. Dr. **Ernst Hafen** Institute for Molecular Systems Biology, ETH Zürich, Schweiz

## SENATSKOMMISSION

### Forschungsbereich Struktur der Materie

**Senatsvertreter** Prof. Dr. **Robert Rosner** University of Chicago, USA

**Senatsvertreter** Prof. Dr. **Ralph Eichler** Präsident ETH Zürich

**Vertreterin des Bundesministeriums für Bildung und Forschung**

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

### Vorsitzende der Gutachtergruppen\*

**Elementarteilchenphysik** Prof. Dr. **Michael Davier** Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire, Université Paris-Sud, Frankreich

**Astroteilchenphysik** Prof. Dr. **Roger Blandford** Kavli Institute for Particle Astrophysics and Cosmology, Stanford, USA

**Physik der Hadronen und Kerne** Prof. Dr. **Barbara Jacak** State University of New York, USA

**Forschung mit Photonen, Neutronen und Ionen (PNI)**

**Prof. Dr. Joël F. Mesot** Paul-Scherrer-Institut, Villigen, Schweiz

## SENATSKOMMISSION

### Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr

**Senatsvertreter** Prof. Dr. **Ulrich Seiffert** Geschäftsführer WiTech Engineering GmbH, Braunschweig

**Senatsvertreter** Dr. **Detlef Müller-Wiesner** Senior Vice-President, Chief Operating Officer Innovation und CTO Deputy Corporate Technical Office, EADS

**Vertreter des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie**

**Helge Engelhard** Ministerialdirigent, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bonn

### Vorsitzende der Gutachtergruppen\*

**Luftfahrt** Prof. Dr. **Jürgen Klenner** Senior Vice President

Flight Physics, Airbus Engineering, Blagnac, Frankreich

**Raumfahrt** Dipl.-Ing. **Jürgen Breitkopf** Geschäftsführer

Kayser-Threde GmbH, München

**Verkehr** Prof. Dr. **George A. Giannopoulos** Head Hellenic Institute of Transport, Thessaloniki, Griechenland

\*Die Gutachtergruppen bestehen nur während der Zeit der Programmbegutachtungen.

# WISSENSCHAFTLICHE PREISE UND AUSZEICHNUNGEN FÜR FORSCHERINNEN UND FORSCHER IN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

ab der Preissumme 10.000 Euro und besondere ausgewählte Auszeichnungen, Zeitraum 2008/2009, Stand Oktober 2009



Nobelpreis  
für Medizin 2008

Prof. Dr. Harald zur Hausen, ehem. Stiftungsvorstand des Deutschen Krebsforschungszentrums, Heidelberg, mit zwei anderen Preisträgern

**AI Advanced Photon Source Arthur H. Compton Award**  
Dr. Gerhard Grübel, Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

**Advanced Investigator Grant des European Research Council ERC**

Prof. Dr. Vasilis Ntziachristos, Helmholtz Zentrum München – Deutsches Zentrum für Gesundheit und Umwelt

**Warren Alpert Foundation Preis 2007 (verliehen 2008)**

Prof. Dr. Harald zur Hausen, ehem. Stiftungsvorstand, und Prof. Lutz Gissmann, Deutsches Krebsforschungszentrum

**Award for Excellence in Cancer Control 2009**

Prof. Dr. Harald zur Hausen, ehem. Stiftungsvorstand des Deutschen Krebsforschungszentrums

**BI Gunther-Bastert-Innovationspreis 2008**

Prof. Dr. Otmar D. Wiestler, Deutsches Krebsforschungszentrum

**Becquerel-Medaille 2008 der Royal Society of Chemistry**

Prof. Dr. em. Syed M. Qaim, Forschungszentrum Jülich

**Behnken-Berger-Preis der Berlin-Brandenburgischen Gesellschaft für Nuklearmedizin 2008**

Christoph Bert, GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung

**EI European Research Council Grant**

Dr. Dr. Francesca M. Spagnoli, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch und Charité – Universitätsmedizin Berlin

**GI Stern-Gerlach-Medaille der Deutschen Physikalischen Gesellschaft 2009**

Prof. Dr. Friedrich Wagner, Max-Planck-Institut für Plasmaphysik

**Roland Gutsch Project Management Award 2009**

German-Indonesian Tsunami Early Warning System GITEWS  
Dr. Jörn Lauterjung, Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, und Dr. Sri Woro Harijono, BMKG Indonesien

