

HELMHOLTZ –  
LANGFRISTIG FORSCHEN,  
NACHHALTIG WIRKEN

GESCHÄFTSBERICHT 2012  
DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT DEUTSCHER FORSCHUNGSZENTREN

HINWEIS: Der Helmholtz-Geschäftsbericht 2012 zeigt die Ist-Kosten für die Forschung im Jahr 2011 und die vom Senat empfohlene Finanzierung der Forschungsprogramme für die Jahre 2010–2014 der Forschungsbereiche Erde und Umwelt, Gesundheit sowie Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr sowie die Finanzierungsempfehlungen für die Programmperiode 2011–2015 der Forschungsbereiche Energie, Schlüsseltechnologien und Struktur der Materie. Der allgemeine Berichtsteil stellt die Entwicklungen in der Helmholtz-Gemeinschaft von 2011 bis zum August 2012 dar.

Zu den aktuellen Forschungseinblicken finden Sie über die in der gedruckten Fassung hinausgehende Informationen unter [www.helmholtz.de/gb12](http://www.helmholtz.de/gb12). Dort können Sie den Geschäftsbericht auch als Online-Broschüre herunterladen.

## INHALT

<b>HELMHOLTZ – LANGFRISTIG FORSCHEN, NACHHALTIG WIRKEN</b>	<b>04</b>
<b>BERICHT DES PRÄSIDENTEN</b>	<b>05</b>
<b>PARTNER DES PAKTS FÜR FORSCHUNG UND INNOVATION</b>	<b>08</b>
<b>HELMHOLTZ: FORSCHUNG FÜR DIE GESELLSCHAFT</b>	<b>12</b>
<b>FORSCHUNGSBEREICH ENERGIE</b> Aufgabe, Forschungsprogramme und aktuelle Einblicke in die Forschung	<b>16</b>
<b>FORSCHUNGSBEREICH ERDE UND UMWELT</b> Aufgabe, Forschungsprogramme und aktuelle Einblicke in die Forschung	<b>22</b>
<b>FORSCHUNGSBEREICH GESUNDHEIT</b> Aufgabe, Forschungsprogramme und aktuelle Einblicke in die Forschung	<b>30</b>
<b>FORSCHUNGSBEREICH LUFTFAHRT, RAUMFAHRT UND VERKEHR</b> Aufgabe, Forschungsprogramme und aktuelle Einblicke in die Forschung	<b>36</b>
<b>FORSCHUNGSBEREICH SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN</b> Aufgabe, Forschungsprogramme und aktuelle Einblicke in die Forschung	<b>40</b>
<b>FORSCHUNGSBEREICH STRUKTUR DER MATERIE</b> Aufgabe, Forschungsprogramme und aktuelle Einblicke in die Forschung	<b>46</b>
<b>DIE HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT IN ZAHLEN UND FAKTEN</b>	<b>52</b>
Leistungsbilanz	54
Kosten und Personal	57
Wissenschaftliche Preise	60
Governancestruktur der Helmholtz-Gemeinschaft	61
Organe und zentrale Gremien	62
Standorte der Forschungszentren	65
Mitgliedszentren der Helmholtz-Gemeinschaft	66

TITELBILD: Fotos von links oben: gettyimages (Kugel), DLR/NASA, AWI/S. Hendricks, DLR, UFZ/A. Künzelmann, DKFZ, Forschungszentrum Jülich

## 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.

Prof. Dr. Angela Bittner

### Redaktion

Prof. Dr. Angela Bittner (Projektleitung)  
Dr. Antonia Rötger (Wissenschaftliche Redaktion)

### Bildnachweise

gettyimages (Kugel): S. 14/15; 16; 22; 30; 36; 40; 46; 52/53; 54. Die Bildnachweise zu den in den Compositings auf den Forschungsbereichsseiten genutzten Bildern stehen neben den Bildern auf den dazugehörigen Projektseiten. Im Composing auf S. 14/15 wurden die gleichen Bilder wie auf dem Titel genutzt. Composing S. 52/53: gettyimages, iStockphoto.  
Auf den anderen Seiten finden Sie den Bildnachweis direkt am Bild.

### Gestaltung

fachwerk für kommunikation, Düsseldorf

### Druckerei

Elbe Druckerei Wittenberg GmbH

### Druck

2.000 Exemplare

Stand: September 2012 · ISSN 1865-6439

Frauen und Männer sollen sich von dieser Publikation gleichermaßen angesprochen fühlen. Allein zur besseren Lesbarkeit werden häufig geschlechterspezifische Formulierungen auf die maskulinen Formen beschränkt.

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, Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr, Schlüsseltechnologien sowie Struktur der Materie.

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.**



Prof. Dr. Jürgen Mlynek

## HELMHOLTZ – LANGFRISTIG FORSCHEN, NACHHALTIG WIRKEN

Liebe Leserin, lieber Leser,

um die Zukunft zu gestalten, forschen wir an den großen Herausforderungen der Gegenwart: Wie sichern wir die Energieversorgung, wie können wir die Ressourcen des Planeten Erde nachhaltiger nutzen und wie gewährleisten wir in einer alternden Gesellschaft Gesundheit und Lebensqualität? Dies sind nur einige der wichtigen Fragen, die uns treiben. Um sie zu beantworten, setzen wir auf eine Forschungsstrategie, die lange Zeiträume vorausschauend abdeckt, gleichzeitig aber auch die rasche Eingliederung neuer Forschungsthemen erlaubt. Unser Ziel ist es, durch Forschung eine nachhaltige Verbesserung der Zukunftsperspektiven zu erreichen. Auch deshalb sorgen wir dafür, dass Erkenntnisse, die wir in der Grundlagenforschung erarbeiten, rascher in innovative Anwendungen, neue Technologien, Produkte oder Dienstleistungen umgesetzt werden. Im vorliegenden Geschäftsbericht stellen wir Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, unsere Aktivitäten vor.

Ich wünsche Ihnen eine angenehme Lektüre,

Ihr Jürgen Mlynek, Präsident

# BERICHT DES PRÄSIDENTEN

In Gesellschaft und Politik besteht Übereinstimmung, dass Bildung und Forschung echte Investitionen in die Zukunft sind. Trotz Wirtschafts- und Finanzkrise, die viele Länder Europas schwer treffen, hat Deutschland Bildung und Forschung weiter ausgebaut. Die Helmholtz-Gemeinschaft nutzt diesen Rückhalt, um durch ihre Forschung die Basis für neue Technologien, Produkte und Dienstleistungen zu erweitern und auch mittel- und langfristig Lebensqualität und Wohlstand zu erhalten.

## FORSCHUNG ALS INVESTITION IN DIE ZUKUNFT UND WACHSTUM DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

Forschungspolitische Initiativen wie Hochschulpakt, Exzellenzinitiative und Pakt für Forschung und Innovation haben in den letzten Jahren Bewegung in die Wissenschaftslandschaft gebracht, insbesondere durch mehr Wettbewerb und neue Formen der Kooperation. In der zweiten Runde der Exzellenzinitiative sind Helmholtz-Zentren als Partner der Universitäten an insgesamt neun Zukunftskonzepten und zahlreichen Exzellenzclustern und Graduiertenschulen beteiligt. Der **Pakt für Forschung und Innovation** sichert außeruniversitären Forschungsorganisationen einen jährlichen Mittelaufwuchs zu, der dringend notwendigen Bewegungsspielraum verleiht. Die Helmholtz-Gemeinschaft nutzt diesen Aufwuchs, um das Wissenschaftssystem noch leistungsfähiger zu machen, die Vernetzung mit Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft weiter auszubauen, den Wissenstransfer in die Wirtschaft zu verbessern und die besten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowohl für den wissenschaftlichen, als auch für den administrativ-technischen Bereich zu gewinnen und zu fördern. Auch die **politischen Rahmenbedingungen für Bildung und Forschung** verbessern sich: Die geplante Aufhebung des Kooperationsverbots zwischen Bund und Ländern bietet endlich mehr Optionen, die chronisch unterfinanzierten Universitäten langfristig zu stärken. Das neue Wissenschaftsfreiheitsgesetz soll Forschungseinrichtungen mehr Gestaltungsspielräume auf zentralen Arbeitsfeldern sichern wie Haushalt, Bauvorhaben, Beteiligungen, aber insbesondere auch in Personalfragen, was die Attraktivität deutscher Forschungseinrichtungen im Wettbewerb um international renommierte Expertinnen und Experten weiter erhöhen wird.

Diese Entwicklung gibt der Helmholtz-Gemeinschaft den nötigen Rückhalt, ihre Mission zu erfüllen und durch Spit-

zenforschung einen Beitrag zur Lösung der großen und drängenden Fragen zu leisten. Gleichzeitig ist die Helmholtz-Gemeinschaft im vergangenen Jahr weiter gewachsen. So konnten wir das GEOMAR I Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel als Mitglied in die Helmholtz-Gemeinschaft aufnehmen, so dass nun insgesamt 18 große und international renommierte Forschungszentren unter dem Dach der Gemeinschaft vereinigt sind. Damit arbeiten derzeit rund 34.000 hochqualifizierte Menschen in der Helmholtz-Forschung an Lösungen für die großen Herausforderungen wie Energieversorgung, Klimawandel, Gesundheit und in der dazu dringend notwendigen Grundlagenforschung.

## DIE GROSSEN HERAUSFORDERUNGEN: ENERGIEWENDE, KLIMAWANDEL, WASSER, GESUNDHEIT

Eine der größten Aufgaben ist die **Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energiequellen**. Nach dem Beschluss der Bundesregierung zur Energiewende im Jahr 2011 sollen bis 2050 mindestens 80 Prozent des Strombedarfs durch Erneuerbare Energiequellen gedeckt werden<sup>1)</sup>. Dies erfordert neue Lösungen für Netze und Zwischenspeicher sowie Effizienzsteigerungen in allen Technologien. Die Helmholtz-Gemeinschaft adressiert diese Aufgaben mit besonderem Nachdruck und stellt in den nächsten Jahren zusätzlich 135 Mio. Euro bereit, um die Energiewende voranzutreiben. Dieser gezielte Ausbau der Energieforschung wurde auch durch den jährlichen Aufwuchs aus dem Pakt für Forschung und Innovation ermöglicht.

Dabei investieren wir rund 63 Mio. Euro in sechs **Portfolio-Themen**<sup>2)</sup>, die gezielt durch Experten identifizierte Forschungslücken abdecken. 24 Mio. Euro stellen wir für die Helmholtz-Energie-Initiative zum „Schnellen Ausbau der Energieforschung“ bereit, die in vier Helmholtz-Energie-Allianzen zukunftsfähige Energietechnologien entwickeln hilft. Der Umbau der Energieversorgung erfordert aber nicht nur technologische Lösungen, sondern muss von der gesamten Gesellschaft getragen werden. Neue Infrastrukturen wie Stromtrassen, Pumpspeicherwerke oder Windparks, Preissteigerungen und Einsparziele müssen die Perspektiven der verschiedenen Akteure mit einbeziehen

<sup>1)</sup>Quelle BMU: [www.bmu.de/energiewende/beschluesse\\_und\\_massnahmen/doc/46498.php](http://www.bmu.de/energiewende/beschluesse_und_massnahmen/doc/46498.php)

<sup>2)</sup>Mehr Informationen zu den Portfoliothemen: [www.helmholtz.de/portfolio](http://www.helmholtz.de/portfolio)

und mit ihnen auch verhandelt werden, damit Planungen später auch verlässlich umsetzbar sind. In der Helmholtz-Allianz ENERGY-TRANS, die mit 8,25 Mio. Euro gefördert wird, arbeiten Experten aus drei Helmholtz-Zentren und vier Partneereinrichtungen an den sozioökonomischen Fragen zur Gestaltung und Umsetzung der Energiewende.

Außerdem bauen wir zwei neue Helmholtz-Institute in Ulm und Freiberg auf, die mit jeweils 20 Mio. Euro in den nächsten Jahren gefördert werden. Am **Helmholtz-Institut zur Erforschung von Energiespeichertechniken in Ulm** werden die elektrochemischen Grundlagen neuartiger Batteriesysteme untersucht und neue Materialien dafür entwickelt werden. Träger sind das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und die Universität Ulm, assoziierte Partner sind das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und das Zentrum für Solar- und Wasserstoffforschung. Das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) und die TU Bergakademie Freiberg haben das **Helmholtz-Institut für Ressourcenforschung in Freiberg** gegründet. Im Mittelpunkt der Forschung steht die Gewinnung von mineralischen und metallischen Rohstoffen. Dabei untersuchen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auch, wie sich wertvolle Rohstoffe effizienter einsetzen, aus Abfällen zurückgewinnen oder auch ersetzen lassen.

Die Energiefrage hängt eng mit dem Klimawandel und anderen globalen Fragen nach der Endlichkeit von Ressourcen und ihrer nachhaltigen Nutzung zusammen. Diese Fragen stehen im Mittelpunkt des aktuellen Wissenschaftsjahres 2012, das unter dem Motto „Zukunftprojekt Erde“ das Thema Nachhaltigkeit unter ganz verschiedenen Aspekten aufgreift und in die Öffentlichkeit trägt. Sie stehen aber auch im Brennpunkt der **Helmholtz-Umweltforschung**: Klima, Wasser, Böden, Biodiversität und die globalen und regionalen Veränderungen der Umwelt sind zentrale Themen in diesem Forschungsbereich. Neben der Forschung zu den vielfältigen und komplexen Zusammenhängen im System Erde arbeiten Helmholtz-Forschungsgruppen daran, innovative Maßnahmen und Technologien für den Klimaschutz, die Anpassung an unvermeidliche Klimaveränderungen, aber auch für eine nachhaltigere Nutzung von Ressourcen zu entwickeln. Wasser verdient dabei als unverzichtbare Ressource besondere Aufmerksamkeit – schon jetzt führen Klimawandel, Industrialisierung und wachsende Bevölkerung in vielen Regionen dazu, dass sauberes Wasser knapp wird. In dem neuen Portfoliothema „**Helmholtz Wasser-Netzwerk**“ arbeiten fünf Helmholtz-Zentren gemeinsam mit zahlreichen universitären Partnern daran, Wasserqualität und

Wasserverfügbarkeit zu erfassen und zu verbessern und ein nachhaltiges Wassermanagement – regional und weltweit – zu entwickeln. Die Helmholtz-Gemeinschaft fördert das Vorhaben bis 2015 mit über 21 Mio. Euro.

Im Zuge des demografischen Wandels müssen wir lernen, mit knappen Ressourcen wie Gesundheit, Arbeitskraft sowie der Verfügbarkeit von Nachwuchs nachhaltiger umzugehen. Dazu wird die **Helmholtz-Gesundheitsforschung** beitragen. Wenn wir durch Vorbeugung Krankheiten verhindern oder durch rechtzeitige Diagnose und individualisierte Therapien erkrankten Menschen wirksamer helfen können, bleiben ältere Menschen länger gesund und aktiv, so dass sich der demografische Wandel bewältigen lässt. Die Helmholtz-Gesundheitsforschung trägt dazu bei, Ursachen der großen Volkskrankheiten aufzuklären und neue Ansätze für Vorbeugung, Früherkennung und Therapie zu entwickeln. Um den Wissenstransfer in die Praxis zu verstärken, haben wir die Translationsforschung in Zusammenarbeit mit Universitätskliniken erheblich ausgebaut und setzen auf strategische Kooperationen mit Partnern aus der Wirtschaft. Insbesondere aber sind die Helmholtz-Gesundheitszentren wichtige Partner der **Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung**, die das Bundesforschungsministerium initiiert und finanziert hat, um den Translationsprozess weiter zu optimieren und Prävention und Therapie der Volkskrankheiten zu verbessern. Im vergangenen Jahr sind vier neue Deutsche Zentren der Gesundheitsforschung in den Bereichen Infektionskrankheiten, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Lungenkrankheiten und Krebs gegründet worden, an denen über hundert Universitäten, Universitätskliniken sowie neben den Helmholtz-Zentren auch Partner aus der Wirtschaft eingebunden sind, um einen wirksamen Wissenstransfer aus der Forschung in die Anwendung und damit langfristig eine innovative und bezahlbare Gesundheitsversorgung sicherzustellen.

Auch einzelne Helmholtz-Zentren bauen aktiv ihre Vernetzung mit universitären Partnern aus: So werden das **Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch** und der **Forschungsbereich der Charité** ihre gemeinsamen Forschungsaktivitäten in der Krebsforschung und bei den Herz-Kreislauf- und Nervensystem-Erkrankungen erheblich verstärken, mit der Option, Teile beider Einrichtungen unter einem Dach zusammenzuführen.

Diese und andere **strategische Kooperationen** weisen in die Zukunft. Helmholtz gestaltet die Forschungslandschaft durch den Ausbau von diesen und vielen weiteren Kooperationen mit, um Synergieeffekte zu heben und optimale Bedingungen für erfolgreiche Forschung zu schaffen.

## UNSERE WICHTIGSTEN RESSOURCEN: TALENTE UND INFRASTRUKTUREN

Unsere wichtigste „Ressource“ sind dabei die Menschen, die in der Helmholtz-Gemeinschaft arbeiten und mit ihrem Einsatz, ihren Ideen und Talenten die Forschung vorantreiben. Daher setzen wir ganz besonders auf die Förderung von Talenten durch ein umfassendes **Talentmanagement auf allen Ebenen**. Mit der **Helmholtz-Akademie** haben wir eine einzigartige Zusatzausbildung im Bereich Wissenschaftsmanagement für Nachwuchsführungskräfte entwickelt. Alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Wissenschaft, Administration und im Infrastrukturbereich können sich weiter qualifizieren und erfahren Unterstützung bei ihrer Karriereplanung. Insbesondere Frauen können auch vom **Mentoring-Programm „In Führung gehen“** profitieren, um sich auf Leitungspositionen vorzubereiten. Chancengleichheit ist ein zentrales Anliegen unseres Talentmanagements und ist auch bei der Rekrutierung von Nachwuchs- und Führungskräften selbstverständlich. Die Helmholtz-Zentren bilden junge Menschen in anspruchsvollen Berufen aus und bieten **über 6.000 Doktorandinnen und Doktoranden**<sup>3)</sup> ein sehr gutes Forschungsumfeld für ihre Promotion. Jedes Jahr bewerben sich mehr exzellente Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler aus aller Welt um die Leitung einer **Helmholtz-Nachwuchsgruppe**, die einen hervorragenden Start in eine wissenschaftliche Karriere ermöglicht. Dabei freuen wir uns, dass wir mit solchen Angeboten weltweit hervorragende Forscherinnen und Forscher gewinnen können und so zur „BrainCirculation“ in der internationalen Wissenschaft beitragen. Ab 2013 werden wir zusätzliche Mittel für die Rekrutierungsinitiative der Helmholtz-Gemeinschaft bereitstellen, um Expertinnen und Experten für die Helmholtz-Energieforschung zu gewinnen. Die Helmholtz-Gemeinschaft wird zunehmend als **sehr guter Arbeitgeber** im Wissenschaftsbereich anerkannt, hier können engagierte Menschen ihre Talente entfalten, mit hochqualifizierten Kolleginnen und Kollegen die Forschung vorantreiben und vielfältige Möglichkeiten der Vernetzung und Kooperation nutzen. Unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler können am Aufbau und Betrieb von einzigartigen Infrastrukturen mitarbeiten, einem Alleinstellungsmerkmal der Gemeinschaft. Die Helmholtz-Gemeinschaft konzipiert und errichtet moderne und **leistungsfähige Forschungsinfrastrukturen**, um die Grenzen des Wissens zu erweitern. Gleichzeitig treibt die Arbeit an neuartigen Detektoren, Satelliten oder groß angelegten Messnetzwerken technologische Innovationen voran, die auch in ganz anderen Gebieten Anwendung finden.

Die Helmholtz-Gemeinschaft hat teilweise national und international die Rolle eines Architekten übernommen und in einem breit angelegten Strategieprozess („Helmholtz-Roadmap für Forschungsinfrastrukturen“) die großen Forschungsinfrastrukturen identifiziert, die in den nächsten Jahren für die Umsetzung des wissenschaftlichen Portfolios notwendig und strategisch relevant sein werden. Diese komplexen Großgeräte stehen nach ihrem Aufbau einer multidisziplinären und internationalen Nutzergemeinschaft und insbesondere auch den Universitäten kostenfrei zur Verfügung. Die Helmholtz-Gemeinschaft ist dabei maßgeblich auch an internationalen Vorhaben beteiligt: So wird am Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY der Europäische Röntgenlaser European XFEL gebaut, bei der GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung soll mit der Facility for Antiproton and Ion Research FAIR in internationaler Zusammenarbeit ein weltweit einzigartiger Ionen-Beschleuniger entstehen und in Cadarache, Frankreich, arbeiten Helmholtz-Zentren am Aufbau des ITER, eines Experimentalreaktors für die Kernfusion.