**Wissenschaftspreis 2009 für „Medizinische Grundlagenforschung“ der GlaxoSmithKline Stiftung**

Prof. Dr. Norbert Hübner, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch



**HI Rahel Hirsch-Stipendium der Charité 2009**

Dr. Racula Niesner, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch und Charité – Universitätsmedizin Berlin

**Honda-Prize 2008**

Prof. Dr. Knut Urban, Forschungszentrum Jülich, zusammen mit Partnern

**Investigator Grant des European Research Council ERC**

Dr. Björn Rost, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

**KI Sofja Kovalevskaja-Preis 2008**

Dr. Jan-Erik Siemens, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch

**LI Landesforschungspreis Baden-Württemberg im Bereich Angewandte Forschung 2009**

Prof. Dr. Jürg Leuthold, Karlsruher Institut für Technologie

**NI Nexans Award 2009, Fonds Culturel de Nexans Suisse SA**

Dr. Gwenaël Imfeld, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ

**SI Chica-und-Heinz-Schaller-Förderpreis 2008**

Dr. Tobias Dick, Deutsches Krebsforschungszentrum

**Claudia von Schilling Preis 2008**

Prof. Dr. Barbara Burwinkel, Deutsches Krebsforschungszentrum, zusammen mit einem weiteren Preisträger

**Wissenschaftspreis des Stifterverbands für die Deutsche Wissenschaft – Erwin-Schrödinger-Preis 2009**

Dr. Martin Bram, Dr. Hans-Peter Buchkremer, Prof. Dr. Detlev Stöver, Forschungszentrum Jülich; Dr. Thomas Imwinkelried, Synthes GmbH, Schweiz

**Forschungspreis der Walter Schulz-Stiftung München 2008**

Prof. Dr. Heike Allgayer, Deutsches Krebsforschungszentrum

**Ernest-Solvay-Preis 2008**

Prof. Dr. em. Christian Wandrey, Forschungszentrum Jülich

**VI Großes Bundesverdienstkreuz mit Stern des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland**

Prof. Dr. Harald zur Hausen, ehem. Stiftungsvorstand des Deutschen Krebsforschungszentrums

**Verdienstkreuz 1. Klasse des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland**

Prof. Dr. Reinhard Hüttel, Wissenschaftlicher Vorstand des Helmholtz-Zentrums Potsdam Deutsches GeoForschungs-Zentrum GFZ

**Verdienstorden des Landes Nordrhein-Westfalen**

Prof. Dr. Peter Grünberg, Forschungszentrum Jülich

**Verdienstorden des Landes Berlin und Großes Verdienstkreuz des Niedersächsischen Verdienstordens**

Prof. Dr. Jürgen Mlynek, Präsident Helmholtz-Gemeinschaft

**WI Carl-Friedrich-von-Weizsäcker-Preis**

Prof. Dr. Jens Reich, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch

# DIE GOVERNANCESTRUKTUR DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

## AUSSCHUSS DER ZUWENDUNGSGEBER

Der Ausschuss der Zuwendungsgeber – Bund und Sitzländer – beschließt die forschungspolitischen Vorgaben einschließlich der Forschungsbereiche für eine mehrjährige Laufzeit und beruft die Mitglieder des Senats.

## SENAT

Der extern besetzte Senat ist neben der Mitgliederversammlung das zentrale Gremium der Helmholtz-Gemeinschaft. Die Mitglieder des Senats sind „ex officio“ Vertreter von Bund und Ländern, Parlament und Wissenschaftsorganisationen sowie für drei Jahre gewählte Persönlichkeiten aus Wissenschaft und Wirtschaft. Im Senat werden alle wichtigen Entscheidungen beraten. Der Senat wählt den Präsidenten und die Vizepräsidenten.

## SENATSKOMMISSION

Um seine Beratungen über die Empfehlung zur Finanzierung der Programme auf der Basis der Ergebnisse der Programmbegutachtung und über die Investitionspriorisierung vorzubereiten, hat der Senat die Senatskommission eingerichtet. Ihr gehören als ständige Mitglieder „ex officio“ Vertreter von Bund und Ländern sowie externe Vertreter für die sechs Forschungsbereiche, aber auch – je nach beratenem Forschungsbereich – wechselnde Mitglieder an.