## BLICK IN DIE ZUKUNFT

Die Helmholtz-Gemeinschaft leistet durch Spitzenforschung einen Beitrag zur Lösung der großen und drängenden Fragen und damit zur nachhaltigen Sicherung von Lebensqualität und Wohlstand. Dafür bauen wir zielgerichtet strategische Partnerschaften und Kooperationen auf, um Kompetenzen zu bündeln und raschere Fortschritte auf entscheidenden Feldern zu erreichen. Der Erfolg der Helmholtz-Gemeinschaft basiert auf den engagierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die wir gewinnen, halten und fördern. In der Helmholtz-Gemeinschaft finden sie optimale Arbeitsbedingungen und ein einzigartiges Forschungsumfeld. Im Auftrag der Gesellschaft schaffen wir eine Wissensbasis zur Bewältigung der großen Zukunftsfragen. Dieser Auftrag ist Kernstück unserer Mission. Die Helmholtz-Gemeinschaft sieht ihre Rolle als **zuverlässiger Partner der Politik und der Gesellschaft auch als Verpflichtung, die Zukunft zu gestalten**. Die Mitglieder der Helmholtz-Gemeinschaft haben gemeinsam im Papier „**Helmholtz 2020 – Zukunftsgestaltung durch Partnerschaft**“ Vorschläge erarbeitet, wie die Helmholtz-Gemeinschaft im Rahmen der Weiterentwicklung des Deutschen Wissenschaftssystems noch mehr Verantwortung in der Forschungslandschaft übernehmen kann.

» [www.helmholtz.de/helmholtz2020](http://www.helmholtz.de/helmholtz2020)

<sup>3)</sup> Zahlen für 2011 inklusive GEOMAR

# PARTNER DES PAKTS FÜR FORSCHUNG UND INNOVATION

Mit der Einführung des Pakts für Forschung und Innovation in 2005 haben Bund und Länder eine wichtige Richtungsentscheidung getroffen, um Zukunftsthemen aufzugreifen, den Nachwuchs zu fördern und das Wissenschaftssystem in Deutschland noch leistungsfähiger zu machen.

In der bis 2015 angesetzten zweiten Förderperiode gewährt der Pakt einen jährlichen Zuwachs von fünf Prozent. Dadurch eröffnen sich für die Helmholtz-Gemeinschaft notwendige Handlungs- und Entwicklungsfreiräume, um strategische Maßnahmen und Instrumente auszubauen und neue zu etablieren. Als Partner dieser Innovationsoffensive hat sich die Gemeinschaft verpflichtet, ihren Beitrag zu Wachstum und Wohlstand zu leisten, indem sie das **Wissenschaftssystem** dynamisch weiterentwickelt, **Vernetzungen** ausbaut und neue Formen der strategischen Partnerschaften etabliert, die **internationale Zusammenarbeit** stärkt, Wertschöpfung durch die Förderung von **Wissenstransfer in Gesellschaft und Wirtschaft** ermöglicht und schließlich – als eine der wichtigsten Aufgaben – exzellente Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aller Karrierestufen gewinnt und fördert, damit sie ihre Talente optimal entfalten können.

## 1. DYNAMISCHE ENTWICKLUNG DES WISSENSCHAFTSSYSTEMS

Im Kontext der nationalen und internationalen Forschungslandschaft entwickelt die Helmholtz-Gemeinschaft ihre Strukturen stetig weiter, um ihrer strategisch ausgerichteten Forschung optimale Bedingungen zu bieten. Durch ihre eigene Entwicklung leistet sie einen signifikanten Beitrag zur dynamischen und nachhaltigen Entwicklung für das deutsche Wissenschaftssystem.

Globale Transformationsprozesse stellen die Gesellschaft vor große Herausforderungen und erfordern Lösungsansätze aus der Forschung: Der steigende Energiebedarf, die Klimaveränderungen und der demographische Wandel sind nur einige Beispiele. Die Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft folgen ihrer Mission, mit exzellenter Forschung zur Lösung dieser wichtigen Zukunftsfragen beizutragen, dabei langfristig orientiert vorzugehen und Erkenntnisse zum Nutzen von Gesellschaft und Wirtschaft umzusetzen.

### Strategische Erschließung neuer Forschungsfelder

Aus einem Teil des jährlichen Aufwuchses fördert die Helmholtz-Gemeinschaft eine Reihe von Portfoliothemen, die Ex-

pertinnen und Experten aus den 18 Helmholtz-Zentren in einem groß angelegten Prozess als besonders zukunftsreich identifiziert haben. Mit wichtigen Themen wie etwa Bioökonomie oder dem Helmholtz Wasser-Netzwerk setzt die Gemeinschaft ihren 2010 begonnenen **Portfolioprozess** fort. Dieser Strategieprozess umfasst auch die großen Forschungsinfrastrukturen, bei denen die Helmholtz-Gemeinschaft eine klare Architektenrolle innehat. In der „Helmholtz-Roadmap für Forschungsinfrastrukturen“ identifizierte die Organisation Strukturen und Großgeräte, die in den nächsten Jahren für die Umsetzung des wissenschaftlichen Portfolios notwendig und strategisch relevant sind, wie etwa große Beschleunigeranlagen, Großrechner oder geplante Infrastrukturen im Gesundheitsbereich.

### Wettbewerb um Ressourcen

Für die Umsetzung der Forschungsthemen müssen umfangreiche Programme erstellt und finanzielle Mittel bereitgestellt werden, die u. a. im **internen Wettbewerb** der Helmholtz-Zentren im Rahmen der Programmorientierten Förderung vergeben werden. Bei diesem Verfahren, das Transparenz und Planungssicherheit verschafft, orientiert sich die Gemeinschaft an den forschungspolitischen Vorgaben der Zuwendungsgeber. Die Zuwendung ist für die Programmlaufzeit von jeweils fünf Jahren an die Ergebnisse strategisch-programmatischer Begutachtungen gekoppelt. Die bereits dritte Evaluierungsrunde seit Gründung der Helmholtz-Gemeinschaft in 2001 steht zwischen 2013 und 2014 an. In 2011 haben Senat und Zuwendungsgeber Eckpunkte für die Weiterentwicklung des Verfahrens beschlossen, die bereits in die dritte Begutachtungsrunde einfließen werden. Demnach sollen Verfahren gestrafft und die Verzahnung von Zentren und Programmen mit externen Partnern berücksichtigt werden. Zudem soll der Beitrag der Gemeinschaft zur Modernisierung der deutschen Forschungslandschaft gestärkt werden.

Mit dem seit Jahren bewährten **Impuls- und Vernetzungsfonds** (IVF) des Präsidenten hat die Helmholtz-Gemeinschaft vielfältige Maßnahmen entwickelt, um die Paktziele zu erreichen. Aus den Mitteln des IVF werden strategisch wichtige Aktivitäten angestoßen und Kooperationen mit den Univer-





Forschung schafft die Voraussetzung für Innovationen, zum Beispiel durch neuartige Dichtungsmaterialien für Brennstoffzellen.  
Foto: Forschungszentrum Jülich

sitäten gestärkt. Mit Projekten wie den Helmholtz-Allianzen oder den W2-/W3-Stellen für exzellente Wissenschaftlerinnen trägt der IVF zur stärkeren Vernetzung mit Universitäten sowie zur Etablierung Helmholtz-weiter Qualitätsstandards zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses und der Chancengleichheit bei. Grundprinzip ist dabei die wettbewerbsorientierte Vergabe der Fördermittel. Die Aufstockung des IVF von 65 Mio. Euro im Jahr 2011 auf rund 68 Mio. Euro im Jahr 2012 ermöglicht die Weiterführung der begonnenen Maßnahmen und die Etablierung neuer Instrumente.

### Spitzenclusterwettbewerb

Die starke Position Deutschlands im globalen Wettbewerb beruht nicht zuletzt auf der exzellenten Forschung und der Innovationsfähigkeit deutscher Unternehmen. Jedoch können die großen gesellschaftlichen und ökonomischen Herausforderungen nur gemeinsam von Wissenschaft und Wirtschaft angegangen werden – durch inhaltliche und regionale Partnerschaften, in denen Kräfte gebündelt und Stärken gestärkt werden. Das Potenzial solcher Cluster wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit dem **Spitzenclusterwettbewerb** gefördert, der in seiner Themenoffenheit alle Branchen und Forschungsgebiete der Zukunft anspricht. Im Rahmen der dritten Runde des Spitzenclusterwettbewerbs des BMBF konnten sich drei Helmholtz-Zentren behaupten. Die drei neuen Spitzencluster greifen die Themen Bioökonomie, Elektromobilität und Immuntherapie auf und werden vom BMBF über fünf Jahre mit bis zu 40 Mio. Euro für die Umsetzung ihrer Strategie gefördert. Mit den Gewinnern der dritten Runde werden inzwischen 15 Spitzencluster mit insgesamt 600 Mio. Euro gefördert. An neun dieser Spitzencluster sind Helmholtz-Zentren beteiligt. Dazu kommen Mittel der beteiligten Unternehmen in gleicher Höhe. Damit werden 1,2 Mrd. Euro zusätzlich in den Innovationsstandort Deutschland investiert.

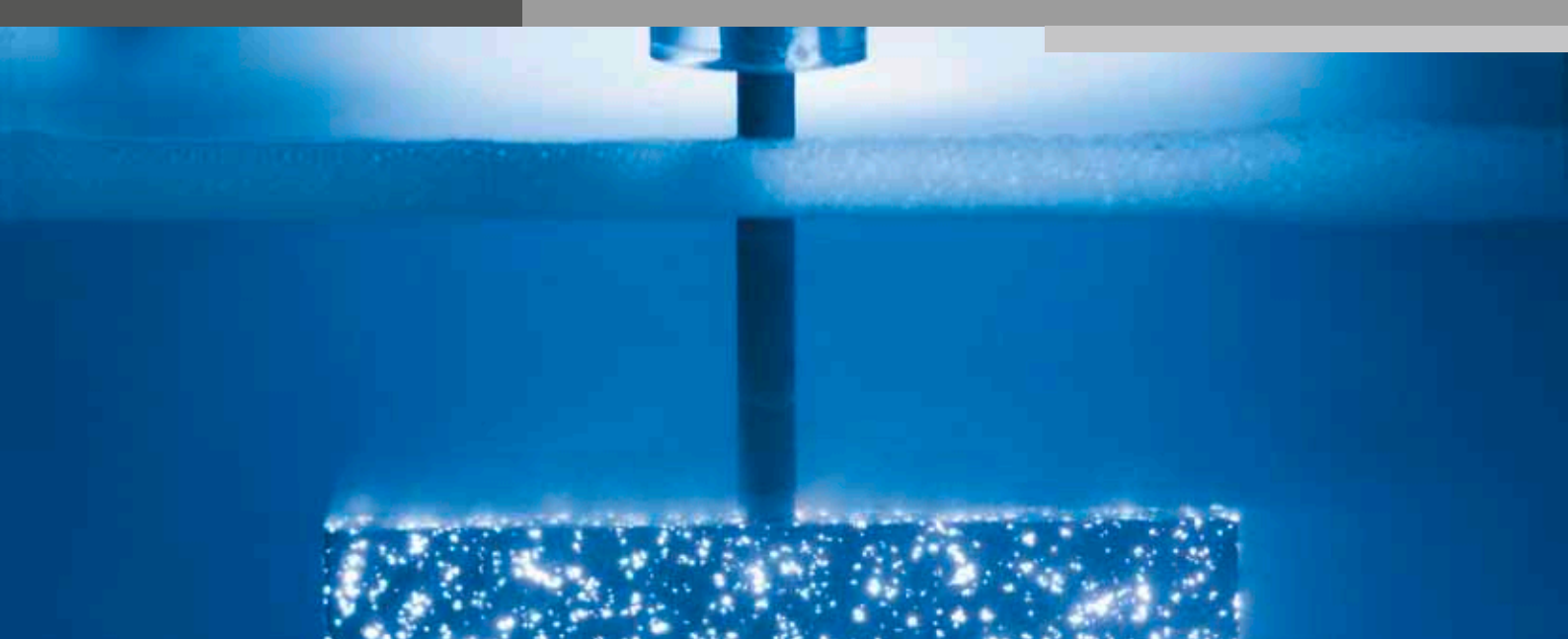
Die Helmholtz-Zentren sind auch im **internationalen Wettbewerb** besonders erfolgreich. So stieg beispielsweise im Berichtsjahr die Anzahl der Bewilligungen im Rahmen der ERC-Ausschreibungen erheblich. Besonders erfolgreich waren dabei die Zentren des Forschungsbereiches Gesundheit. Um ihre Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchs-

wissenschaftler zusätzlich zu motivieren, sich für den ERC Starting Independent Researcher Grant zu bewerben, hat die Helmholtz-Gemeinschaft zudem eine Prämie von bis zu 250.000 Euro ausgelobt. Mit diesen Mitteln sollen erfolgreiche Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler etwa zusätzliche Promovierende finanzieren können. Darüber hinaus wurden Helmholtz-Forscher mit vielen renommierten internationalen Preisen ausgezeichnet, darunter mit dem Potamkin-Preis der American Academy of Neurology und zwei Mega-Grants der Russischen Regierung.

## 2. VERNETZUNG IM WISSENSCHAFTSSYSTEM

### Strategische Partner

Ein Kernelement der Strategie der Helmholtz-Gemeinschaft ist die Vernetzung mit universitären Partnern und der Wirtschaft. Nur so können Wissen ausgetauscht, der Anwendungsbezug der Forschung sichergestellt und Ressourcen effizient genutzt werden. Eine privilegierte strategische Bedeutung für die Gemeinschaft haben dabei die **Universitäten**, wie etwa die Ergebnisse der Exzellenzinitiative II zeigen: Helmholtz-Zentren sind an neun Zukunftskonzepten, 16 Exzellenzclustern und zahlreichen Graduiertenschulen beteiligt und haben sich so auch in der letzten Runde der Exzellenzinitiative als wichtige Partner der Universitäten erwiesen. Aber auch mit **außeruniversitären Forschungseinrichtungen, Unternehmen und internationalen Partnern** ist die Gemeinschaft intensiv vernetzt. Diese Kooperationsphilosophie gewährleistet den wissenschaftlichen Austausch auf Augenhöhe, mobilisiert vorhandene Synergien zwischen den Partnern und trägt somit zur Erfüllung der Paktziele und zur Stärkung des Wissenschaftssystems bei. In Verbänden und Projekten mit strategischen Partnern forschen die Helmholtz-Zentren an den drängenden Fragen von Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft. Mit den **Helmholtz-Virtuellen Instituten** und den **Helmholtz-Allianzen** werden die Kooperationen mit nationalen und internationalen Hochschulen und Forschungsinstituten unterstützt, mit denen die Helmholtz-Gemeinschaft innovative Themen aufgreift und bearbeitet.



In der Forschung werden neue ultraleichte Magnesiumlegierungen für vielfältige Anwendungen entwickelt. Foto: HZG

Mit den **Helmholtz-Virtuellen Instituten** wird an vielen Stellen die Zusammenarbeit zwischen Universitäten und Helmholtz-Zentren ausgebaut und neu initiiert. Inzwischen stellen viele von ihnen den Kern größerer Kooperationsnetzwerke dar, beispielsweise das „Helmholtz Virtual Institute Molecular basis of glucose regulation and Type 2 Diabetes“. Einige haben zur Programminnovation beigetragen, wie das „Helmholtz Virtual Institute of neurodegeneration & ageing“ oder sind heute in der Anwendung von direktem Nutzen, wie das „Helmholtz Virtual Institute Translating hadron therapy from basic research to clinical application“ in der Strahlentherapie von Krebserkrankungen. Im Rahmen der bisherigen fünf Ausschreibungsrunden wurden bzw. werden mit insgesamt fast 100 Mio. Euro 99 Virtuelle Institute gefördert, an denen 326 Hochschulpartner von 61 verschiedenen deutschen Hochschulen beteiligt sind. Davon fließen bzw. fließen rund 56 Mio. Euro an die Hochschulen. Der Mehrwert liegt vor allem darin, dass Grundlagen und angewandte Forschung verbunden werden und die internationale Sichtbarkeit der Partner erhöht werden können. Zudem werden der wissenschaftliche Nachwuchs systematisch gefördert und Infrastrukturen komplementär genutzt. Das erfolgreiche Konzept der **Helmholtz-Allianzen** ist darauf ausgerichtet, zukunftsfähige, neue und strategisch wichtige Themen aufzugreifen und innovativ zu bearbeiten. Gemeinsam mit universitären und anderen externen Partnern sollen in Verbänden mit erkennbar kritischer Masse international sichtbare „Leuchttürme“ auf- und ausgebaut werden, im Einklang mit dem Programmportfolio der Helmholtz-Forschungsbereiche. Die Gemeinschaft strebt an, bewährte Allianzen institutionell weiterzuführen, um die Nachhaltigkeit der Forschungsvorhaben zu gewährleisten. Helmholtz-Allianzen tragen auch zu strukturellen Innovationen bei, indem sie nationale und internationale Partner aus Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen und Unternehmen zusammenbringen. Im Sommer 2012 wurden wieder vier neue Allianzen ausgewählt, die mit insgesamt 50 Mio. Euro aus dem Impuls- und Vernetzungsfond gefördert werden. Die

Themen reichen von Diabetesforschung über Fernerkundung und Robotik bis zu Flüssigmetalltechnologien.

### 3. INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT

Große Herausforderungen wie die zukünftige Energieversorgung, der Klimawandel oder die Bekämpfung von Volkskrankheiten lassen sich nur global, langfristig und durch einen koordinierten und systematischen Einsatz von Ressourcen adressieren. Daher kooperieren Helmholtz-Zentren mit den besten Forschungseinrichtungen der Welt, u. a. mit Russland, China, USA oder Kanada. Die weltweit einzigartigen Forschungsinfrastrukturen, ein Alleinstellungsmerkmal der Helmholtz-Gemeinschaft, dienen zudem als Plattformen für internationale Zusammenarbeit und für Forschung auf höchstem Niveau. Die Gemeinschaft stellt ihre Forschungsinfrastrukturen der europäischen wissenschaftlichen Community zur Verfügung und zieht so jährlich mehr als 6.200 Gastwissenschaftlerinnen und Gastwissenschaftler an. Mit der in 2010 verabschiedeten **Internationalen Strategie** sichert sich die Helmholtz-Gemeinschaft ihre Position im Wettbewerb um hochqualifizierte Köpfe im Ausland, schafft den Zugang zu Forschungsressourcen bei den Partneereinrichtungen und erweitert künftige Kooperationsmöglichkeiten durch den strategischen Aufbau von Partnernetzwerken. Die Strategie hilft der Gemeinschaft, ihre Verpflichtungen im Pakt für Forschung und Innovation zu erfüllen und ihre Position im internationalen Wissenschaftssystem weiter zu stärken. Die Forschungszentren der Helmholtz-Gemeinschaft unterhalten als strategische Partner langjährige erfolgreiche **Kooperationen mit europäischen Forschungseinrichtungen** und profitieren darüber hinaus stark von den Instrumenten der EU-Forschungsrahmenprogramme. Sie beteiligen sich aktiv an europäischen Verbundprojekten und sind auch im Rahmen der Ausschreibungen des Europäischen Forschungsrates besonders erfolgreich. Im 7. EU-Forschungsrahmenprogramm beteiligen sich die Helmholtz-Zentren erfolgreich an 285 Projekten, bei 41 sogar in koordinierender Funktion. Als

eine der größten Forschungsorganisationen Europas leistet die Helmholtz-Gemeinschaft zudem einen Beitrag zum Dialog über die Weiterentwicklung der EU-Forschungsförderung über 2014 hinaus sowie zur Verwirklichung des Europäischen Forschungsraums (ERA).

#### 4. WISSENSCHAFT UND WIRTSCHAFT

Die Helmholtz-Gemeinschaft widmet sich anspruchsvoller Grundlagenforschung mit einer hohen Anwendungsorientierung. Forschungsk Kooperationen, insbesondere strategische Partnerschaften mit der Wirtschaft, sind bedeutsame Kanäle für Technologietransfer. Im Rahmen von Wirtschaftskooperation des Wissenstransfers in die Gesellschaft sowie des Transfers und der Verwertung von Forschungsergebnissen finden zahlreiche Aktivitäten statt. Dabei trägt der Helmholtz-Technologietransfer Früchte und führte unter anderem zu mehreren prämierten Ausgründungen aus den Helmholtz-Zentren. Die erfolgreiche Etablierung des Validierungsfonds sowie die Einführung von „shared services“ zur effizienteren Nutzung der Kapazitäten im Technologietransfer innerhalb der Gemeinschaft stellten die Weichen für eine stärkere Entwicklung auf diesem Gebiet in den kommenden Jahren. Der **Helmholtz-Validierungsfonds** wird jährlich mit bis zu 7,5 Mio. Euro ausgestattet und soll die Finanzierungslücke zwischen Forschung und Anwendung schließen. Zugleich soll das Instrument einen Anreiz für Ideen und Erfindungen schaffen, um sie für die Wirtschaft interessant zu machen oder eine Ausgründung zu ermöglichen. Ausgründungen werden von der Helmholtz-Gemeinschaft seit Jahren durch das Instrument Helmholtz-Enterprise gefördert. Zwischen 2006 und 2011 sind 73 Ausgründungsvorhaben mit maximal 200.000 Euro – anteilig aus dem Impuls- und Vernetzungsfonds und den betreffenden Zentren – unterstützt worden. Über die Hälfte dieser Projekte sind mittlerweile gegründet und erfolgreich am Markt. In der Gesamtbilanz der Forschungsk Kooperationen mit der Wirtschaft im Sinne von gemeinsamen Forschungsprojekten und Auftragsforschung gab es 2011 in den Helmholtz-Zentren Erträge in Höhe von knapp 160 Mio. Euro. Dabei war das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) mit seinen anwendungsnahen Forschungsfeldern wieder besonders erfolgreich. Die Beiträge der Zentren zur wirtschaftlichen Wertschöpfung werden durch einen erfolgreichen Wissens- und Technologietransfer enorm verstärkt, sowohl durch die regionalen Arbeitsmarkteffekte von Ausgründungen als auch durch die Lizenzierung von Schutzrechten, die in der Mehrzahl an deutsche KMU vergeben werden.

#### 5. DIE BESTEN KÖPFE GEWINNEN

**Talentmanagement** auf jeder Ebene und in jedem Bereich ist für die Helmholtz-Gemeinschaft ein besonderes Anliegen. Herausragende Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind das wertvollste Kapital und können nur durch Förderung und Chancengleichheit gewonnen und gehalten werden. Die Gemeinschaft investiert daher in die Aus- und Weiterbildung ihres wissenschaftlichen und administrativ-technischen Per-

sonals. Die unternommenen Anstrengungen tragen bereits Früchte: Die Gemeinschaft wird jünger, weiblicher und internationaler auf höchstem Niveau mit der Folge weiterer preisgekrönter exzellenter Forschung.

Die Organisation setzt auf bewährte und neue Instrumente zur gezielten Rekrutierung, Förderung und Weiterqualifizierung ihrer Spitzenkräfte sowie ihrer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Wissenschaft, Administration und im Infrastrukturbereich. Neben der kontinuierlich steigenden Zahl von Auszubildenden unterstützte die Gemeinschaft im Berichtsjahr über 6.000 **Promovierende** und 150 **Helmholtz-Nachwuchsgruppen**. Darüber hinaus etablierte die Gemeinschaft ein neues Instrument zur Förderung der frühen wissenschaftlichen Selbstständigkeit im Rahmen des Impuls- und Vernetzungsfonds. Durch das **Helmholtz-Postdoc-Programm** sollen in Zukunft insbesondere exzellente Nachwuchswissenschaftlerinnen die Möglichkeit erhalten, direkt nach Abschluss ihrer Promotion ein von ihnen definiertes Forschungsthema selbstständig weiter zu verfolgen und sich in diesem Forschungsgebiet zu etablieren. Somit leistet die Helmholtz-Gemeinschaft einen Beitrag zur **Etablierung eines Kaskadenmodells** im Sinne der Gleichstellungsstandards der DFG. Die Einführung von flexiblen Zielquoten zur Gewährleistung von Chancengleichheit auf allen Ebenen nimmt die Organisation ernst und wird ihre Gremien damit befassen.

Effiziente und effektive Managementstrukturen sind für eine moderne Forschungsorganisation unerlässlich. Mit der Etablierung der **Helmholtz-Akademie für Führungskräfte** in 2007 und der Entwicklung eines differenzierten Weiterbildungsportfolios für ausgewählte Zielgruppen hat die Helmholtz-Gemeinschaft neue Maßstäbe für die Forschungsmanagement-Ausbildung in Deutschland gesetzt. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auf die Qualifizierung von weiblichen Nachwuchsführungskräften gerichtet.

Die Helmholtz-Gemeinschaft investiert schließlich erheblich in die Heranführung von Kindern und Jugendlichen an die Forschung und erfüllte dabei ihr erklärtes Ziel, den Wissenstransfer in die Gesellschaft und die Chancengleichheit zu stärken. Um die Begeisterung für Wissenschaft und Technik unter Kindern und Jugendlichen zu wecken, engagierten sich die Helmholtz-Zentren im Rahmen des Wissenschaftsjahres des Bundesministeriums für Bildung und Forschung mit zahlreichen Aktivitäten in ganz Deutschland. Angebote wie die **Schülerlabore** sowie das Projekt „Sechs- bis Zehnjährige“ der Initiative **„Haus der kleinen Forscher“** richten sich an die zukünftige Generation von Forscherinnen und Forschern in diesem frühen und entscheidenden Alter.

Die Helmholtz-Gemeinschaft adressiert die Paktziele mit einem stimmigen und fokussierten Maßnahmenbündel. Mit ihrer vielseitigen Expertise und ihren Forschungsinfrastrukturen wird die Gemeinschaft auch in Zukunft konsequent das Ziel verfolgen, Antworten auf drängende Forschungsfragen von Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft zu finden. Sie leistet somit einen wichtigen Beitrag zur Stärkung des Forschungs- und Innovationsstandortes Deutschland.

» [www.helmholtz.de/talentmanagement](http://www.helmholtz.de/talentmanagement)

# HELMHOLTZ: FORSCHUNG FÜR DIE GESELLSCHAFT

Gemäß ihrer Mission leistet die Helmholtz-Gemeinschaft mit ihrer strategisch-programmatisch ausgerichteten Forschung Beiträge zur Lösung großer und drängender Fragen von Gesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft. Die Forschungsthemen der Helmholtz-Gemeinschaft, wie Energie, Klima, Mobilität und Gesundheit, sind im höchsten Maße gesellschaftlich relevant und bieten zugleich ein immenses Verwertungs- und Anwendungspotenzial.

Auf Basis der programmorientierten Förderung werden an den Helmholtz-Zentren Forschungsleistungen mit Anwendungsbezug ("use inspired basic research") erbracht und die Umsetzung der Erkenntnisse zum Nutzen der Gesellschaft sowie die wirtschaftliche Verwertung über Innovationen im Markt angestrebt.

Sowohl die Verwertung als gesellschaftlich relevante Anwendung des neu generierten Wissens als auch die ökonomische Verwertung im Sinne einer Kommerzialisierung von Technologien über Produkte und Dienstleistungen erfordern entsprechende Prozesse und Instrumente für einen professionellen Transfer in Gesellschaft und Wirtschaft. Daher bestehen an den Zentren verschiedene Infrastrukturen, die diesen Transfer unterstützen. So gibt es Service-Einrichtungen und Modellvorhaben, die zum Beispiel Politikberatung bei der Gestaltung der Energiewende betreiben, weltweit Erdbeben analysieren oder wichtige Klimadaten bereitstellen. Weiterhin unterstützen mehr als 100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den Technologietransferstellen der Helmholtz-Zentren den Übergang von anwendungsnahen Forschungsideen in die wirtschaftliche Verwertung.

## **Dies zeigt auch die Erfolgsbilanz der letzten Jahre:**

- Pro Jahr werden ca. 3.000 Kollaborationen mit der Wirtschaft durchgeführt. Diese reichen von Kooperationsprojekten mit kleinen und mittleren Unternehmen über langfristige strategische Partnerschaften mit Industrieunternehmen und klassische Auftragsforschung bis hin zur Nutzung der einzigartigen Großforschungsinfrastrukturen durch innovative Unternehmen. Zusammen werden aus diesen Verträgen mit der Wirtschaft pro Jahr ca. 160 Mio. Euro Einnahmen erzielt.
- Es werden jährlich ca. 400 Patente und andere Schutzrechte angemeldet. Ein breites Portfolio von erteilten Patenten wird aktiv verwertet: Es gibt knapp 1.500 Verträge über Lizenzen und Optionen, die im Jahr 2011 knapp 16 Mio. Euro Lizenzerlöse generierten.
- Weiterhin werden Ausgründungsprojekte unterstützt und Beteiligungen an Spin-offs eingegangen. 2011 waren beispielsweise 14 High-Tech-Gründungen aus Helmholtz-Zentren zu verzeichnen. Auch ein Vergleich mit der Fraunhofer-Gesellschaft, die seit 2005 durchschnittlich 13 Spin-offs pro Jahr vermelden konnte, belegt das grundsätzlich hohe Anwendungspotenzial der Helmholtz-Gemeinschaft.

## **Die Aktivitäten in den Technologietransferstellen werden von der Gemeinschafts-Ebene intensiv unterstützt:**

- So gibt es mit Helmholtz Enterprise ein Instrument zur Ausgründungsförderung, mit dem seit 2005 über 70 Gründungsprojekte gefördert wurden.
- Seit 2011 werden mit dem neuen Helmholtz-Validierungsfonds Projekte gefördert, die noch weitere Entwicklungsschritte benötigen, um eine Kommerzialisierbarkeit über Ausgründungen, Lizenzierungen oder Kooperationen mit Wirtschaftspartnern zu erreichen. Dabei ist das Programm so konzipiert, dass die Einnahmen aus den erfolgreich verwerteten Projekten in den Fonds zurückfließen und in neue Validierungsvorhaben investiert werden.
- Beide Förderprogramme werden aus dem Impuls- und Vernetzungsfonds finanziert, ebenso das Modellvorhaben "Shared Services". Hier werden zentrenübergreifend die besonderen Kompetenzen der großen Technologietransferabteilungen im Forschungszentrum Jülich im Bereich Erfindungsbewertung und IP-Strategie sowie des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) im Bereich Ausgründungsunterstützung und Beteiligungsmanagement für die anderen Transferstellen verfügbar gemacht.
- Damit wird die seit mehreren Jahrzehnten etablierte Zusammenarbeit im Rahmen des Arbeitskreises „Technologietransfer und gewerblicher Rechtsschutz“ auf eine neue Stufe gehoben und auch die erfolgreich praktizierte Kooperation lebenswissenschaftlicher Helmholtz-Zentren über den gemeinsamen Verwertungspartner Ascenion GmbH komplettiert. Im lebenswissenschaftlichen Bereich ist die Helmholtz-Gemeinschaft weiterhin am Life-Science-Inkubator beteiligt.
- Des Weiteren werden durch die Geschäftsstelle regelmäßige Workshops mit Unternehmen wie BASF, Eon, Zeiss, Siemens und Roche organisiert sowie „Innovation Days“ etabliert, die als zentrale Verwertungsplattform dienen, um nachhaltig den Kontakt mit der Wirtschaft zu verbessern und Helmholtz-Technologien in den Markt zu bringen. Die Marketing- und Business Development-Aktivitäten werden ebenso von den Zentren forciert: Auch regional gibt es Veranstaltungen, Clusterbeteiligungen, institutionalisierte Netzwerke wie einen Business Club am KIT. Weiterhin werden Messen und andere Marketingkanäle genutzt, um möglichst viele Forschungsergebnisse gewinnbringend in die wirtschaftliche Verwertung zu transferieren.

Organized by  
 HELMHOLTZ ASSOCIATION

Co-organized by  
 Fraunhofer  Ludwig-Maximilians-Universität München  RWTH AACHEN UNIVERSITY

# INNOVATION DAYS

BECKURTS AWARDS | PARTNERING RESEARCH AND BUSINESS  
 Germany's leading research organizations present their assets

**26 NOVEMBER 2012**  
AT MUNICH RESIDENZ

**27 NOVEMBER 2012**  
AT HVB FORUM MUNICH

By invitation only! Are you interested?  
 Register at  
[WWW.HELMHOLTZ.DE/INNOVATIONDAYS](http://WWW.HELMHOLTZ.DE/INNOVATIONDAYS)

Co-Host  
 SIEMENS

Platin Sponsors  
 BASF  BAYER  VW

Gold Sponsors  
 SANOFI  Roche

Silver Sponsors  
 Merck Serono  MERCK  ZEISS  CLARIANT

Organisation of partnering supported by  
 partnering ONE  E.ON

 Boehringer Ingelheim  EVONIK



Helmholtz-Gemeinschaft,  
 Innovation Days

### DKFZ – mtm laboratories und Gardasil

Eine Ausgründung des Deutschen Krebsforschungszentrums (DKFZ), die 1999 gegründete mtm laboratories AG, wurde 2011 an Roche veräußert, womit Erlöse in dreistelliger Millionenhöhe für die Gesellschafter verbunden waren. mtm war eine der ersten Ausgründungen, an der das DKFZ eine direkte Beteiligung hielt. Über einen kombinierten Lizenz- und Beteiligungsvertrag ist das Forschungszentrum sowohl am Erfolg beim Firmenverkauf oder Börsengang beteiligt als auch über produktbezogene Lizenzeinnahmen. Nachdem das Spin-off die klinischen Prüfungen des entwickelten Tests zur Früherkennung von Gebärmutterhalskrebs auf Basis eines Krebsproteins erfolgreich bestanden hatte, wurde es attraktiv für einen großen Partner aus der Diagnostik- und Pharmaindustrie. Bereits mit den am DKFZ entwickelten Grundlagen für den Impfstoff Gardasil gegen Gebärmutterhalskrebs durch den Nobelpreisträger Prof. Dr. Harald zur Hausen konnten mehrere Mio. Euro an Lizenzeinnahmen generiert werden.

### DLR – Lizenzvertrag und Auszeichnung für Waldbrandfrühwarnsystem

Im DLR-Institut für Planetenforschung wurde ein Waldbrandfrühwarnsystem entwickelt, das Kameras verwendet, die ursprünglich für die Erkundung im Weltraum vorgesehen waren. Das Produkt wurde schließlich durch die Firma IQ wireless GmbH ab 2000 in den Markt gebracht, die seitdem über einen Lizenzvertrag erhebliche Einnahmen an das DLR weiterreicht. Mittlerweile kommt das Waldbrandfrühwarnsystem auch international, zum Beispiel in Spanien oder Australien zum Einsatz. Insgesamt werden so weltweit mit mehr als 280 Systemen ca. fünf Mio. Hektar Wald überwacht. Die Entwicklung wurde 2011 von der amerikanischen Space Foundation ausgezeichnet, da

sie ein hervorragendes Beispiel dafür ist, wie Technologien aus der Weltraumforschung als Innovationen im Markt zum Nutzen der Gesellschaft wirken können.

### DESY – MTCA.4 for Industries

Auch an den für die Helmholtz-Gemeinschaft typischen Großforschungsinfrastrukturen werden sowohl wissenschaftlich als auch wirtschaftlich verwertbare Ergebnisse entwickelt: In einem aktuellen Projekt des Helmholtz-Validierungsfonds werden zum Beispiel am Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY neue Elektronikstandards nicht nur für die Nutzung in deutschen und europäischen Beschleunigersystemen, sondern auch für kommerzielle Anwender weiterentwickelt.

### Auch die Beispiele verdeutlichen:

- Die Helmholtz-Gemeinschaft erbringt Forschungsleistungen für gesellschaftlich relevante Themen und mit einem klaren Bezug zur Anwendung.
- Um Forschungsleistungen systematisch in Anwendung und Verwertung zu transferieren, sind professionelle Service-Einrichtungen aufgebaut worden.
- Die Kennzahlen belegen, dass die Anstrengungen erfolgreich sind.
- Die Aktivitäten werden weiter systematisch und substanzial verstärkt, zum Beispiel im Bereich Validierung, Business Development und Marketing.

Dies zeigt, dass die Helmholtz-Gemeinschaft ihr besonderes Produkt Wissen nicht nur zum Wohle der Gesellschaft in die Anwendung bringt, sondern durch professionellen Technologietransfer und erfolgreiche Kommerzialisierung auch Einnahmen zu erzielen beabsichtigt.

» [www.helmholtz.de/erfolgsbilanz](http://www.helmholtz.de/erfolgsbilanz)



**AKTUELLE PROJEKTE  
AUS DER HELMHOLTZ-FORSCHUNG**



# FORSCHUNGSBEREICH ENERGIE



## Die Aufgabe

Im Forschungsbereich Energie arbeiten Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler daran, Lösungen für die Energieversorgung zu entwickeln, die ökonomisch, ökologisch und gesellschaftlich tragbar sind. Dafür untersuchen sie die relevanten Energieketten unter Einbeziehung von technologischen und sozioökonomischen Randbedingungen einschließlich der Klima- und Umweltfolgen. Ein Ziel ist es, fossile Rohstoffe und nukleare Brennstoffe durch Energieträger zu ersetzen, die nachhaltig und klimaneutral nutzbar sind. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler loten die Potenziale von erneuerbaren Energiequellen wie Sonnenenergie, Biomasse oder Erdwärme aus. Sie arbeiten an der Effizienzsteigerung von konventionellen Kraftwerken und der rationellen Energienutzung. Die Helmholtz-Gemeinschaft forscht an der Nutzung der Kernfusion, um langfristig eine neue Energiequelle zu erschließen und verfügt über herausragendes Know-how in der nuklearen Sicherheitsforschung.

## Die Programmstruktur in der Förderperiode 2010–2014

Im Forschungsbereich Energie der Helmholtz-Gemeinschaft wirken derzeit acht Helmholtz-Zentren zusammen: das Karlsruher Institut für Technologie (KIT), das Forschungszentrum Jülich, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), das Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB), das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR), das Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungs-Zentrum GFZ und das Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) als assoziiertes Mitglied in der Helmholtz-Gemeinschaft. Die Arbeiten im Forschungsbereich Energie gliedern sich derzeit in fünf Forschungsprogramme:

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

Alle Programme werden in interdisziplinären Arbeitsgruppen und internationaler Zusammenarbeit vorangetrieben. Forschungsinfrastrukturen, Großexperimente, Pilotanlagen, Testanlagen für Großkomponenten, hochleistungsfähige Analysensysteme und große Rechnerkapazitäten stehen hierfür zur Verfügung.

## Ausblick

Die Energiewende gehört zu den größten Aufgaben in Gegenwart und Zukunft. In ihrem 6. Energieforschungsprogramm konzentriert sich die Bundesregierung auf Technologien, die für den Umbau der Energieversorgung wichtig sind: Erneuerbare Energien, Energieeffizienz, Energiespeicher, Netztechnologien. Die Helmholtz-Gemeinschaft unterstützt die Strategie der Bundesregierung nachdrücklich und trägt durch ihre Kompetenz und Erfahrung in den Schlüsselbereichen signifikant zur Umsetzung bei. Zudem schließt sie die Forschungslücken und strebt raschere Fortschritte auf den relevanten Gebieten an. Die Helmholtz-Forschung befasst sich mit einem weiten Spektrum von Optionen und treibt dabei Grundlagenforschung ebenso voran wie anwendungsorientierte Forschung. Die technologische Forschung wird von sozio-ökonomischer Forschung ergänzt. Es gilt, das Energiesystem einschließlich aller gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Aspekte zu optimieren.

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





Handschuhboxen schützen die Wissenschaftler bei der Arbeit mit radioaktiven Stoffen und schirmen die Proben gleichzeitig vor Einflüssen aus der Umgebung ab. Foto: Oliver Killig/HZDR



## WENN FÄSSER ROSTEN

*Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf* Hochradioaktive Abfälle aus Kernreaktoren müssen über Jahrtausende von der Biosphäre isoliert werden, doch weder Stahl noch andere dafür vorgesehene Materialien können den sicheren Einschluss über solche Zeiträume garantieren. Ein wichtiges Ergebnis haben 2011 die HZDR-Wissenschaftler um Dr. Regina Kirsch und Dr. Andreas Scheinost erzielt. Sie konnten zeigen, wie Eisenminerale, die beim Rosten der Fässer als Korrosionsprodukte entstehen, das Element Plutonium binden, welches wegen seiner Langlebigkeit und Radiotoxizität besonders problematisch ist.

Besonderen Aufwand mussten die Forscher bei der Herstellung der Proben im Labor und deren Messung an der Rossendorf Beamline am Europäischen Synchrotron ESRF in Grenoble treiben, um die Bedingungen zu simulieren, die auch später in Endlagern herrschen werden. Insbesondere gibt es dort keinen Sauerstoff, so dass alle chemischen Prozesse unter sogenannten „anoxischen“

Bedingungen stattfinden. Andere Gruppen hatten die Reaktionen solcher hochradioaktiven Abfälle dagegen bislang unter atmosphärischen Sauerstoffkonzentrationen untersucht, weil dies technisch einfacher ist. Nun zeigten Scheinost und Kirsch, dass Plutonium unter diesen anoxischen Bedingungen stärker reduziert wird als bisher angenommen. Obwohl dreiwertiges Plutonium in Wasser leicht löslich ist und damit außerordentlich mobil sein sollte, wird es an der Oberfläche der Rostminerale stark gebunden und damit immobilisiert. „Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass auch durchrostende Stahlbehälter Plutonium noch zurückhalten können. Sie zeigen aber auch, dass wir weitere Untersuchungen unter realistischen Endlager-ähnlichen Bedingungen brauchen, um die Sicherheit von künftigen Endlagern bewerten zu können“, sagt Scheinost.