## PRÄSIDENT

Der hauptamtliche Präsident vertritt die Helmholtz-Gemeinschaft nach außen und moderiert den Dialog zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Er ist zuständig für die Vorbereitung und die Umsetzung der Empfehlungen des Senats zur Programmförderung. Er koordiniert die forschungsbereichsübergreifende Programmentwicklung, das zentrenübergreifende Controlling und die Entwicklung der Gesamtstrategie.

## GESCHÄFTSSTELLE

Die Geschäftsstelle und die internationalen Büros in Brüssel, Moskau und Peking unterstützen den Präsidenten, die Vizepräsidenten und den Geschäftsführer bei der Erfüllung ihrer Aufgaben.

## VIZEPRÄSIDENTEN

Der Präsident wird von acht Vizepräsidenten unterstützt, beraten und vertreten. Sechs wissenschaftliche Vizepräsidenten sind zugleich die Koordinatoren der sechs Forschungsbereiche. Der kaufmännisch-administrative Bereich ist durch zwei administrative Vizepräsidenten vertreten.

Energie

Erde und Umwelt

Gesundheit

Schlüsseltechnologien

Struktur der Materie

Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr

## FORSCHUNGSBEREICHE

In sechs Forschungsbereichen, die auf Grundlage der programmorientierten Förderung forschen, kooperieren Helmholtz-Wissenschaftler zentrenübergreifend mit externen Partnern – interdisziplinär und international.

## MITGLIEDERVERSAMMLUNG

Die Helmholtz-Gemeinschaft ist ein eingetragener Verein, ihre Mitglieder sind 15 rechtlich selbstständige Forschungszentren und ein assoziiertes Mitglied. Zentrales Gremium der Gemeinschaft ist – neben dem Senat – die Mitgliederversammlung, der je ein wissenschaftlich-technischer und kaufmännischer Vorstand der Mitgliedszentren angehören. Die Mitgliederversammlung ist zuständig für alle Aufgaben des Vereins. Sie steckt den Rahmen für die zentrenübergreifende Erarbeitung von Strategien und Programmen ab und hat Vorschlagsrecht für die Wahl des Präsidenten und der Mitglieder des Senats.

| Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

| Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

| Deutsches Krebsforschungszentrum

| Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

| Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen

| Forschungszentrum Jülich

| GKSS-Forschungszentrum Geesthacht

| GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung

| Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie

| Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung

| Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

| Helmholtz-Zentrum Potsdam

| Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ

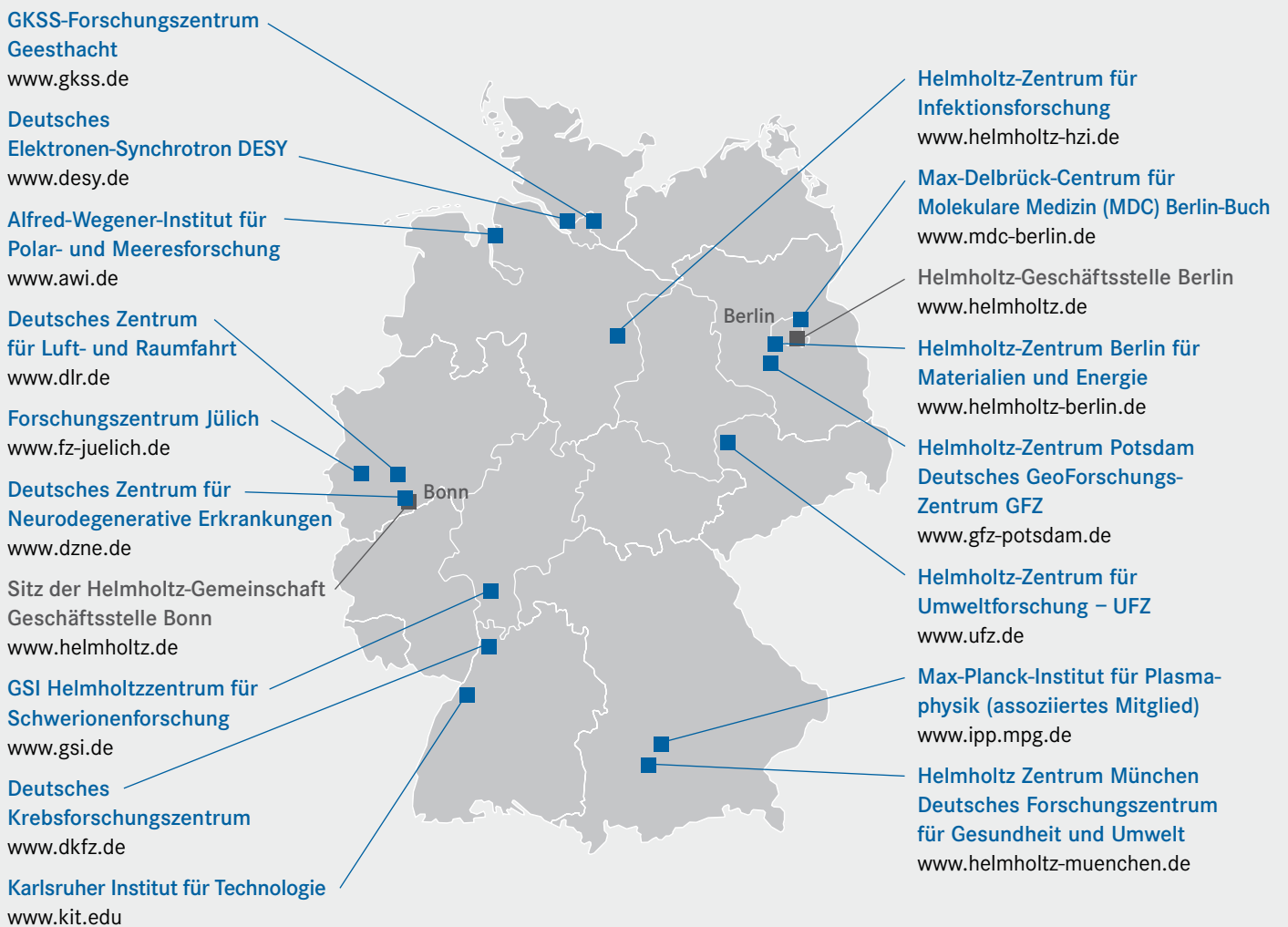
| Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ

| Karlsruher Institut für Technologie

| Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch

| Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (assoziiertes Mitglied)

# DIE STANDORTE DER FORSCHUNGSZENTREN



# DIE MITGLIEDSZENTREN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

Stand: Oktober 2009

## ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG

DIREKTORIUM: Prof. Dr. Karin Lochte, Direktorin,  
Dr. Heike Wolke, Verwaltungsdirektorin

Mitglieder des Direktoriums:

Prof. Dr. Heinrich Miller, Prof. Dr. Karen Helen Wiltshire

Am Handelshafen 12, 27570 Bremerhaven

Telefon 0471 4831-0, Telefax 0471 4831-1149

E-Mail [info@awi.de](mailto:info@awi.de), [www.awi.de](http://www.awi.de)

## DEUTSCHES ELEKTRONEN-SYNCHROTRON DESY

DIREKTORIUM: Prof. Dr. Helmut Dosch, Vorsitzender des  
Direktoriums, Christian Scherf, Administrativer Direktor,  
Prof. Dr. Joachim Mnich, Direktor für den Bereich Hochenergie-  
physik und Astroteilchenphysik, Prof. Dr. Edgar Weckert,  
Direktor für den Bereich Forschung mit Photonen, Dr. Reinhard  
Brinkmann, Direktor für den Bereich Beschleunigerphysik

Notkestraße 85, 22607 Hamburg

Telefon 040 8998-0, Telefax 040 8998-3282

E-Mail [desyinfo@desy.de](mailto:desyinfo@desy.de), [www.desy.de](http://www.desy.de)

## DEUTSCHES KREBSFORSCHUNGSZENTRUM

VORSTAND: Prof. Dr. Otmar D. Wiestler,  
Vorsitzender des Vorstandes und Wissenschaftlicher Vorstand,  
Dr. Josef Puchta, Administrativ-kaufmännischer Vorstand

Im Neuenheimer Feld 280, 69120 Heidelberg

Telefon 06221 42-0, Telefax 06221 42-2995

E-Mail [presse@dkfz.de](mailto:presse@dkfz.de), [www.dkfz.de](http://www.dkfz.de)

## DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT

VORSTAND: Prof. Dr. Johann-Dietrich Wörner,  
Vorsitzender des Vorstandes,

Klaus Hamacher, Stellvertretender

Vorsitzender des Vorstandes,

Mitglieder des Vorstandes: Gerold Reichle,

Thomas Reiter, Prof. Dr. Joachim Szodruch

Linder Höhe, 51147 Köln

Telefon 02203 601-0, Telefax 02203 67310

E-Mail [kommunikation@dlr.de](mailto:kommunikation@dlr.de), [www.dlr.de](http://www.dlr.de)

## DEUTSCHES ZENTRUM FÜR NEURODEGENERATIVE ERKRANKUNGEN

VORSTAND: Prof. Pierluigi Nicotera MD PhD,  
Wissenschaftlicher Vorstand und Vorstandsvorsitzender,

Ursula Weyrich, Administrativer Vorstand

Ludwig-Erhard-Allee 2, 53175 Bonn

Telefon 0228 30899-0, Telefax 0228 30899-222

E-Mail [info@dzne.de](mailto:info@dzne.de), [www.dzne.de](http://www.dzne.de)

## FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH

GESCHÄFTSFÜHRUNG: Prof. Dr. Achim Bachem,  
Vorsitzender des Vorstandes,

Dr. Ulrich Krafft, Stellvertretender

Vorsitzender des Vorstandes,

Mitglieder der Geschäftsführung:

Prof. Dr.-Ing. Harald Bolt, Prof. Dr. Sebastian M. Schmidt

Wilhelm-Johnen-Straße, 52428 Jülich

Telefon 02461 61-0, Telefax 02461 61-8100

E-Mail [info@fz-juelich.de](mailto:info@fz-juelich.de), [www.fz-juelich.de](http://www.fz-juelich.de)

## GKSS-FORSCHUNGSZENTRUM GEESTHACHT

GESCHÄFTSFÜHRUNG: Prof. Dr. Wolfgang Kaysser,  
Wissenschaftlich-technischer Geschäftsführer,

Michael Ganß, Kaufmännischer Geschäftsführer

Max-Planck-Straße 1, 21502 Geesthacht

Telefon 04152 87-0, Telefax 04152 87-1403

E-Mail [presse@gkss.de](mailto:presse@gkss.de), [www.gkss.de](http://www.gkss.de)

## GSİ HELMHOLTZZENTRUM FÜR SCHWERIONENFORSCHUNG

GESCHÄFTSFÜHRUNG: Prof. Dr. Horst Stöcker,  
Wissenschaftlicher Geschäftsführer,

Christiane Neumann, Kaufmännische Geschäftsführerin,

Mitglieder der Geschäftsführung: Dr. Hartmut Eickhoff,

Prof. Dr. Karlheinz Langanke, Bertram Schönfelder

Planckstraße 1, 64291 Darmstadt

Telefon 06159 71-0, Telefax 06159 71-2785

E-Mail [info@gsi.de](mailto:info@gsi.de), [www.gsi.de](http://www.gsi.de)



### HELMHOLTZ-ZENTRUM BERLIN FÜR MATERIALIEN UND ENERGIE

**GESCHÄFTSFÜHRUNG:** Prof. Dr.-Ing. Anke Rita Kaysser-Pyzalla,  
Wissenschaftliche Geschäftsführerin,  
Prof. Dr. Wolfgang Eberhardt,  
Wissenschaftlicher Geschäftsführer,  
Dr. Ulrich Breuer, Kaufmännischer Geschäftsführer  
Glienicke Straße 100, 14109 Berlin  
Telefon 030 8062-0, Telefax 030 8062-2181  
E-Mail [info@helmholtz-berlin.de](mailto:info@helmholtz-berlin.de), [www.helmholtz-berlin.de](http://www.helmholtz-berlin.de)

### HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR INFEKTIONSFORSCHUNG

**GESCHÄFTSFÜHRUNG:** Prof. Dr. Jürgen Wehland,  
Wissenschaftlicher Geschäftsführer (komm.),  
Dr. Georg Frischmann, Administrativer Geschäftsführer  
(bis 31.10.2009)  
Inhoffenstraße 7, 38124 Braunschweig  
Telefon 0531 6181-0, Telefax 0531 6181-2655  
E-Mail [kontakt@helmholtz-hzi.de](mailto:kontakt@helmholtz-hzi.de), [www.helmholtz-hzi.de](http://www.helmholtz-hzi.de)