» [www.helmholtz.de/gb/12-rostige-faesser](http://www.helmholtz.de/gb/12-rostige-faesser)



„Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler arbeiten daran, die Energieversorgung nachhaltig und wirtschaftlich zu sichern. Dazu sind ganzheitliche Forschungsansätze notwendig, die unter Berücksichtigung Klima- und Umwelt-relevanter Faktoren alle Energieketten einbeziehen. Erforscht werden innovative Technologien zur effektiven Umwandlung, Speicherung, Verteilung und Nutzung von Energieformen. Langfristiges Ziel ist die vollständige Substitution begrenzt verfügbarer Energieträger durch solche, die nachhaltig, dauerhaft und klimaneutral nutzbar sind.“

### PROF. DR. HERMANN REQUARDT

Senator der Helmholtz-Gemeinschaft, Vorstandsmitglied der Siemens AG und CEO des Sektors Healthcare, ehemaliger CTO der Siemens AG sowie Leiter von Corporate Technology, Erlangen



Mit dem Solarturm in Jülich können die DLR-Experten Innovationen bei der Stromerzeugung aus Sonnenhitze schneller und in einem anwendungsnahen Maßstab entwickeln und testen. Foto: DLR

## SOLARTHERMIE WEITER VERBESSERN

*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt* Seit rund 30 Jahren treibt das DLR die Entwicklung von solarthermischen Kraftwerken voran und testet sie in Demonstrationskraftwerken in Spanien auf Praxistauglichkeit. 2011 hat das DLR nun in Deutschland das Institut für Solarforschung gegründet und das Solarturmkraftwerk in Jülich übernommen, das von einem Konsortium aus Industrie, Forschung und den Stadtwerken Jülich entwickelt und gebaut wurde. Das DLR hat es als „Solarthermisches Versuchs- und Demonstrationskraftwerk Jülich“ von Anfang an wissenschaftlich begleitet und wird es weiter als Forschungsanlage nutzen.

Dabei lenken 2153 bewegliche Spiegel (Heliostate) die Sonnenstrahlen auf die Spitze des 60 Meter hohen Solarturms. Dort werden sie vom Solar-Receiver aufgenommen und in Wärme umgewandelt. Der Receiver besteht aus porösen keramischen Elementen, die von Luft durchströmt werden. Die Luft erhitzt sich dabei auf bis zu 700 Grad Celsius und erzeugt Wasserdampf, der die stromerzeugende Turbine antreibt. In dem Solarversuchskraftwerk können nun neue Komponenten und Verfahren getestet werden, die Solar-kraftwerke effizienter und kostengünstiger machen. Das Turmkraftwerk in Jülich dient als Pilotanlage für künftige kommerzielle Kraftwerke in Südeuropa und Nordafrika.

» [www.helmholtz.de/gb12-solarthermie](http://www.helmholtz.de/gb12-solarthermie)

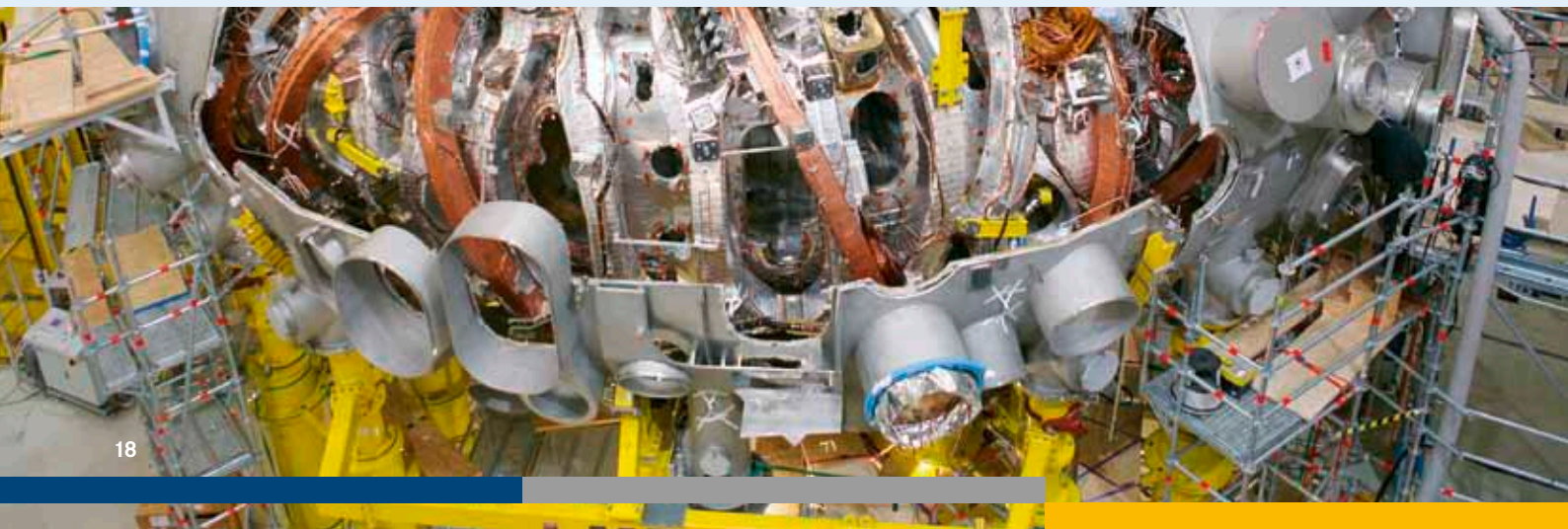
## DER DECKEL IST GESCHLOSSEN

*Max-Planck-Institut für Plasmaphysik* Die Montagearbeiten an der Forschungsanlage Wendelstein 7-X im Teilinstitut Greifswald laufen auf vollen Touren. Inzwischen zeigt sie sich in ihrer endgültigen Gestalt. Wendelstein 7-X wird die weltweit größte Fusionsanlage vom Typ Stellarator sein und soll die Kraftwerkseignung dieses Bautyps untersuchen. Um aus der Verschmelzung von Atomkernen Energie zu gewinnen, muss in einem späteren Kraftwerk ein Wasserstoffplasma in Magnetfeldern eingeschlossen und auf Temperaturen über hundert Millionen Grad aufgeheizt werden.

Wendelstein 7-X besteht aus fünf nahezu baugleichen Modulen: jeweils ein Teil des Plasmagefäßes, die thermische Isolation, 14 supraleitende Magnetspulen sowie ein Teil des stützenden Tragrings – pro Modul ein Gewicht von rund 120 Tonnen. Eingehüllt in eine stählerne Außenhülle stehen jetzt alle Module auf dem Maschinenfundament. Zuletzt wurde ein rund 14 Tonnen schwerer Deckel aufgesetzt. „Schade nur“, meint der Assoziierte Projekt-Direktor Dr. Hans-Stephan Bosch, „dass jetzt vom Innenleben der Maschine, insbesondere von dem Markenzeichen des Wendelstein 7-X, den Spulen, nichts mehr zu sehen ist.“ In zwei Jahren soll Wendelstein 7-X den Betrieb aufnehmen.

» [www.helmholtz.de/gb12-wendelstein](http://www.helmholtz.de/gb12-wendelstein)

Inzwischen ist die Lücke geschlossen: Wendelstein 7-X vor der Montage des letzten Kryostat-Teiles. Foto: Anja Richter-Ullmann/IPP



„Neben der Wärmeleitfähigkeit durch elektrische Ladungsträger gibt es auch noch die Wärmeleitfähigkeit aufgrund von Gitterschwingungen. Indem man diesen Anteil reduziert, kommt man zu effizienteren Thermoelektrika.“  
 DR. RAPHAËL HERMANN Gruppenleiter am Jülich Centre for Neutron Science

## STROM AUS ABWÄRME

*Forschungszentrum Jülich* Rund 60 Prozent der Energie, die ein Automotor aus Kraftstoff gewinnt, geht als Abwärme verloren. Auch bei vielen industriellen Prozessen oder in Blockheizkraftwerken wird Wärme frei. Sie könnte dank des so genannten Seebeck-Effektes genutzt werden: Denn hält man die Kontaktstellen zweier verschiedener elektrischer Leiter oder Halbleiter auf unterschiedlicher Temperatur, so entsteht eine elektrische Spannung, die mit dem Temperaturunterschied steigt. Das Problem: Bislang wandeln thermoelektrische Generatoren (TEGs) nur einen geringen Teil der Abwärme in Strom um – üblicherweise weniger als zehn Prozent.

Um diesen Wirkungsgrad zu verbessern, benötigt man Materialien, die elektrischen Strom gut leiten, Wärme dagegen schlecht. Meist sind aber gute Stromleiter ebenso gute Wärmeleiter, weil beide Eigenschaften durch die Beweglichkeit der Elektronen beeinflusst werden. „Doch es gibt neben der Wärmeleitfähigkeit durch elektrische Ladungsträger auch noch die Wärmeleitfähigkeit aufgrund von Gitterschwingungen. Indem man diesen Anteil redu-

ziert, kommt man zu effizienteren Thermoelektrika“, sagt Dr. Raphaël Hermann. Mit seinem Team am Jülich Centre for Neutron Science untersucht er mit Hilfe von Neutronenstreuung und Synchrotronstrahlung diese Mechanismen der Wärmeleitfähigkeit.

Die Energiequanten der Gitterschwingungen heißen Phononen, ihre Geschwindigkeit, ihre freie Weglänge und ihre Fähigkeit, Wärme zu speichern, bestimmen die Wärmeleitfähigkeit. „Das ist wie beim Gütertransport über Fernstraßen: Es wird umso mehr transportiert, je schneller der LKW fährt, je weniger er im Stau steht und je größer sein Laderaum ist“, erläutert Hermann. Die Forscher ermittelten bei thermoelektrischen Materialien wie Zintl-Phasen, Skutteruditen oder Klathraten, welcher der Faktoren die Wärmeleitfähigkeit der Phononen jeweils entscheidend begrenzt. So erhalten sie Hinweise, welche Stellschrauben besonders interessant sind, um den Wirkungsgrad von diesen Bauelementen weiter zu steigern.

» [www.helmholtz.de/gb12-abwaerme](http://www.helmholtz.de/gb12-abwaerme)

Die Arbeitsgruppe um Raphaël Hermann forscht an Materialien, die Abwärme von Motoren in Strom umwandeln können. Foto: Forschungszentrum Jülich





Eine Wissenschaftlerin beim Zusammenbau einer Testzelle in einer Handschuhbox unter Schutzgasatmosphäre, die ungewünschte Reaktionen verhindert. Foto: KIT

## FLUORID-BATTERIEN ALS KONZEPT DER ZUKUNFT

*Karlsruher Institut für Technologie* Lithium-Ionen-Batterien sind zurzeit die leistungsfähigsten Batteriesysteme, aber ihre Speicherkapazität lässt sich kaum noch steigern. Für viele Anwendungen, insbesondere in stationären und mobilen Geräten oder Fahrzeugen, müssen die Batterien jedoch mehr Energie speichern und deutlich kompakter werden. Ein völlig neues Konzept haben KIT-Wissenschaftler um Dr. Maximilian Fichtner am Institut für Nanotechnologie entwickelt. Sie verwenden neuartige Komposit-Elektroden, bei denen die Kathode im Wesentlichen aus einer Metall-Fluorid-Verbindung besteht, während die Hauptkomponente der Anode ein Metall ist.

Die heutige Lithium-Ionen-Batterie kann nur bis zu einem Elektron pro schwerem Gerüstatom der Elektrode speichern, dagegen können mit Hilfe der Fluorid-Ionen bis zu drei Ladungsträger gespeichert werden. An den Elektroden wird dann entweder ein Metallfluorid gebildet, oder

es werden umgekehrt Fluorid-Ionen freigesetzt, so dass wieder das Metall entsteht. „Damit lassen sich theoretisch Energiedichten erreichen, die bis zu zehn Mal so hoch sind wie die der gegenwärtigen Lithium-Ionen-Batterien“, erklärt Fichtner.

Das Prinzip funktioniert, im Detail wartet aber noch viel Entwicklungsarbeit auf die Forscher: Die Anfangskapazität des Batteriesystems, die Lebensdauer und die Zyklenstabilität müssen noch verbessert werden. Auch der Feststoff-Elektrolyt, der den Ladungstransport zwischen den Elektroden ermöglicht, erfüllt seine Funktion nur bei höherer Betriebstemperatur. „Wir arbeiten an der Entwicklung neuartiger Fest- und Flüssigelektrolyte, damit die Batterie auch bei Raumtemperatur eingesetzt werden kann“, sagt Fichtner.

» [www.helmholtz.de/gb12-fluorid-batterien](http://www.helmholtz.de/gb12-fluorid-batterien)



Unter kontrollierten Temperaturbedingungen werden die einzelnen Batteriezellen getestet. Foto: KIT



Timothy Schmidt, Uni Sydney, und HZB-Forscher Klaus Lips konnten den Wirkungsgrad von Solarzellen aus amorphem Silizium mit Hilfe der Hochkonversion verbessern.  
Foto: Philipp Dera/HZB

## TURBO FÜR DÜNNSCHICHT-SOLARZELLEN

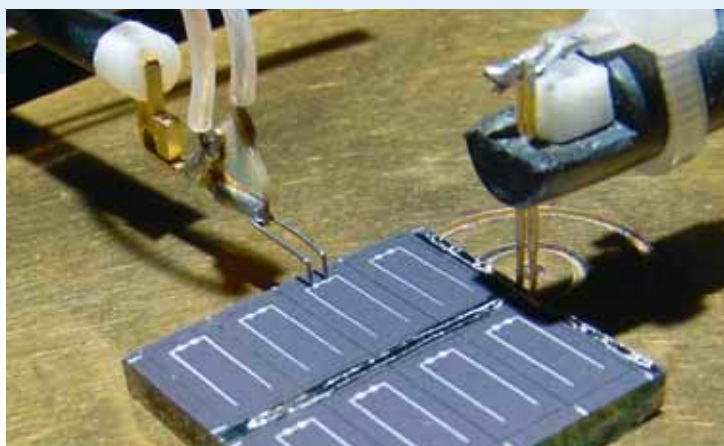
### *Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie*

Moderne Silizium-Solarzellen haben einen maximalen Wirkungsgrad von etwa 25 Prozent. Weltweit liefern sich Forscher ein Rennen, diesen Wirkungsgrad immer weiter zu erhöhen. Eine natürliche Grenze liegt jedoch bei etwa 30 Prozent, u. a. weil Solarzellen Licht mit Energien unterhalb einer materialspezifischen Grenze nicht absorbieren können. Wissenschaftler der Universität Sydney und des Helmholtz-Zentrums Berlin (HZB) haben jetzt in Laborversuchen eine Art „Turbo für Solarzellen“ entwickelt, die so genannte photochemische Hochkonversion: Zwei energiearme Photonen, die eigentlich in der Solarzelle wirkungslos bleiben, werden dabei zu einem energiereichen Photon gebündelt: Und dieses Photon kann in der Solarzelle dann zum Stromfluss beitragen.

Der photochemische Solarzellenturbo nutzt organische Moleküle, um energiearme rote Photonen zu energiereichen gelben Photonen zu verschmelzen. „Damit konnten wir erstmals einen Effizienzgewinn einer Solarzelle durch die photochemische Hochkonversion demonstrieren“, sagt Projektleiter Dr. Klaus Lips vom HZB-Institut für Silizium-Photovoltaik. Noch ist der Effizienzgewinn gering, jedoch könnte weitere Forschung in diese Richtung es ermöglichen, die 30 Prozent-Marke deutlich zu überbieten.

» [www.helmholtz.de/gb12-turbo-solarzellen](http://www.helmholtz.de/gb12-turbo-solarzellen)

Eine Chalcopyrit-Dünnschicht-Solarzelle auf dem Sonnensimulator-Teststand. Foto: HZB



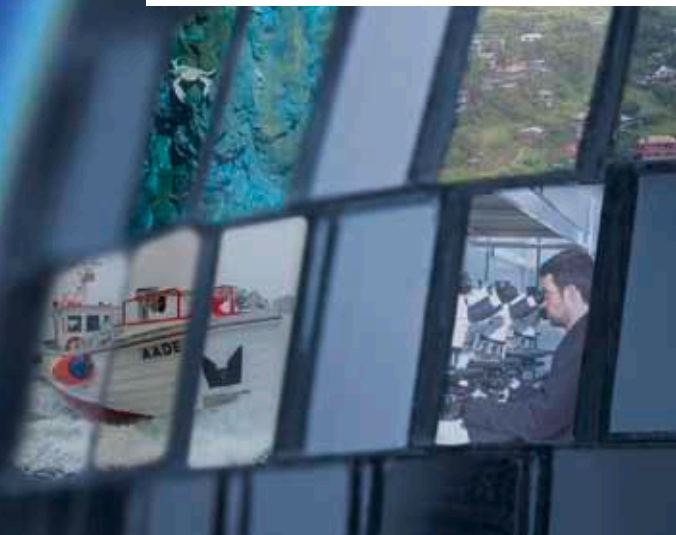
## CIS-MODULE MIT ILGAR VERBESSERT

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

Dünnschicht-Solarmodule aus Kupfer-Verbindungen sparen bei der Herstellung Material und Energie, wandeln aber Sonnenlicht bislang weniger effizient in Strom um als Zellen aus kristallinem Silizium. Außerdem wird die „Pufferschicht“ standardmäßig aus Cadmium-Sulfid gebildet, so dass beim Herstellungsprozess hochgiftiges Cadmium eingesetzt werden muss. HZB-Wissenschaftler um Prof. Dr. Christian Herbert Fischer vom Institut „Heterogene Materialsysteme“ haben hier wesentliche Verbesserungen erreichen können. Sie stellen die unterschiedlichen Halbleiterschichten mit dem ILGAR-Verfahren (Ion Layer Gas Reaction) her, das am HZB entwickelt wurde. Die dabei produzierten Pufferschichten bestehen aus Indiumsulfid oder Zinksulfid/Indiumsulfid und ersetzen in Dünnschicht-solarzellen das Schwermetall Cadmium. Außerdem wird ein umweltschädliches Abscheideverfahren überflüssig. Für ihre zertifizierten Rekordzellen haben die HZB-Wissenschaftler lichtabsorbierende Schichten aus der industriellen Standardproduktion genutzt. Damit konnten sie Solarzellen herstellen, die Wirkungsgrade von über 16,1 Prozent erreichen und damit deutlich über bisher erreichten Wirkungsgraden mit Indiumsulfid-Pufferschichten liegen.

» [www.helmholtz.de/gb12-cis-module](http://www.helmholtz.de/gb12-cis-module)

# FORSCHUNGSBEREICH ERDE UND UMWELT



## Die Aufgabe

Der Forschungsbereich Erde und Umwelt untersucht grundlegende Funktionen des Systems Erde und die Wechselwirkungen zwischen Natur und Gesellschaft. Schwerpunkte liegen im Ausbau und in der Vernetzung der langfristigen Beobachtungssysteme, der Verbesserung von Vorhersagen sowie dem Transfer der Ergebnisse in die Gesellschaft. Insbesondere sollen wissenschaftsbasierte Handlungsempfehlungen erarbeitet werden, wie sich Ressourcen der Erde nachhaltig nutzen lassen, ohne die Lebensgrundlagen zu zerstören.

So bringt die Helmholtz-Klimainitiative REKLIM die Kompetenz von acht Helmholtz-Zentren zusammen, um regionale und globale Klimamodelle zu verbessern. In der „Water Science Alliance“ untersuchen Helmholtz-Experten mit Universitäten und anderen Partnern den Einfluss des Globalen Wandels auf die Wasserressourcen. Ein wichtiges Element ist der Aufbau und Betrieb von Infrastrukturen wie dem Forschungsflugzeug HALO oder dem Netzwerk TERENO, für das in vier ausgewählten Regionen Deutschlands terrestrische Observatorien aufgebaut werden. Mit COSYNA wird ein Langzeitbeobachtungssystem zuerst für die deutsche Nordsee und später auch für arktische Küstengewässer aufgebaut.

## Die Programmstruktur in der Förderperiode 2009–2013

Am Forschungsbereich Erde und Umwelt sind acht Helmholtz-Zentren beteiligt: das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI), das Forschungszentrum Jülich, das GEOMAR I Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel (seit 2012), das Helmholtz-Zentrum Geest-

hacht für Material- und Küstenforschung (HZG), das Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, das Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungszentrum GFZ und das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ sowie das Karlsruher Institut für Technologie (KIT).

Die Forschung findet aktuell in vier Programmen statt:

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

## Ausblick

Um den Herausforderungen zu begegnen, bündelt der Forschungsbereich „Erde und Umwelt“ auch in Zukunft die Kapazitäten der beteiligten Zentren in gemeinsamen Forschungsportfolios. Dies schafft neue Koalitionen und ermöglicht den Ausbau von Erdbeobachtungs- und Wissenssystemen sowie von integrierten Modellansätzen. Das interdisziplinär angelegte Portfoliothema „Earth System Knowledge Platform – Observation, Information and Transfer“ vernetzt das von allen Zentren des Forschungsbereichs sowie von externen Partnern erarbeitete Wissen mit dem Ziel, die Gesellschaft dabei zu unterstützen, mit den komplexen Veränderungen im System Erde umzugehen. Durch den Eintritt des GEOMAR I Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel in die Helmholtz-Gemeinschaft konnte das Forschungsspektrum deutlich erweitert werden.



**PROF. DR. REINHARD F. J. HÜTTL**  
Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Kordinator für den Forschungsbereich Erde und Umwelt,  
Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungszentrum GFZ



Langzeitmessungen der Energie- und Wasserflüsse über einem See im Lena-Delta in Sibirien geben Auskunft zu Klimaveränderungen.  
Foto: Julia Boike/AWI

## WIE STARK VERÄNDERT SICH DAS KLIMA, WENN DER PERMAFROST TAUT?

*Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung* Weltweit ist rund ein Viertel der Erdoberfläche von Böden bedeckt, die ganzjährig gefroren sind. In Zentralsibirien kann der Boden sogar bis in eine Tiefe von über 1.500 Meter gefroren sein. Die Wechselwirkung zwischen Klimawandel und Permafrost untersucht Prof. Dr. Hans Wolfgang Hubberten, der die Forschungsstelle Potsdam des Alfred-Wegener-Instituts (AWI) leitet. Wenn der Permafrost taut, werden Mikroorganismen aktiv und verwandeln im Boden gespeicherte

Kohlenstoffverbindungen in Methan, Wasserdampf und Kohlendioxid, die den Treibhauseffekt verstärken. Bislang konnten diese Prozesse nur ansatzweise in den Klimamodellen berücksichtigt werden. Nun führen Teams aus 18 Partnereinrichtungen Bodenmessungen sowie Fernerkundungskampagnen durch, um in unterschiedlichen Regionen der Arktis zu erfassen, welche Mengen an Treibhausgasen beim Auftauen des Permafrosts freigesetzt werden. Das EU-Projekt PAGE 21 wird von Hubberten koordiniert. Das AWI-Team selbst verfolgt seit über 15 Jahren auf der deutsch-russischen Samoylow-Forschungsstation im Lena-Delta in Sibirien die Entwicklung. „Auch hier macht sich nun der Klimawandel deutlich bemerkbar, selbst in Tiefen von 18 bis 26 Metern wurde im gefrorenen Untergrund ein Temperaturanstieg von bis zu 0,5 Grad Celsius von 2006 bis 2011 gemessen“, sagt Hubberten. Die Ergebnisse dieser Forschung werden in den fünften Weltklimabericht der Vereinten Nationen einfließen.

» [www.helmholtz.de/gb12-permafrost](http://www.helmholtz.de/gb12-permafrost)



Diese Messeinrichtung erfasst den Austausch von Energie- und Stoffströmen zwischen tiefer und höher gelegenen Luftschichten über dem Boden. Foto: Günther Stoof/AWI



**PROF. DR. VOLKER MOSBRUGGER**  
Senator der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Generaldirektor der Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung

„Die Menschen beeinflussen ihre Umwelt zunehmend und in ganz besonderem Ausmaß: Klimawandel, Artensterben, Übernutzung natürlicher Ressourcen sind nur einige der problematischen Entwicklungen. Die globale Herausforderung für die Helmholtz-Erdsystem- und Umweltforschung ist die Bereitstellung des erforderlichen System- und Anwendungswissens, um die Lebensgrundlagen für die immer noch wachsende Weltbevölkerung langfristig und nachhaltig zu sichern.“



Reisterrassen in Banaue, Philippinen. Die Terrassen im Norden der Insel Luzon erstrecken sich bis in eine Höhe von 1.500 Meter und gehören zu großen Teilen zum UNESCO-Weltkulturerbe. Foto: Josef Settele/UFZ

## LAND NUTZEN UND ÖKOSYSTEME ERHALTEN

*Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ* Mehr als 40 Prozent der terrestrischen Erdoberfläche werden durch den Menschen als Acker- und Weideland, als Infrastruktur oder Siedlungsfläche genutzt. Dabei hat sich von 1960 bis 2000 die landwirtschaftliche Produktion verdoppelt, vor allem durch zunehmende Industrialisierung der Landwirtschaft. Dies befördert die Bodendegradation und -versiegelung, führt zum Verlust von Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen und zu erhöhten Treibhausgasemissionen, zu denen die Landnutzung zu 20 bis 30 Prozent beiträgt.

Wie kann Landnutzung so gemanagt werden, dass auch langfristig die Produktivität der Ökosysteme erhalten bleibt? Diese Frage steht im Mittelpunkt des BMBF-Förderprogramms „Nachhaltiges Landmanagement“, das durch Expertinnen und Experten am UFZ wissenschaftlich begleitet wird. Dabei setzen UFZ-Forscher um Prof. Dr. Ralf Seppelt im Begleit- und Synthese-Projekt GLUES<sup>1)</sup> die regionalen Befunde aus zwölf einzelnen Regionalprojekten in einen globalen Kontext und stellen die Ergebnisse potenziellen Nutzergruppen zur Verfügung. „Damit erweitern wir die Wissensbasis zu den Folgen von unterschiedlichen Landnutzungskonzepten und tragen dazu bei, dass Entscheidungsträger und Planer den Aspekt der Nachhaltigkeit stärker berücksichtigen können“, erklärt Seppelt.

So müssen zum Beispiel in Südostasien die Erträge beim Reisanbau steigen, um die wachsende Bevölkerung zu ernähren. UFZ-Forscher um Privatdozent Dr. Josef Settele untersuchen im BMBF-Regionalprojekt LEGATO<sup>2)</sup> in den Philippinen, Vietnam und Malaysia, welche Ökosystem-Funktionen und -Dienstleistungen bewässerter Reisanbau erbringt. Dabei beziehen sie Reisbauern und Bevölkerung ein, um Daten zu gewinnen. „Libellen beispielsweise sind gute Indikatoren für den Zustand der Ökosysteme. Wir wollen eine Lösung anbieten, mit der die Bevölkerung die Arten einfach per Handy bestimmen und so die wissenschaftliche Arbeit unterstützen kann“, sagt Settele. Mit Partnern vor Ort entwickeln und testen die UFZ-Experten neue Ansätze für einen ökologischen und gleichzeitig hochproduktiven Reisanbau. „Wir haben gute Hinweise, dass Intensivierung nicht grundsätzlich schädlich sein muss, sondern dass es gelingen kann, hohe Produktivität nachhaltig zu erhalten“, so Settele.

» [www.helmholtz.de/gb12-land-nutzen](http://www.helmholtz.de/gb12-land-nutzen)

<sup>1)</sup> GLUES steht für „Global Assessment of Land Use Dynamics, Greenhouse Gas Emissions and Ecosystem Services“ und ist das wissenschaftliche Begleit- und Syntheseprojekt zum Förderprogramm „Nachhaltiges Landmanagement“

<sup>2)</sup> LEGATO ist das Akronym für „Land-use intensity and Ecological EnGineering – Assessment Tools for risk and Opportunities in irrigated rice based production systems“

Ein ausgeklügeltes Bewässerungssystem sorgt dafür, dass auf den Terrassen bis heute Reis und Gemüse von der lokalen Bevölkerung angebaut werden. Foto: Josef Settele/UFZ





„Hydrothermalquellen am Meeresboden fördern zwar Metalle aus dem Erdinneren hervor, aber der größte Teil davon wird in der weiteren Umgebung in großer Verdünnung abgesetzt und steht für den Bergbau nicht zur Verfügung. Dieser Aspekt wurde bisher unterschätzt.“ DR. SVEN PETERSEN, GEOMAR

## ERZE AUS DEM MEER

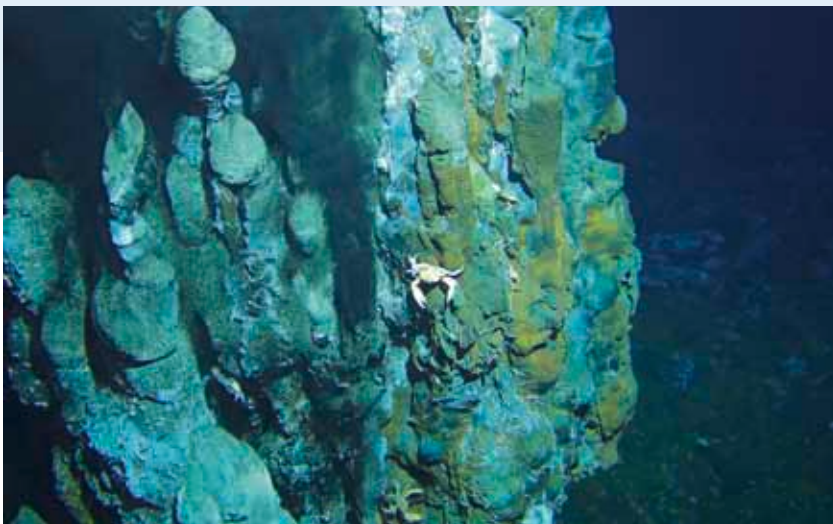
*GEOMAR | Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel*  
Bodenschätze wie Kupfer und Zink, Silber und Gold kommen auch auf dem Grund der Ozeane vor: Dort, wo tektonische Platten aneinander grenzen, stoßen rauchende Schloten große Mengen an Metall-Schwefel-Verbindungen aus, die sich in Form von Massivsulfiden am Boden ablagern können. Ob diese Vorkommen dabei in Mengen entstanden sind, die einen Beitrag zur weltweiten Rohstoffversorgung leisten können, haben Geologen aus Kanada, den Vereinigten Staaten und Deutschland nun versucht, realistisch einzuschätzen.

Sie haben dafür 106 Vorkommen ausgewählt, die als repräsentativ für alle Vorkommen am Meeresboden gelten. Ihren Metallgehalt schätzten sie anhand einiger besonders gut untersuchter Lagerstätten und mit theoretischen Berechnungen ab. Dabei wurde ein wichtiger Unterschied zwischen den Sulfidvorkommen und den Fördermengen der Schwarzen Raucher deutlich. Diese Hydrothermalquellen fördern deutlich mehr Metalle aus dem Erdinneren hervor, als tatsächlich in den Sulfidvorkommen am Meeresboden abgelagert werden. Der größte Teil der Metalle

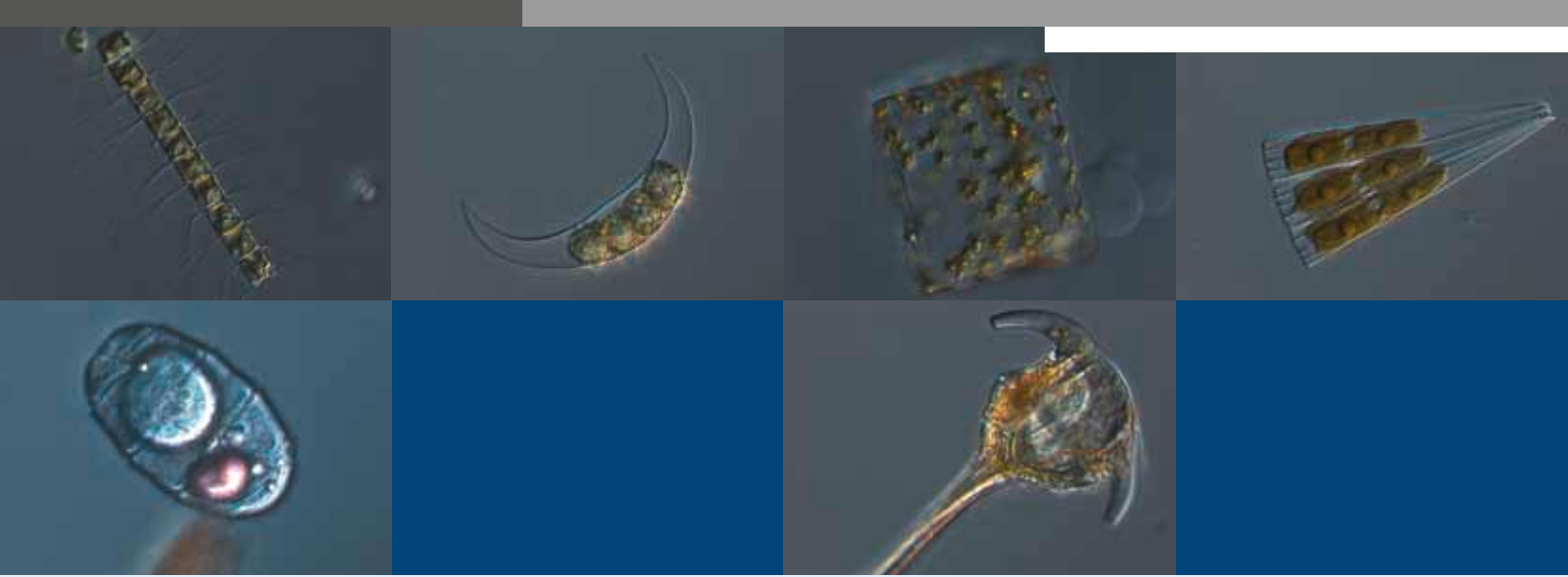
wird in der weiteren Umgebung in großer Verdünnung abgesetzt und steht daher für den Bergbau nicht zur Verfügung. „Dieser Aspekt wurde bisher unterschätzt“, erklärt Dr. Sven Petersen, Geologe am GEOMAR und Mitautor der Studie. „Das hat dazu geführt, dass die Chancen des Tiefsee-Meeresbergbaus oft überbewertet wurden.“

„Wir schätzen, dass in unmittelbarer Umgebung der weltweit bekannten vulkanischen Rücken etwa 600 Millionen Tonnen Massivsulfide lagern“, berichtet Petersen. Davon sind nur etwa 30 Millionen Tonnen Zink und Kupfer, die beiden bedeutendsten Metalle, die aus diesen Vorkommen gewonnen werden sollen. Damit sind auf dem für einen Abbau zugänglichen Teil des Meeresbodens auf der Erde nur etwa so viel Zink und Kupfer verteilt, wie in einem Jahr weltweit im Bergbau gefördert werden. Vor diesem Hintergrund legen die Autoren der Studie nahe, Kosten und Gewinn genau zu hinterfragen. „Minen an Land kann der Bergbau auf Massivsulfide in der Tiefsee jedenfalls nicht ersetzen“, ist sich Petersen sicher.

» [www.helmholtz.de/gb12-erze-meer](http://www.helmholtz.de/gb12-erze-meer)



Ein „Schwarzer Raucher“ am Mittelatlantischen Rücken. Rund um derartige Hydrothermalquellen finden sich wertvolle Metallerze.  
Foto: ROV KIEL 6000/GEOMAR



In der Nordsee gibt es viele Arten von Plankton, beispielsweise Kieselalgen und Dinoflagellaten.  
Fotos: Leonie Vogt/AWI, Alexandra Kraberg/AWI

## HELGOLAND REEDE-LANGZEITREIHE

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

Nicht jeder warme Sommer oder jede starke Algenblüte sind bereits Anzeichen für einen langfristigen Trend. Viele Naturphänomene treten auch zufällig auf oder hängen mit zyklischen Erscheinungen wie der Sonnenaktivität zusammen. Um langfristige Veränderungen von kurzfristigen Schwankungen unterscheiden zu können, sind daher Langzeitmessungen unersetzlich. Eine der wichtigsten Langzeitreihen führt das Alfred-Wegener-Institut (AWI) auf der Nordseeinsel Helgoland durch: Seit 1962 nimmt ein AWI-Team vor Helgoland an der Helgoland Reede täglich Wasserproben, misst Temperatur, Salzgehalt und Sichttiefe und untersucht den Gehalt an Nährstoffen und Plankton, das als Nahrungsgrundlage für die marine Fauna dient. „Mit diesen langfristigen Messungen können wir heute fundiert nachweisen, dass sich die Durchschnittstemperatur in der Nordsee um Helgoland um 1,7 Grad Celsius im Vergleich zu den 1960er Jahren erhöht hat“, sagt Dr. Alexandra Kraberg,

die die Messreihe zusammen mit Prof. Dr. Karen Wiltshire betreut. Gleichzeitig ist das Wasser klarer und salziger geworden. Die Biologen haben außerdem im Laufe der Zeit viele neue Arten im Plankton beobachtet. Einige dieser Arten gelten als wärmeliebend und es ist verlockend, sie als Indikator der voranschreitenden Klimaerwärmung anzusehen. Ob eine neue Art Bestandteil der lokalen Artengemeinschaft wird und wenn ja, ob dies in Zukunft Auswirkungen auf das Nahrungsgefüge haben könnte, untersuchen sie anhand der Helgoland Reede-Zeitreihe sowie in Labor- und Mesokosmenexperimenten.

Die Helgoland-Daten werden aber nicht nur am AWI, sondern weltweit von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern genutzt, insbesondere liefern sie auch eine verlässliche Grundlage für Behörden, die wissenschaftsbasiert Anpassungsstrategien erarbeiten wollen.

» [www.helmholtz.de/gb12-helgoland-langzeitreihe](http://www.helmholtz.de/gb12-helgoland-langzeitreihe)

Mit dem Forschungskutter Aade können die AWI-Wissenschaftler auch auf offenem Meer Proben nehmen. Foto: Solvin Zankl



Das Schwerfeld der Erde ist nicht gleichförmig, sondern hängt von der Dichte der unter der Erdoberfläche liegenden Massen ab. Durch die Messungen des Schwerfelds mit den Satelliten LAGEOS, GRACE und GOCE lässt sich genauer als bisher im globalen Maßstab quantifizieren, wie stark Wasser und Eismassen jahreszeitlich schwanken. Foto: GFZ



## DAS SCHWEREFELD DER ERDE IM LAUF DER JAHRESZEITEN

*Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungs*

*Zentrum GFZ* Die Schwerkraft der Erde ist nicht nur von Ort zu Ort unterschiedlich, sondern verändert sich auch mit den Jahreszeiten. Dies berücksichtigt die neueste „Potsdamer Schwerekartoffel“, die GFZ-Experten aus Satellitendaten von GOCE, GRACE und LAGEOS berechnet haben. Dafür haben die Potsdamer Forscher ein neues Modell des Schwerfelds erstellt, in das auch der Wasserhaushalt der Kontinente sowie abschmelzende oder zunehmende Eismassen in den Polargebieten eingeflossen sind. Dieses gegenüber früheren Schwerfeldmodellen noch realistischere „EIGEN-6C“ wurde in enger Kooperation mit Forschern aus Toulouse entwickelt. Dr. Christoph Förste und Dr. Frank Flechtner, die die Schwerfeld-Arbeitsgruppe am GFZ leiten, betonen dabei die Be-



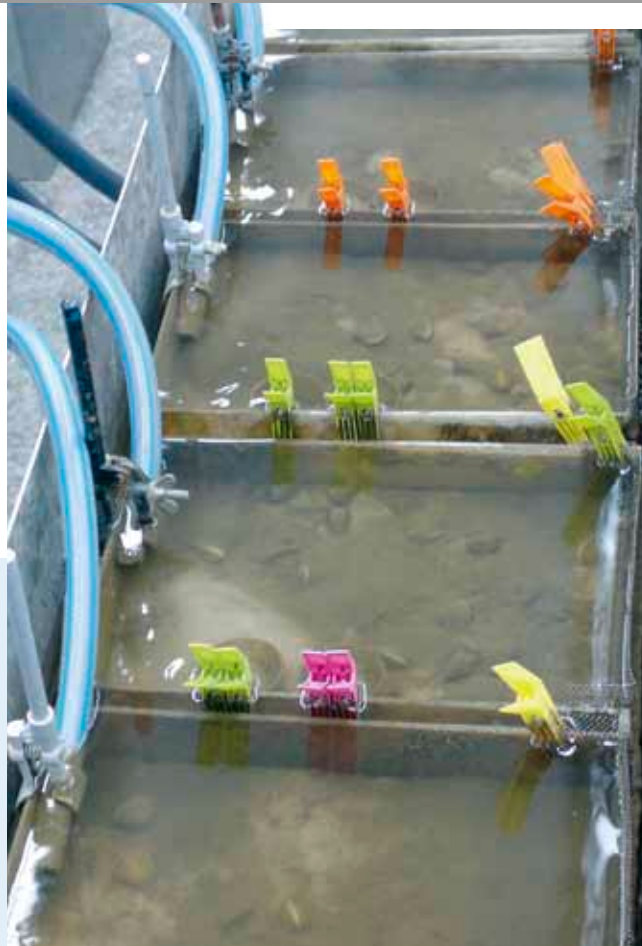
deutung der ESA-Satellitenmission GOCE für die Messung des mittleren, statischen Erdschwerfeldes im Bereich der Ozeane. Dieses ist Grundvoraussetzung für die Ableitung der mittleren dynamischen Ozeantopografie, wodurch Meeresströmungen genauer als bisher bestimmt werden konnten. Neben GOCE wurden auch langjährige Messdaten der NASA-DLR Doppelsatelliten-Mission GRACE einbezogen. GRACE ermöglicht erstmals die Bestimmung großräumiger zeitlicher Veränderungen im Schwerfeld, die durch Massenumlagerungen auf der Erdoberfläche verursacht werden. Dazu gehören das Abschmelzen großer Gletscher in den Polargebieten oder die jahreszeitlichen Schwankungen der Wassermengen, die in großen Flusssystemen gespeichert sind.