### HELMHOLTZ ZENTRUM MÜNCHEN DEUTSCHES FORSCHUNGSZENTRUM FÜR GESUNDHEIT UND UMWELT

**GESCHÄFTSFÜHRUNG:** Prof. Dr. Günther Wess,  
Wissenschaftlich-Technischer Geschäftsführer,  
Dr. Nikolaus Blum, Kaufmännischer Geschäftsführer  
Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg  
Telefon 089 3187-0, Telefax 089 3187-3322  
E-Mail [presse@helmholtz-muenchen.de](mailto:presse@helmholtz-muenchen.de), [www.helmholtz-muenchen.de](http://www.helmholtz-muenchen.de)

### HELMHOLTZ-ZENTRUM POTSDAM DEUTSCHES GEOFORSCHUNGSZENTRUM GFZ

**VORSTAND:** Prof. Dr. Reinhard F. Hüttl, Vorsitzender  
des Vorstandes und wissenschaftlicher Vorstand,  
Dr. Bernhard Raiser, Administrativer Vorstand  
Telegrafenberg, 14473 Potsdam  
Telefon 0331 288-0, Telefax 0331 288-1600  
E-Mail [presse@gfz-potsdam.de](mailto:presse@gfz-potsdam.de), [www.gfz-potsdam.de](http://www.gfz-potsdam.de)

### HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR UMWELTFORSCHUNG – UFZ

**GESCHÄFTSFÜHRUNG:** Prof. Dr. Georg Teutsch,  
Wissenschaftlicher Geschäftsführer,  
Dr. Andreas Schmidt, Administrativer Geschäftsführer  
Permoserstraße 15, 04318 Leipzig  
Telefon 0341 235-0, Telefax 0341 235-1468  
E-Mail [info@ufz.de](mailto:info@ufz.de), [www.ufz.de](http://www.ufz.de)

### KARLSRUHER INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE

**PRÄSIDIUM: Präsidenten:** Prof. Dr. Horst Hippler,  
Prof. Dr. Eberhard Umbach,  
**Vizepräsidenten:** Dr. Alexander Kurz, Dr. Peter Fritz,  
Prof. Dr. Detlef Löhe  
Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe; Campus Nord:  
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1  
76344 Eggenstein-Leopoldshafen  
Telefon 07247 82-0, Telefax 07247 82-5070  
E-Mail [info@kit.edu](mailto:info@kit.edu), [www.kit.edu](http://www.kit.edu)

### MAX-DELBRÜCK-CENTRUM FÜR MOLEKULARE MEDIZIN (MDC) BERLIN-BUCH

**STIFTUNGSVORSTAND:** Prof. Dr. Prof. Walter Rosenthal,  
Wissenschaftliches Mitglied und Vorsitzender  
des Stiftungsvorstandes,  
Cornelia Lanz, Administrativer Vorstand  
Robert-Rössle-Straße 10, 13125 Berlin-Buch  
Telefon 030 9406-0, Telefax 030 949-4161  
E-Mail [presse@mdc-berlin.de](mailto:presse@mdc-berlin.de), [www.mdc-berlin.de](http://www.mdc-berlin.de)

### MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR PLASMAPHYSIK

(assoziiertes Mitglied)  
**DIREKTORIUM:** Prof. Dr. Günther Hasinger,  
Vorsitzender und Wissenschaftlicher Direktor,  
Christina Wenninger-Mrozek, Administrative Geschäftsführerin,  
**Mitglieder der Geschäftsführung:** Prof. Dr. Sibylle Günter,  
Prof. Dr. Thomas Klingler, Dr. Rem Haange (beratend)  
Boltzmannstraße 2, 85748 Garching  
Telefon 089 3299-01, Telefax 089 3299-2200  
E-Mail [info@ipp.mpg.de](mailto:info@ipp.mpg.de), [www.ipp.mpg.de](http://www.ipp.mpg.de)

[WWW.HELMHOLTZ.DE](http://WWW.HELMHOLTZ.DE)