Deshalb ist die neue Potsdamer Kartoffel kein statischer Körper mehr, sondern zum ersten Mal eine sich zeitlich ändernde Fläche, die auch Auskunft über klimarelevante Prozesse im System Erde gibt. Auch deshalb ist eine Folge-mission für die etwa 2015 endende GRACE-Mission bereits auf dem Weg und soll im August 2017 gestartet werden. „Aus den über zwei Jahrzehnten vorliegenden Daten dieser beiden Missionen können wir dann noch sehr viel mehr über großräumige und langandauernde Veränderungen der Erde lernen, die wir sonst mit keinen anderen Methoden erfassen könnten“, sagt Förste.

» [www.helmholtz.de/gb12-schwerekartoffel](http://www.helmholtz.de/gb12-schwerekartoffel)

Der 5,3 Meter lange ESA-Satellit GOCE misst das Schwerfeld der Erde aus etwa 260 Kilometer Höhe in einer sonnensynchronen polaren Umlaufbahn. Foto: ESA/AOES Medialab

Eine MOBICOS-Anlage erlaubt Experimente im Ökosystem von Flüssen oder Seen unter naturnahen Bedingungen. Der gewässernah stehende Container wird mit originalem Freilandwasser gefüllt. So können die Forscher gezielt untersuchen, wie Organismen auf Belastungen reagieren. Foto: Helge Norf/UFZ



## WASSERFORSCHUNG IN CONTAINERN

*Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ* Trotz jahrzehntelanger Bemühungen, die Gewässerqualität durch gezielte Maßnahmen zu verbessern, haben bisher nur etwa zehn Prozent der Wasserkörper einen guten ökologischen Zustand im Sinne der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie erreicht. Nur im „gesunden Zustand“ können die Oberflächen- und Grundwasserkörper langfristig Ökosystemdienstleistungen wie gesundes Trinkwasser sicherstellen. Um zu verstehen, wie Süßwasser-Ökosysteme auf unterschiedliche Belastungen reagieren, haben UFZ-Forscher um Prof. Dr. Dietrich Borchardt, Prof. Dr. Markus Weitere und Dr. Helge Norf eine große mobile Mesokosmenanlage (MOBICOS) entwickelt. Sie besteht aus Containern, die gewässernah aufgebaut und mit Wasser gespeist werden: Dadurch entsteht ein „natürliches“ Testsystem. „Das Oberflächenwasser wird im Container in verschiedene Versuchsbecken geleitet und kann dann dort untersucht oder experimentell – zum Beispiel durch die Zugabe von Nährstoffen oder Veränderung der Temperatur – manipuliert werden“, erklärt der Gewässerökologe Markus Weitere.

In der MOBICOS-Anlage findet zum Beispiel eine Vergleichsstudie zur Ökologie der Körbchenmuschel (*Corbicula flu-*

*minea*) in Rhein und Elbe statt. Die Muschel filtert Algen aus der Wassersäule und verhindert so deren übermäßiges Wachstum (Eutrophierung). Im Rhein kommt die Muschel in großen Mengen vor. In der Elbe ist sie hingegen relativ selten, obwohl beispielsweise das Nahrungsangebot und die Sedimente optimal sind. Ein identisches Experiment läuft auf der Ökologischen Rheinstation der Universität zu Köln, um die Frage beantworten zu können: Was sind die Ursachen für die unterschiedlichen Beiträge der Körbchenmuschel zur Ökosystemfunktion von Rhein und Elbe?

Die Container werden auch im „Terrestrial Environmental Observatory“ der Helmholtz-Gemeinschaft (TERENO) genutzt, einer Langzeitstudie in vier Regionen Deutschlands, um die Entwicklung von Klima, Boden und Wasser aufzuzeichnen und so die Basis für verlässliche Modellprognosen zu schaffen.

» [www.helmholtz.de/gb12-container](http://www.helmholtz.de/gb12-container)



Ein gut ausgestattetes Labor ist im MOBICOS-Container eingerichtet und ermöglicht Analysen und Experimente vor Ort. Foto: Jürgen Lösel



Der Meeresspiegel in der Deutschen Bucht ist im letzten Jahrhundert um 20 Zentimeter gestiegen. Foto: Markus Reckermann

## NORDSEESTURMFLUTEN IM KLIMAWANDEL

*Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung* Ob die Sturmfluthöhen an der deutschen Nordseeküste steigen, hängt in erster Linie vom Anstieg des Meeresspiegels und vom Windklima in der Deutschen Bucht ab. Wie sich diese beiden Faktoren im letzten Jahrhundert verändert haben, haben nun Wissenschaftler um Prof. Dr. Hans von Storch und Dr. Ralf Weiße vom Institut für Küstenforschung des Helmholtz-Zentrums Geesthacht (HZG) ermittelt. Gemeinsam mit Ingenieuren von der Universität Siegen haben sie zudem den Anstieg des Meeresspiegels in der Deutschen Bucht analysiert und alle zuverlässigen Wasserstandsmessungen ausgewertet. „Wir möchten wissen, wie und warum sich die Stärke und Häufigkeit von Sturmfluten in der Vergangenheit verändert haben“, erklärt von Storch. Demnach ist der Meeresspiegel in der Deutschen Bucht um etwa 20 Zentimeter im letzten Jahrhundert gestiegen. Durch den Meeresspiegelanstieg in den letzten 50 Jahren würde eine Sturmflut wie in 1962, die große Teile von Hamburg unter Wasser setzte, heute noch etwa zehn Zentimeter höher

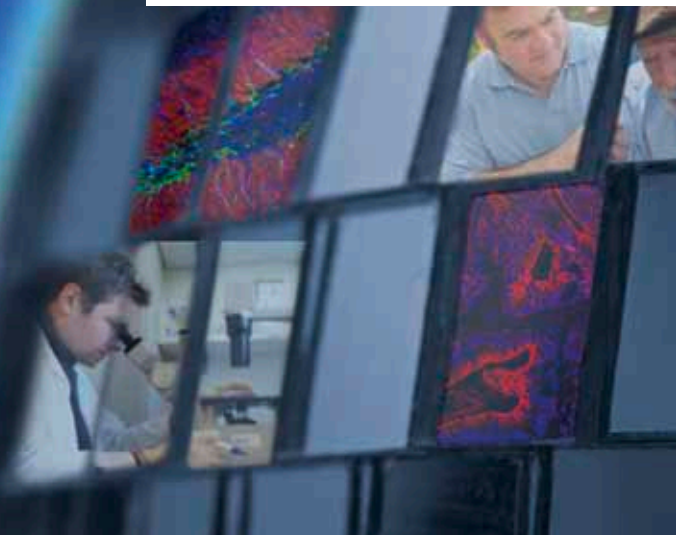
auflaufen. Nicht verändert hat sich dagegen das Windklima. Es schwankt zwar von Jahr zu Jahr, doch bisher liegen die Schwankungen im normalen Bereich. Eine Sturmsaison bringt heute weder heftigere noch häufigere Stürme in der Deutschen Bucht hervor als zu Beginn des letzten Jahrhunderts. Das könnte sich in Zukunft jedoch ändern, vermuten die Geesthachter Küstenforscher. Auch der Meeresspiegel wird mit dem Klimawandel weiter steigen. Somit könnten Sturmfluten bis zum Ende des Jahrhunderts um etwa 30 bis 110 Zentimeter höher auflaufen als heute. Nach derzeitigem Kenntnisstand wird der Hochwasserschutz noch bis etwa 2030 so wirksam sein wie heute, danach muss die Situation neu bewertet werden. Auf einer interaktiven Webseite, die das Norddeutsche Klimabüro des HZG unterhält, können sich Entscheidungsträger und Anwohner darüber informieren, ob in ihrer Region neue Maßnahmen für den Küstenschutz erforderlich sind.

» [www.helmholtz.de/gb12-nordseesturmflut](http://www.helmholtz.de/gb12-nordseesturmflut)



Durch den Meeresspiegelanstieg könnten Sturmfluten in Zukunft noch höhere Überflutungen verursachen. Das Bild zeigt Hochwasser an der Seebäderkaje in Bremerhaven. Foto: RKB/Pixelio

# FORSCHUNGSBEREICH GESUNDHEIT



## Die Aufgabe

In der Helmholtz-Gesundheitsforschung erforschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Ursachen und Entstehung von Krebs, Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen, Lungenerkrankungen, Erkrankungen des Nervensystems sowie Infektionskrankheiten mit dem Ziel, einen signifikanten Beitrag zur Entwicklung effizienter Früherkennungs-, Präventions- und Therapiemaßnahmen gegen diese großen Volkskrankheiten zu leisten.

Die Erforschung komplexer und häufig chronisch verlaufender Volkskrankheiten erfordert interdisziplinäre Ansätze, die die Helmholtz-Zentren im Verbund mit Partnern aus der Hochschulmedizin, den Universitäten, anderen Forschungsorganisationen und der Industrie vorantreiben. Die Helmholtz-Zentren des Forschungsbereichs Gesundheit verfügen über eine exzellente Grundlagenforschung und bringen diese Expertise für die Entwicklung neuer Ansätze in Prävention, Diagnostik und Therapie auch in die Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung ein, die durch das BMBF zur Stärkung der Translation von Ergebnissen aus der Grundlagenforschung in klinische Anwendungen gegründet wurden.

## Die Programmstruktur in der Förderperiode 2009-2013

Im Forschungsbereich kooperieren zehn Helmholtz-Zentren: das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ), das Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch, das Deutsche Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE), das Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI), das Helmholtz Zentrum München, das Forschungszentrum Jülich, das Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG), die GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung sowie das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ).

Mit der Aufnahme des Helmholtz-Zentrums Dresden-Rossendorf (HZDR) in die Helmholtz-Gemeinschaft ist zum 01.01.2011 ein neuer Partner hinzugekommen. In der laufenden Programmperiode sind die Gesundheitszentren in den nachfolgenden sechs Programmen tätig und wirken als Partner in allen Deutschen Zentren bzw. Konsortien mit.

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

Ein siebtes Programm „Erkrankungen des Nervensystems“ befindet sich im Aufbau.

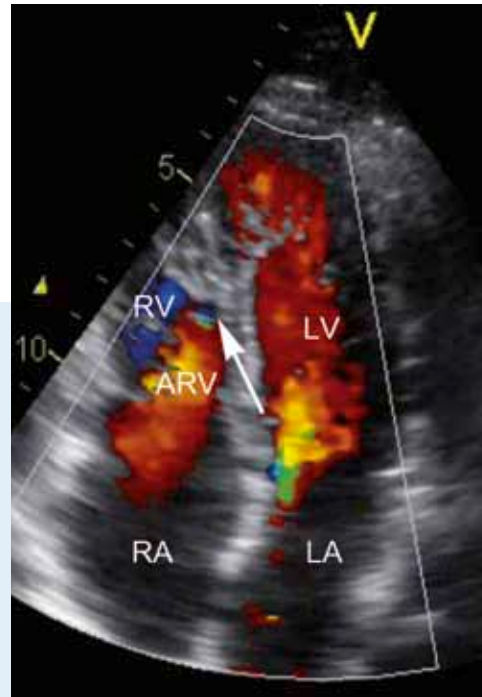
## Ausblick

Langfristiges Ziel der Gesundheitsforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft ist es, die medizinische Versorgung und die Lebensqualität der Bevölkerung bis ins hohe Alter nachhaltig zu verbessern. Künftig werden individuell maßgeschneiderte Präventions- und Therapieoptionen eine bedeutende Rolle einnehmen, wichtig wird aber auch sein, die Rolle des Metabolischen Syndroms als Risikofaktor für einige der großen Volkskrankheiten besser zu verstehen. Hierzu werden sowohl Helmholtz-Translationszentren und die Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung als auch die Nationale Kohorte als Wissenschaftsressource für individuelle Risikobewertung und Präventionsforschung wichtige Beiträge leisten.

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



In der spiegelverkehten Ultraschallaufnahme wird deutlich, dass es durch die Fehlbildung einer Herzklappe (Pfeil) in der rechten Herzkammer (RV) zur teilweisen Umkehr des Blutstromes (blau) kommt. Die linke Seite des Herzens ist gesund und zeigt einen geradlinigen Blutstrom (rot). Verschiedene Strömungsrichtungen des Blutes sind farblich markiert. RV = rechte Herzkammer; RA = rechter Vorhof; LV = linke Herzkammer; LA = linker Vorhof; ARV = funktionelle Vergrößerung des rechten Vorhofs. Foto: Sabine Klaassen/MDC



## PRÄVENTION VON HERZ-KREISLAUFERKRANKUNGEN

*Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch* Herz-Kreislauf-Krankheiten sind die Todesursache Nummer eins in den Industrie- und Schwellenländern. Allein in Deutschland erleiden jährlich rund 300.000 Menschen einen Herzinfarkt, 80.000 einen Schlaganfall und über 20.000 müssen wegen Nierenversagens behandelt werden. Eine entscheidende Rolle für die Entstehung dieser Krankheiten spielen Bluthochdruck, Übergewicht und Fettleibigkeit. Als direkte Folge von Übergewicht sterben laut WHO jährlich in Europa rund 250.000 Menschen an Herz-Kreislaufkrankungen, weltweit sind es zwei bis fünf Millionen.

Im MDC erforschen Wissenschaftler die genetischen Ursachen von Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen, um neue Wege für Diagnose, Therapie und Prävention zu eröffnen. Dabei untersuchen sie die Rolle einzelner Gene bei der Entstehung dieser Erkrankungen und vergleichen auch die Genome von Modellorganismen sowie vom Menschen miteinander, um krankmachenden Mechanismen auf die Spur zu kommen. Diese Arbeiten haben bereits zu einer vorbeugenden Behandlung für junge Männer vor dem plötzlichen Herztod geführt. Zusammen mit Forschern aus den Niederlanden und Großbritannien war es Privatdozentin Dr. Sabine Klaassen und Prof. Dr.

Ludwig Thierfelder vom MDC zudem gelungen, eine genetische Ursache für eine seltene angeborene Herzklappenerkrankung, der Ebstein-Anomalie, nachzuweisen. Dabei kommt es in fortgeschrittenen Stadien zur Vergrößerung des rechten Herzens und zur Einschränkung der Herzfunktion. Die Forscher hoffen, dass diese Erkenntnisse zu schnelleren Diagnoseverfahren sowie zu gezielteren neuen Behandlungsmethoden führen werden. Außerdem setzen MDC-Forscher die Systembiologie ein, um die Regulation von Genen und Proteinen und ihre Wechselwirkungen aufzuklären. Hinzu kommen innovative bildgebende Verfahren wie die Magnetresonanztomographie sowie die Epidemiologie. Das MDC ist an einer Studie mit 200.000 Bürgern beteiligt, in der die Ursachen u. a. von Herz-Kreislaufkrankungen und Diabetes erforscht, Risikofaktoren identifiziert und neue Wege der Prävention erschlossen werden.

» [www.helmholtz.de/gb12-herz-kreislauf](http://www.helmholtz.de/gb12-herz-kreislauf)



**PROF. DR. BABETTE SIMON**

Senatorin der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Präsidentin der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

„Die Helmholtz-Gesundheitsforschung arbeitet mit ihren interdisziplinären Ansätzen auf ein immer besseres Verständnis komplexer Mechanismen der Krankheitsentstehung im Wechselspiel zwischen genetischer Disposition und Umweltfaktoren hin. Dieses Verständnis ist grundlegende Voraussetzung für die Entwicklung neuer Ansätze der Personalisierten Medizin sowie für neue Strategien der Früherkennung und Prävention.“



Die HZI-Wissenschaftler haben eine Methode entwickelt, mit der sie Endothelzellen unsterblich machen und gleichzeitig ihre zelltypischen Eigenschaften erhalten können.

Foto: Frank Bierstedt/HZI

## NEUARTIGE ZELLKULTURMODELLE ERSETZEN TIERVERSUCHE

*Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung* Tierstudien sind im Rahmen der Entwicklung von Arzneimitteln sowie von Methoden zur Diagnostik und Therapie von Krankheiten häufig vorgeschrieben. Wissenschaftlern des Helmholtz-Zentrums für Infektionsforschung (HZI) und seiner Außenstelle, des Helmholtz-Instituts für Pharmazeutische Forschung Saarland (HIPS), ist es gelungen, neuartige Zellkultur-Modelle zu etablieren, die künftig einen Teil der Tierversuche ersetzen könnten.

Die HIPS-Abteilung „Wirkstoff-Transport“ von Prof. Dr. Claus-Michael Lehr entwickelte gemeinsam mit der Universität des Saarlandes ein Zellkultur-Modell, mit dem sich chronische Darmentzündungen nachstellen lassen. Das Besondere ist die Kombination von Schleimhaut-Zellen, die den gesunden Darm simulieren, mit Immunzellen und verschiedenen Entzündungsstoffen. Die damit nachgeahmte Entzündung soll helfen, die Prozesse bei Darmerkrankungen wie Morbus Crohn oder Colitis ulcerosa besser zu verstehen. „Das ist vor allem wichtig, um die Aufnahme

von Arzneistoffen und Trägersystemen in einem erkrankten Darm zu testen“, sagt Lehr.

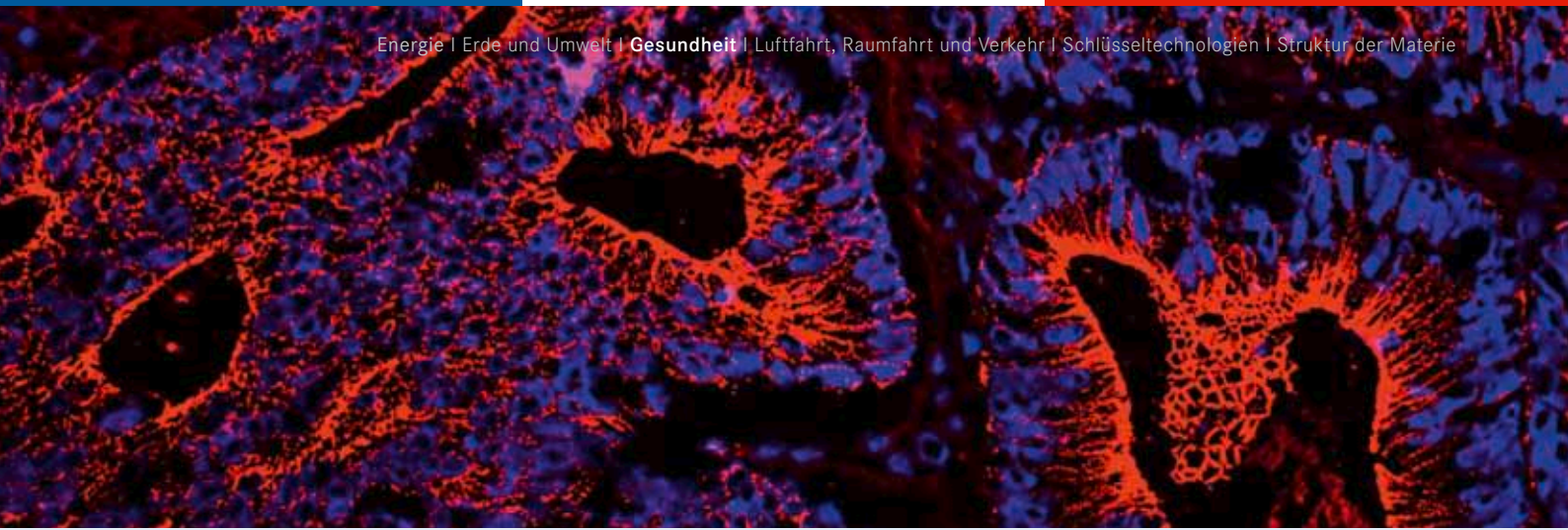
An einem Modell der Lunge arbeiten die Forscher um Dr. Nicole Daum in Lehrs Abteilung: Gemeinsam mit Kollegen vom HZI wollen sie Lungenzellen von Mäusen unsterblich machen, um das Eindringen von Krankheitserregern zu erforschen und neue Wirkstoffe zu testen. Bisher führte die Unsterblichkeit bei Lungenzellen immer zum Verlust der zelltypischen Eigenschaften. Untersuchungen am lebenden Tier waren daher unumgänglich. Nun hat die Arbeitsgruppe von Dr. Dagmar Wirth am HZI ein Verfahren entwickelt, das die Eigenschaften der Zellen bewahren kann. „Wir regen die Teilung der Zellen nur bei Bedarf an“, erklärt Dagmar Wirth. „So können wir zum Beispiel die Eigenschaften von Endothelzellen bereits erhalten. Diese Verfahren wollen wir nun auf Lungenepithelzellen übertragen.“

» [www.helmholtz.de/gb/12-tierversuchersatz](http://www.helmholtz.de/gb/12-tierversuchersatz)

Zellkultur-Modelle könnten sich dafür eignen, künftig bestimmte Tierversuchs-Reihen bei der Entwicklung neuer Medikamente und Diagnoseverfahren zu ersetzen. Foto: Frank Bierstedt/HZI







Fluoreszenzfärbung eines  
Darmkrebs-Gewebeschnittes.  
Foto: Lutz Langbein/DKFZ

## FRÜHERKENNUNG BEI DARMKREBS

*Deutsches Krebsforschungszentrum* Darmkrebs entsteht langsam. Die Vorstufen brauchen meist viele Jahre, um sich zu einem gefährlichen Karzinom zu entwickeln. Sie sind bei einer Darmspiegelung, der so genannten Koloskopie, gut zu entdecken und können noch während der Untersuchung entfernt werden. Daher kann Darmkrebs weit besser als andere Krebsarten durch konsequente Früherkennung verhütet werden. Seit 2002 können Versicherte ab dem 55. Lebensjahr kostenlos eine Früherkennungskoloskopie durchführen lassen.

„Würden mehr Menschen diese Untersuchungen wahrnehmen, ließe sich in Deutschland eine bedeutende Zahl von Darmkrebserkrankungen vermeiden“, sagt Prof. Dr. Hermann Brenner vom Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ). Nach einer Auswertung durch DKFZ-Wissenschaftler um Brenner konnten bislang durch die Früherkennung bundesweit zwischen 2003 und 2010 fast 100.000 Fälle von Darmkrebs verhütet und weitere knapp 50.000 Fälle

in einem frühen, heilbaren Stadium entdeckt werden. Doch bisher nutzt nur ein kleiner Teil der Berechtigten die Möglichkeit der Früherkennung. Deshalb startet der DKFZ-Epidemiologe in Zusammenarbeit mit dem Krebsregister Saarland nun ein Modellprojekt, in dem ein „organisiertes Screening“ erprobt wird. Dabei erhalten 30.000 zufällig ausgewählte Bürgerinnen und Bürger der entsprechenden Altersgruppe eine persönliche Einladung zu einer Koloskopie.

„Natürlich erfassen wir dabei auch die Kosten des einladungsbasierten Screenings und stellen diese dem langfristig zu erwartenden Rückgang an Darmkrebsfällen gegenüber“, erklärt Hermann Brenner. „Ist das Projekt erfolgreich – was wir erwarten – so könnte es sinnvoll sein, auch bundesweit Einladungen zur Früherkennung zu versenden.“

» [www.helmholtz.de/gb/12-frueherkennung-darmkrebs](http://www.helmholtz.de/gb/12-frueherkennung-darmkrebs)



„Würden mehr Menschen die ab dem 55. Lebensjahr von den Krankenkassen kostenlos angebotenen Darmspiegelungen zur Früherkennung von Darmkrebs wahrnehmen, ließe sich in Deutschland eine bedeutende Zahl von Darmkrebserkrankungen vermeiden.“ **PROF. DR. HERMANN BRENNER** Leiter der Abteilung Klinische Epidemiologie und Altersforschung, Deutsches Krebsforschungszentrum



Gerade bei Demenzerkrankungen sind die Angehörigen des Patienten mit der Betreuung häufig überfordert. Foto: shutterstock

## DEMENZVERSORGUNG MUSS VERBESSERT WERDEN

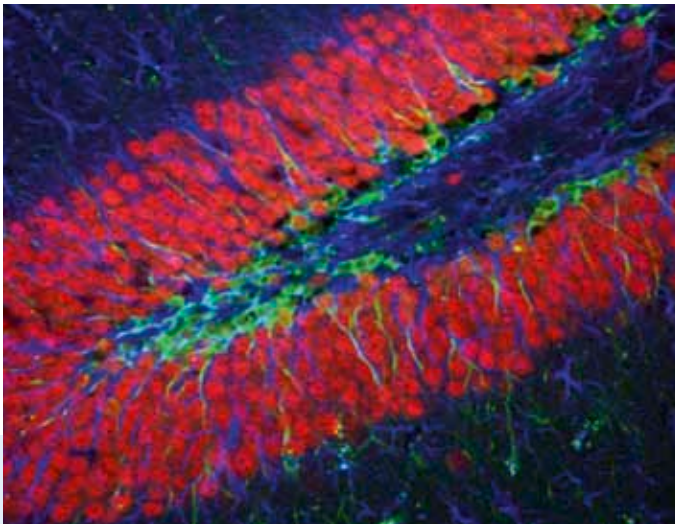
*Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt* Noch werden viele Demenzkranke zu Hause betreut, meist durch Angehörige, unterstützt durch ambulante Dienste und den Hausarzt. Dies erspart der Gesellschaft nachweislich hohe Kosten. Doch in den kommenden Jahrzehnten steigt der Anteil der Hochbetagten, die ein besonders großes Risiko haben, Demenz zu entwickeln. Gleichzeitig werden Angehörige in Zukunft nicht mehr im gleichen Umfang Pflege leisten können. Was lässt sich daher tun, um die Einweisung an Demenz erkrankter Senioren in teure Pflegeheime hinauszuzögern? Diese Frage hat Prof. Dr. Rolf Holle vom Institut für Gesundheitsökonomie und Management im Gesundheitswesen am Helmholtz Zentrum München mit Kollegen der Uniklinik Erlangen nun im Rahmen der IDA-Studie über vier Jahre untersucht. Dabei begleiteten die Forscher 390 Demenzpatienten, die noch im häuslichen Umfeld lebten. Sie testeten dabei unterschiedliche Unterstützungsangebote für die pflegenden Angehörigen im Vergleich zur Routineversorgung. Ein wichtiges Element dabei war die zugehende Angehörigenberatung durch speziell geschultes Personal.

Nach Ablauf der vier Jahre zeigten sich jedoch keine signifikanten Unterschiede, weder bei der Belastung der Angehörigen, noch im Hinblick darauf, wann eine Einweisung ins Pflegeheim nötig wurde. „Diese methodisch nach hohem Standard durchgeführte Studie zeigt, dass es offenbar weitere Hindernisse gibt, die potentiell hilfreiche Interventionen unter Routinebedingungen in ihrer Wirksamkeit einschränken, hierzu gehören auch Akzeptanzschwellen seitens der Angehörigen“, sagt Holle. Deshalb müssen Unterstützungsangebote noch mehr auf die individuelle Pflegesituation zugeschnitten und zum richtigen Zeitpunkt angeboten werden, wenn man den Verbleib in der häuslichen Umgebung so lange wie möglich erhalten will.

» [www.helmholtz.de/gb12-demenzversorgung](http://www.helmholtz.de/gb12-demenzversorgung)



Beratungsangebote müssen weiter verbessert werden, damit Patienten mit Demenz länger zu Hause wohnen können. Foto: shutterstock



Gewebe aus dem hippocampalen Gyrus denatus einer ausgewachsenen Maus. In grün sieht man neuronale Vorläuferzellen, in rot ausdifferenzierte Granularzellen und in blau Astrozyten. Foto: DZNE

## NEUE NEURONE FÜR ALTE GEHIRNE

*Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE)* Seit einiger Zeit ist gut belegt, dass sowohl körperliche als auch geistige Aktivitäten das Risiko senken können, an Alzheimer und anderen Demenzen zu erkranken. Es ist aber weitgehend unklar, warum das so ist und wie man diese Wirkung noch gezielter zu Prävention und Therapie ausnutzen könnte. Inzwischen weiß man, dass Sport und geistige Aktivitäten sogar noch im erwachsenen Organismus die Neubildung von Nervenzellen im Gehirn anregen können, und zwar im Hippocampus, einer Hirnregion, die speziell bei der Gedächtnisbildung eine wesentliche Rolle spielt und bei Demenzen stark beeinträchtigt ist.

Einer der Pioniere auf diesem Gebiet der „adulten Neurogenese“ ist der Neurowissenschaftler Prof. Dr. Gerd Kempermann vom Centrum für Regenerative Therapien Dresden (CRTD) und dem Dresdener Standort des DZNE. Er untersucht insbesondere an Mäusen, wie Gene, aber auch das Verhalten die Neubildung von Nervenzellen im Gehirn steuern. Denn hinter der Neurogenese steckt eine komplexe Biologie, und auch die Funktion der neuen

Nervenzellen und ihre Integration in das bestehende neuronale Netz des Gehirns ist erst ansatzweise erforscht. „Wir untersuchen, wie die neuen Nervenzellen in die Hirnfunktion eingebunden sind und wie eine Störung adulter Neurogenese zu neurodegenerativen Erkrankungen und kognitiven Problemen im Alter beiträgt“, erklärt Kempermann. Denn erst in den letzten Jahren ist klar geworden, wozu neue Nervenzellen im Gehirn eigentlich gut sind: Kempermann und seine Kollegen sind überzeugt, dass sie dabei helfen, flexibel mit neuen Informationen umgehen zu können und sie in altbekannte Kontexte zu integrieren. Bei Demenzen oder der Depression ist diese Funktion oft frühzeitig gestört. Kempermanns Gruppe nutzt Tests mit virtuellen Realitäten, um diese besondere Flexibilität beim Menschen gezielt untersuchen zu können. „Unser Ziel ist herauszufinden, wie wir die Neurogenese gezielt stimulieren können, um Funktionsstörungen durch neurodegenerative Erkrankungen bei älteren Menschen vorzubeugen, sie zu kompensieren oder im besten Fall langfristig sogar zu heilen.“

» [www.helmholtz.de/gb/12-neue-neurone](http://www.helmholtz.de/gb/12-neue-neurone)

Mäuse, die körperlich aktiv sind, bleiben auch geistig länger fit. Wie Aktivität mit der Entstehung neuer Nervenzellen zusammenhängt, ist Forschungsthema der Gruppe um Prof. Dr. Gerd Kempermann. Foto: DZNE



# FORSCHUNGSBEREICH LUFTFAHRT, RAUMFAHRT UND VERKEHR

## Die Aufgabe

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Forschungsbereichs Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr greifen in den Bereichen Mobilität, Information, Kommunikation, Ressourcenmanagement sowie Umwelt und Sicherheit die Herausforderungen unserer Gesellschaft auf. Sie erarbeiten Konzepte und Problemlösungen und beraten politische Entscheidungsträger. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt und als Deutsche Raumfahrtagentur im Auftrag der Bundesregierung für die Forschung im Rahmen des nationalen Raumfahrtprogramms und die Beiträge zur Europäischen Weltraumorganisation ESA zuständig.

Die Helmholtz-Allianz DLR@UNI setzt einen Rahmen für inhaltlich geprägte Partnerschaften zwischen den insgesamt 16 DLR-Standorten im Bundesgebiet und den Universitäten. Zugleich kooperiert das DLR eng mit anderen Forschungszentren in der Helmholtz-Gemeinschaft, insbesondere in den Forschungsbereichen Energie sowie Erde und Umwelt. Ein Beispiel für die Kooperation mit der Wirtschaft ist das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie finanzierte Projekt TAMS, bei dem das DLR mit Siemens und mittelständischen Partnern nachgewiesen hat, wie an Flughäfen durch die Vernetzung von land- und luftseitigen Systemen Kosten, Wartezeiten, Schadstoffausstoß und Lärmemissionen reduziert werden können. Enge Zusammenarbeit mit der Wirtschaft war auch gefragt beim Projekt e-City-Logistik, das im Rahmen der Modellregionen Berlin-Brandenburg DHL und die Spedition Meyer & Meyer beim Piloteinsatz von Elektrofahrzeugen im innerstädtischen

Lieferdienst begleitete. Die Forschungsergebnisse liefern einen wesentlichen Beitrag zum Einsatz von Elektromobilität in der Logistik. Mit der Deutschen Bahn, Maersk und weiteren Industriepartnern zeigt das DLR im EU-Projekt COFRET, wie eine praxisorientierte Methodik zur Berechnung von CO<sub>2</sub>-Emissionen entlang von Lieferketten aussehen kann und legt damit die Basis für eine internationale Standardisierung.

## Die Programmstruktur in der Förderperiode 2009–2013

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) ist das einzige Zentrum im Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler forschen und kooperieren in drei Programmen:

- Luftfahrt
- Raumfahrt
- Verkehr

## Ausblick

Neben der evolutionären Verfolgung der bisherigen Forschungsthemen werden Forschungsvorhaben zur Simulation von Flugzeugen, zur nächsten Generation von Bahnfahrzeugen und zur Entwicklung von Wiedereintrittstechnologien für die Raumfahrt in Kooperation mit der Industrie durchgeführt. Mitte 2011 gründete das DLR einen internen Forschungsverbund Maritime Sicherheit, um Forschungsaktivitäten verschiedener DLR-Institute zu bündeln und auszubauen. Ein positiv bewerteter Portfolioantrag mit dem Titel „F&E und Echtzeitdienste für die maritime Sicherheit“ untermauert die entsprechenden Aktivitäten.

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



„Ship Tracks“ (Kondensstreifen) zeigen sich auf Satellitenbildern als lang gestreckte Strukturen von tiefen Wolken über dem Meer, die eindeutig nicht natürlichen Ursprungs sind. Sie entstehen durch Emissionen, insbesondere von großen Schiffen, und resultieren aus deren hohem Schwefeldioxidausstoß.  
Foto: DLR/NASA



## UMWELTWIRKUNGEN SCHIFFSVERKEHR – WENIGER SCHADSTOFFE DURCH SCHWEFELARME TREIBSTOFFE

*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt* Etwa 90.000 Containerschiffe transportieren Waren kreuz und quer über die Ozeane und verbrennen dabei täglich bis zu einer Milliarde Liter Treibstoff. Angetrieben werden die großen Schiffsdiesel zumeist mit Schweröl, das bis zu 4,5 Prozent Schwefel enthält. Besonders in den eng besiedelten, küstennahen Gebieten und Häfen verursachen die resultierenden, schadstoffreichen Abgase eine unerwünschte Belastung für Mensch und Umwelt. DLR-Forscher vom Institut für Physik der Atmosphäre in Oberpfaffenhofen analysierten 2011, wie alternative Treibstoffe dieses Problem lösen könnten. Aufbauend auf den Erfahrungen aus dem langjährigen Projekt SeaKLIM – Einfluss von Schiffsemissionen auf Atmosphäre und Klima – untersuchten Dr. Veronika Eyring und Kollegen, wie sich die Umweltbelastung mit einer Umstellung auf Biotreibstoffe oder auf so genanntes Marine-dieselöl mit einem geringeren Schwefelanteil reduzieren ließe. Mit den verfügbaren Daten der Frachtschiffahrt simulierten sie mit ausgefeilten Computermodellen die Ab-

gasbelastung der Atmosphäre. Ein Ergebnis: Der Verzicht auf Schweröl könnte entlang stark befahrener Routen die Konzentration an Sulfat-Aerosolen um bis zu 60 Prozent senken. Auch die Belastung der Luft mit Ruß und Schwefeldioxid ließe sich verringern, während das Niveau der emittierten Stickoxide und von Kohlenmonoxid weitgehend unverändert bliebe.

Studien dieser Art bieten eine wichtige Datengrundlage für strengere Abgasregelungen im globalen Schiffsverkehr, die derzeit diskutiert werden. Vor allem für den Schwefelgehalt im Treibstoff will die Internationale Seeschiffverkehrsorganisation IMO schrittweise zwischen 2020 und 2025 niedrigere Grenzwerte einführen. Vorreiter bei dieser Entwicklung ist Europa, da schon seit dem 1. Juli 2010 für die Emissionssondergebiete Nord- und Ostsee der Grenzwert von einem Prozent Schwefel im Treibstoff oder in Schiffsabgasen eingehalten werden muss.

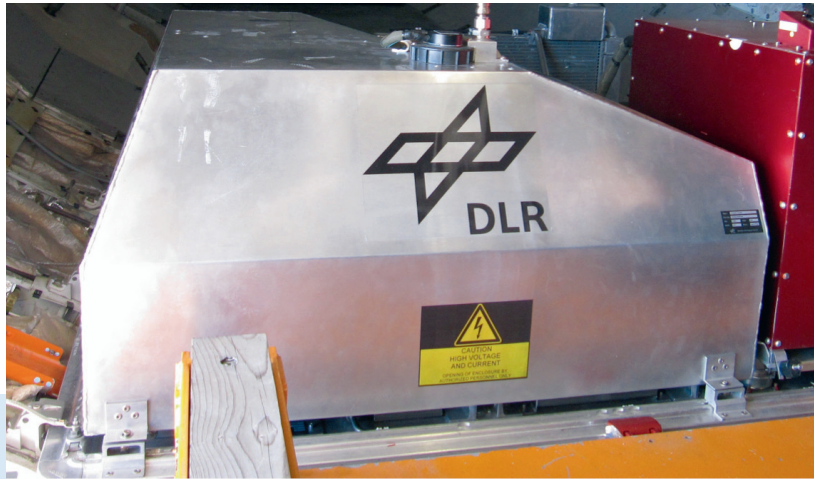
» [www.helmholtz.de/gb12-schiffsverkehr](http://www.helmholtz.de/gb12-schiffsverkehr)



**DR. DETLEF MÜLLER-WIESNER**

Senator der Helmholtz-Gemeinschaft, Senior Vice President und Head of External Affairs, Business and Transverse Initiatives, EADS Deutschland GmbH, München

„Mobilität, Information, Kommunikation, Ressourcenmanagement sowie Umwelt und Sicherheit sind entscheidende Faktoren für die nachhaltige, wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung einer modernen Volkswirtschaft und damit von höchster strategischer Relevanz. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Forschungsbereichs Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr greifen diese Herausforderungen auf und bieten Lösungen an.“



Das DLR-Brennstoffzellensystem wurde zum Antrieb des elektrischen Bugrads in das Forschungsflugzeug ATRA eingebaut. Foto: DLR

## ELEKTRISCHES BUGRAD SPART KEROSIN

*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt* Weltweit lassen heute alle Passagierflugzeuge auch am Flughafen ihre Turbinen laufen, um zwischen Landebahn und Gate zu rollen. Allein auf dem Frankfurter Flughafen werden so täglich etwa 44 Tonnen Kerosin verbrannt. Mit einem elektrisch betriebenen Bugrad, das am DLR-Institut für Technische Thermodynamik in Stuttgart zusammen mit der Airbus Deutschland GmbH und der Lufthansa Technik AG entwickelt wurde, ließe sich dieser Treibstoff einsparen. Mit Strom aus einer Brennstoffzelle gespeist, belegte im Juni 2011 ein erster Rollversuch eines Airbus A320 auf dem Hamburger Flughafen erfolgreich die Machbarkeit dieses Antriebs.

Weniger Kerosin, weniger Lärm und eine geringere Belastung der Luft mit Abgasen sind die zentralen Vorteile des kraftvollen Elektromotors in Zusammenarbeit mit der Brennstoffzelle. „Das Interesse an unserer Technologie ist sehr groß und wir sind selbst überrascht, wie schnell die Idee aufgenommen wurde“, sagt DLR-Projektleiter Dr. Josef Kallo. So rechnet er damit,

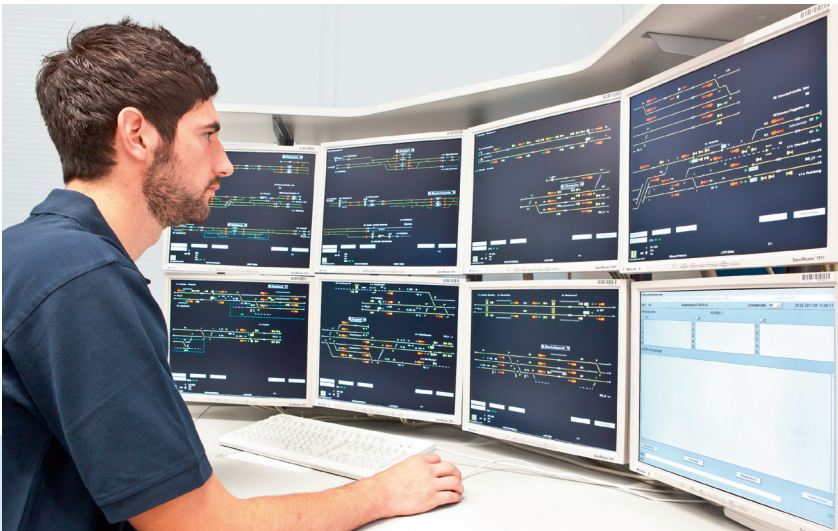
dass ein elektrisch betriebenes Bugrad in fünf bis sieben Jahren eingeführt werden könnte. Vorerst wird es wohl mit Strom aus einem bordeigenen, mit Kerosin betriebenen Generator, der APU (Auxiliary Power Unit), versorgt werden. Doch danach könnte sich auch die Brennstoffzelle, die Strom aus Wasserstoff gewinnt, nach und nach durchsetzen.

Die Fluggesellschaften werden damit nicht nur teuren Treibstoff einsparen können. Da die Flugzeugturbinen schon früher nach der Landung abgeschaltet werden könnten, ließen sich deren Betriebszeiten jährlich um bis zu 900 Stunden verkürzen und so Wartungsintervalle strecken. Sollte in Zukunft der Bordstrom mit Brennstoffzellen gewonnen werden, könnte zusätzlich das bei der Umwandlung von Wasserstoff entstehende Wasser in die Bordtanks fließen. Weniger Wasser müsste so am Boden in die Tanks gefüllt werden und das Startgewicht des Jets ließe sich für eine weitere Treibstoffersparnis senken.

» [www.helmholtz.de/gb12-elektrisches-bugrad](http://www.helmholtz.de/gb12-elektrisches-bugrad)

Das DLR-Forschungsflugzeug ATRA wurde zu Versuchszwecken mit einem elektrischen Bugrad ausgestattet, das durch eine Brennstoffzelle angetrieben wird. Foto: C. Brinkmann/Airbus





Das eisenbahntechnische Labor „RailSiTe“ im DLR-Institut für Verkehrssystemtechnik in Braunschweig simuliert das komplexe Zusammenspiel von Zugleit- und Sicherungssystemen. Foto: DLR

## MEHR SICHERHEIT AUF EUROPAS SCHIENEN

*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt* Europaweit hat der Schienenverkehr noch ein großes Potenzial, um Passagiere schneller und doch sicher und günstig an ihr Ziel zu bringen. Nicht nur neue Hochgeschwindigkeitszüge und Bahntrassen werden dazu entwickelt und gebaut. Auch die Leitsysteme im Streckennetz, die Sicherheitsanlagen und eine möglichst störungsfreie Bedienung durch das Fachpersonal – vom Triebfahrzeugsführer bis zum Fahrdienstleiter – müssen mit dem Ausbau des Bahnverkehrs Schritt halten.

Am DLR-Institut für Verkehrssystemtechnik in Braunschweig werden dazu neue Technologien Jahre vor ihrem flächendeckenden Einsatz auf Herz und Nieren geprüft und neue Testmethoden erforscht. So optimierte das Team um Institutsleiter Prof. Dr. Karsten Lemmer im Jahr 2011 das eisenbahntechnische Simulationslabor „RailSiTe“. Realitätsnah und detailgetreu kann mit dieser Einrichtung das komplexe Zusammenspiel von Leit- und Sicherungstechnik

von einer virtuellen Leitstelle bis zum simulierten Führerstand in einem Zug nachgestellt werden. So optimiert zählt es seit Beginn des Jahres 2012 zu den drei EU-weit akkreditierten unabhängigen Referenzlaboren für die neue europäische Leit- und Sicherungstechnik durch den European Train Control System (ETCS).

Ergänzt wird „RailSiTe“ durch das Simulationslabor „RailSET“, in dem Versuchspersonen die Bedienbarkeit neuer Systeme testen und so den Bahn-Arbeitsplatz der Zukunft mitgestalten. Zusätzlich zu diesen Simulationen im Braunschweiger Institut liefert das Versuchs- und Messfahrzeug „RailDRIVE“ – ein mit zahlreichen Messsystemen ausgestatteter LKW, der mit einem integrierten Fahrgestell auch auf Schienen gesetzt werden kann – wichtige Funktionsdaten neuer Systeme, die zuvor entlang realer Bahnstrecken installiert wurden.

» [www.helmholtz.de/gb-12-sicherheit-schiene](http://www.helmholtz.de/gb-12-sicherheit-schiene)

Im DLR-Bahnlabor „RailSiTe“ können technische und betriebliche Tests für Zugfahrten durchgeführt werden. Foto: DLR



# FORSCHUNGSBEREICH SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN

## Die Aufgabe

Der Forschungsbereich Schlüsseltechnologien zielt auf die Entwicklung generischer Technologien, um die Zukunftsfähigkeit unserer Gesellschaft zu sichern. Dabei decken die im Forschungsbereich verfolgten Forschungsprogramme die ganze Bandbreite von der Grundlagenforschung bis zur Anwendung ab, wirken multidisziplinär zusammen und können auf eine herausragende großforschungsspezifische Infrastruktur zurückgreifen.

Der Forschungsbereich unterstützt die Hightech-Strategie des Bundes, speziell in den Bereichen Bio- und Nanotechnologie, Mikro- und Nanoelektronik, Optische Technologien, Mikrosystem- und Werkstofftechnik sowie Informations- und Kommunikationstechnologie. Er agiert dabei als Taktgeber für Innovation und als Entwickler für diese Zukunftsfelder, die die Spitzenstellung von Deutschland sichern und die Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschaftsstandorts erhalten sollen. Der Forschungsbereich Schlüsseltechnologien orientiert sich an den Empfehlungen der Forschungsunion bezüglich der definierten Zukunftsfelder, dem Votum des Nationalen Bioökonomierates sowie den strategischen Überlegungen der EU für die Schlüsseltechnologien.

## Die Programmstruktur in der Förderperiode 2010–2014

Am Forschungsbereich Schlüsseltechnologien sind drei Helmholtz-Zentren beteiligt: das Forschungszentrum Jülich, das Helmholtz-Zentrum Geesthacht für Material- und Küstenforschung (HZG) sowie das Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Der Forschungsbereich umfasst sechs Programme sowie das Programm Technologie, Innovation und Gesellschaft (gemeinsam mit dem Forschungsbereich Energie):

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

## Ausblick

Der Forschungsbereich Schlüsseltechnologien verfolgt eine grundlagenorientierte und anwendungsorientierte Forschung. Energie, Gesundheit, Mobilität, Sicherheit und Kommunikation kristallisieren sich als die Bedarfssfelder heraus, für die nachhaltige Technologien entwickelt werden. Daher stärkt der Forschungsbereich die bestehenden Programme in den Bereichen Material- und Nanowissenschaften, Informations- und Kommunikationstechnologien sowie Lebenswissenschaften. Neue forschungsbereichsübergreifende Themen sind Technologie und Simulation in der Medizin, nachhaltige Bioökonomie, Struktur- und synthetische Biologie sowie Simulation, Datenmanagement und -analyse im Exascalebereich. Die Forscherinnen und Forscher arbeiten an materialwissenschaftlichen, chemischen und physikalischen Vorgängen, die Anwendung in der Energieversorgung, der Mobilität des Menschen und in medizinischen Therapien finden werden.

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







Andreas Wischnewski (l.) und Wim Pyckhout-Hintzen erforschen Materialien, die besonders wenig verschleiben und über Selbstheilungskräfte verfügen. Foto: Forschungszentrum Jülich

## NACH DEM VORBILD DER NATUR – SELBSTHEILENDE MATERIALIEN

*Forschungszentrum Jülich* Bei Pflanzen, Tieren und Menschen heilen viele Wunden ganz von selbst, sogar gebrochene Knochen wachsen wieder zusammen. Bei Stahl, Beton und Kunststoffen dagegen werden Schäden mit der Zeit nur größer und müssen dann aufwändig repariert werden. Noch gibt es erst wenige Werkstoffe, in denen sich kleine Defekte von selbst wieder schließen, doch das könnte sich ändern: Seit 2011 arbeitet ein Team um Dr. Andreas Wischnewski und Dr. Wim Pyckhout-Hintzen vom Jülich Centre for Neutron Science (JCNS) im DFG-Schwerpunktprogramm „Design and Generic Principles of Self-healing Materials“ mit Forschern aus Deutschland und den Niederlanden zusammen, um Selbstheilungsprozesse in Werkstoffen zu verstehen und für die Praxis zu entwickeln. Ihre Kollegin Dr. Ana Bras arbeitet in Jülich vor allem an selbstheilenden Kunststoffen. Diese bestehen aus langen Molekülketten, den Polymeren, die wiederum aus kleineren Kettengliedern aufgebaut sind. Sind die Bindungskräfte zwischen den Molekülen optimal eingestellt, dann

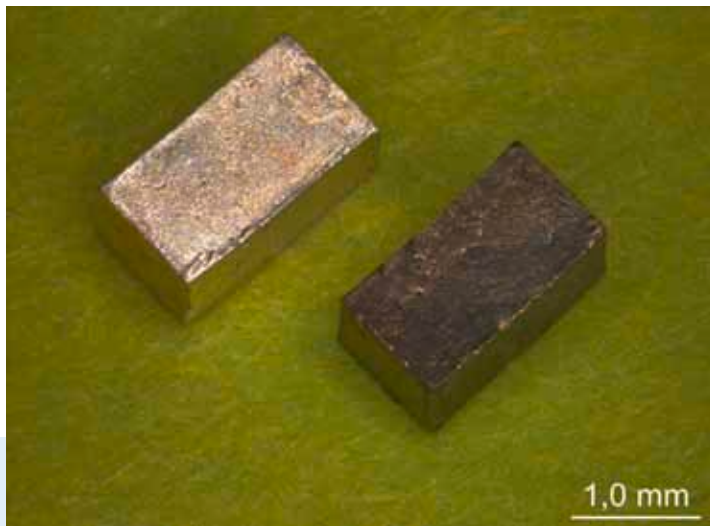
schließen sich kleine Defekte wie von selbst. Mit Hilfe von Neutronenstreuexperimenten haben die Jülicher Forscher ermittelt, welche Rolle die Wasserstoffbrückenbindungen dabei spielen. Sie zeigten: Die kettenförmigen Moleküle haften über mehrere Wasserstoffbrücken lose aneinander. „Diese Bindungen können sich trennen und neu zusammenfügen“, erläutert Bras. „Sie bilden ein Netzwerk. Wenn es zerreißt, kann es sich immer wieder neu knüpfen.“ Das ist ein entscheidender Vorteil gegenüber bereits existierenden selbstheilenden Produkten, wie etwa dem „unplattbaren“ Fahrradreifen, bei dem sich ein Loch mit einer viskosen Substanz verschließt. Das funktioniert an einer Stelle nur genau einmal. Die Jülicher Wissenschaftler dagegen wollen Materialien entwerfen, die immer wieder neu zusammenwachsen können. Dann heißt es eines Tages: Ein Kratzer im Lack? Ein Riss in der Dichtung? Nicht so schlimm, das heilt bald wieder.

» [www.helmholtz.de/gb-12-selbstheilende-materialien](http://www.helmholtz.de/gb-12-selbstheilende-materialien)



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

„Schlüsseltechnologien eröffnen – wie schon der Name sagt – Zugänge für die Zukunft. Hier werden in der Helmholtz-Gemeinschaft themenübergreifend Wissen, Instrumente und Methoden bereitgestellt, die für nachhaltige Erfolge bei der Lösung großer Zukunftsfragen gebraucht werden. Kooperationen mit anderen Forschungsbereichen und Ausbildung junger Menschen für die Arbeit an solchen quer zu disziplinären Themen zugeschnittenen Problemen sind wichtige Elemente für das Gelingen dieses Konzepts.“



Durch einen elektrischen Impuls werden die mechanischen Eigenschaften dieser Materialprobe von hart auf weich umgeschaltet.  
Foto: HZG

## NEUES NANOMATERIAL WECHSELT VON HART ZU WEICH

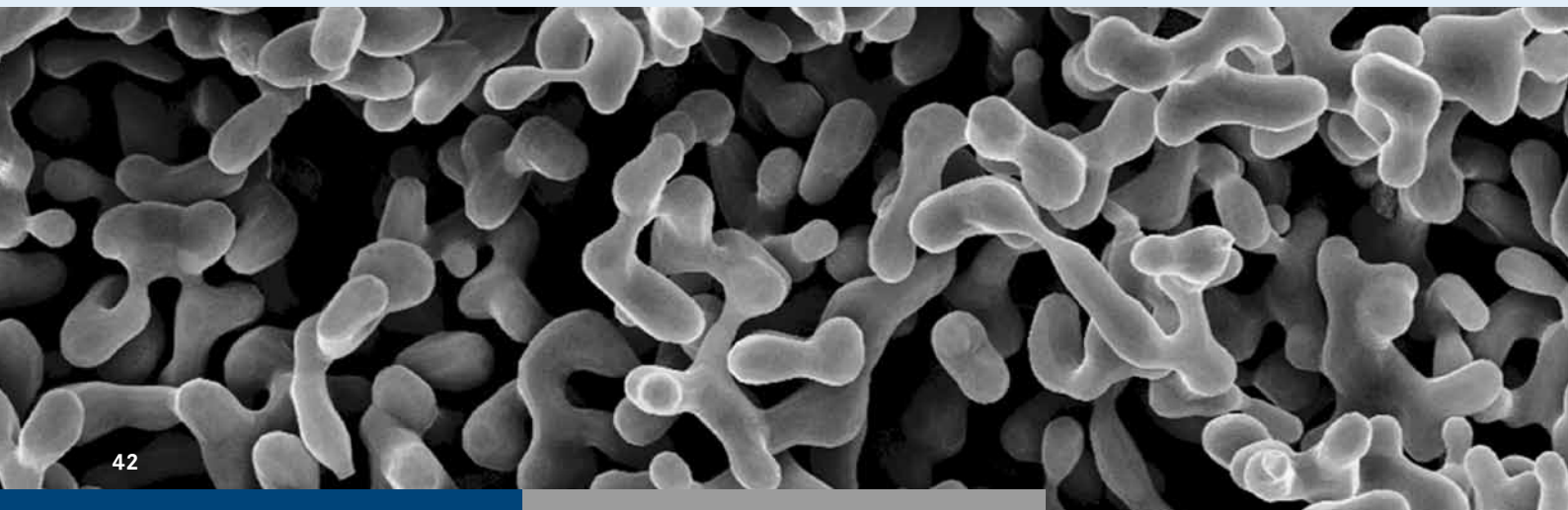
*Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung* Hochfeste Materialien sind im Allgemeinen spröde und damit bruchanfällig. Dagegen erreichen bruchzähe Materialien, die bei Verformung Energie absorbieren, nicht Maximalwerte der Festigkeit. Werkstoffforscher haben nun ein Material entwickelt, das beim Gebrauch zwischen den mechanischen Eigenschaften fest oder formbar hin- und herschalten kann. Dr. Jörg Weißmüller vom Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG) und der Technischen Universität Hamburg-Harburg sowie Dr. Haijun Jin vom Metallforschungsinstitut in Shenyang, China, haben dafür den Prozess der Korrosion genutzt. Sie gaben Edelmetalle wie Gold oder Platin in eine säurehaltige Lösung und steuerten die Korrosion präzise dahingehend, dass ein Netzwerk aus Porenkanälen mit Durchmessern von nur wenigen Atomgrößen in das Metall eingearbeitet wurde. Dann füllten sie eine leitfähige Flüssigkeit, etwa Kochsalzlösung oder verdünnte Säure, in die Poren. Dadurch entsteht ein Hybridmaterial aus Metall und Flüssigkeit, in dem sich die Ionen der Flüssig-

keit frei bewegen können. Eine äußere Spannung führt so zu elektrischer Aufladung der metallischen Grenzflächen, ähnlich den Raumladungszonen in Halbleiterbauelementen der Mikroelektronik. Überraschenderweise fanden die Wissenschaftler, dass sich nun durch ein äußeres elektrisches Signal die mechanischen Eigenschaften des neuen Werkstoffs steuern lassen.

Bei Bedarf lässt sich die Festigkeit des Materials verdoppeln oder aber ein weniger fester, dafür aber plastisch formbarer Zustand einstellen. Noch funktioniert das nur im Labor, die Forscher können sich jedoch konkrete Anwendungen schon gut vorstellen. Prinzipiell kann das Material unter Belastung sogar selbst elektrische Signale erzeugen, die dann wiederum auf seine mechanischen Eigenschaften einwirken. Damit wäre es möglich, in Bereichen mit hoher Belastung eine lokale Verfestigung einzustellen und Schäden durch Risse zu verhindern oder gar auszuheilen.

» [www.helmholtz.de/gb12-neues-nanomaterial](http://www.helmholtz.de/gb12-neues-nanomaterial)

Unter dem Rasterelektronenmikroskop zeigen sich die vielen Poren deutlich. Foto: HZG



Rainer Waser an einem speziellen Rastertunnelmikroskop, mit dem er elektronische Materialien für neuartige Speicherbausteine wie Memristoren erforscht. Foto: Forschungszentrum Jülich

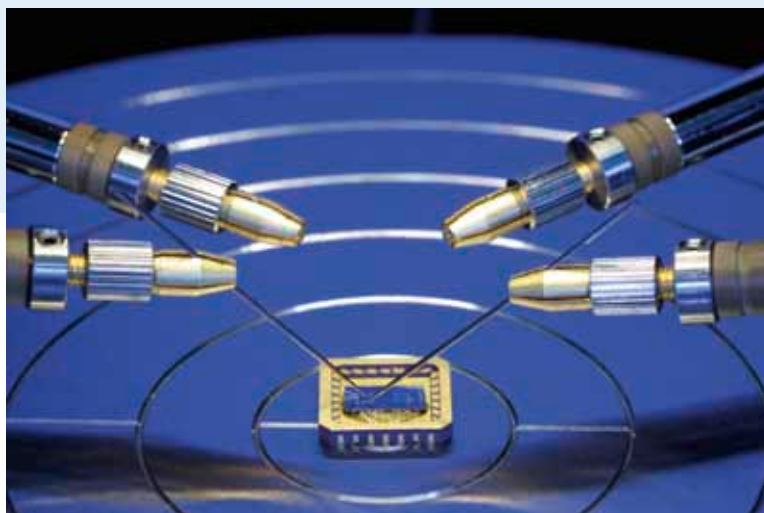


## RECHNEN MIT DEM FAKTOR ENERGIE

*Forschungszentrum Jülich* Mehr als zehn Prozent des deutschen Energieverbrauchs geht auf das Konto der Informations- und Kommunikationstechnologie – Tendenz steigend. Nach energiesparenden Auswegen suchen Jülicher Forscher auf verschiedenen Ebenen: bei winzigen Bauelementen ebenso wie bei der Rechnerarchitektur und beim Energiemanagement von Supercomputer-Zentren. Wissenschaftler um Prof. Dr. Rainer Waser vom Jülicher Peter Grünberg Institut entwickeln Memristoren – winzige elektronische Bauelemente, deren Widerstand durch ultrakurze Spannungspulse von einem hohen auf einen niedrigen Wert umschaltet. Die Schreibenergie dieser neuen Speicher beträgt weniger als ein Tausendstel von der Schreibenergie heutiger FLASH-Speicher in USB-Sticks. Memristoren könnten zukünftig auch Transistoren Konkurrenz machen, ist Waser überzeugt. Ein Vorteil ist dabei die Kombination von Arbeitsspeicher und eigentlicher Recheneinheit, die normalerweise räumlich getrennt sind. Der Datentransport zwischen diesen beiden Komponenten verbraucht enorm viel Energie, die dann eingespart werden könnte.

Wissenschaftler vom Jülich Supercomputing Centre (JSC) kooperieren mit Firmen wie IBM und Intel, um bis 2020 Rechner zu realisieren, die tausendmal schneller sind als die aktuellen Supercomputer. Dabei sollen die Rechner aber nicht mehr Energie verbrauchen als die heutigen. „Das bedeutet: Wir müssen die Energieeffizienz um den Faktor 1.000 verbessern, beispielsweise durch Verbesserung des Zugriffs auf die Arbeits- und Massenspeicher sowie auf die Eingabe- und Ausgabeeinheiten“, sagt Dr. Thomas Fieseler, Leiter der Abteilung Technologie des JSC. Teile einer solchen energieeffizienten IBM-Rechnerarchitektur haben die Jülicher Supercomputer-Experten 2011 bereits getestet. Schließlich entwickelten die Forscher im Projekt „Fit4Green“ eine Software, mit der sich verschiedene Aufträge – Fachsprache: Jobs – an einen Supercomputer so steuern lassen, dass er 6 bis 16 Prozent weniger Energie als normalerweise benötigt, um sie abzuarbeiten.

» [www.helmholtz.de/gb/12-rechnen-energie](http://www.helmholtz.de/gb/12-rechnen-energie)



Mit dieser Messeinrichtung charakterisieren Jülicher Wissenschaftler die elektronischen Eigenschaften von Chips, die sie für eine energieeffiziente Informationstechnologie entwickeln. Foto: Forschungszentrum Jülich

KIT-Wissenschaftler um Prof. Dr. Mario Ruben haben das Prinzip der Selbstorganisation genutzt, um einen Nano-Magnetschalter zu konstruieren, der im Prinzip noch höhere Speicherdichten ermöglichen könnte. Dabei sind einzelne magnetische Atome in Nanoröhren aus Kohlenstoff eingebettet.

## NANO-MAGNETSCHALTER, DIE SICH SELBST ZUSAMMENBAUEN

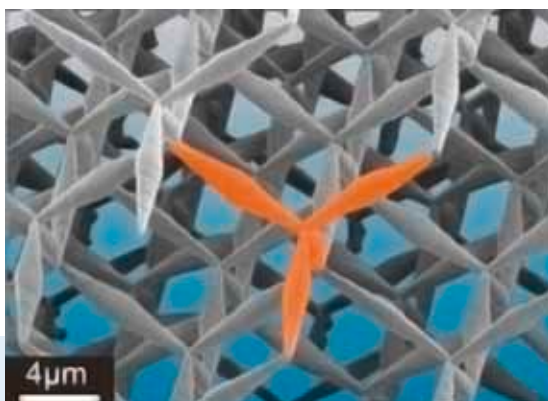
*Karlsruher Institut für Technologie* Festplatten speichern Information in Form magnetischer Strukturen. Je feiner diese Strukturen eingeschrieben werden, desto höher ist die Datendichte und damit die Speicherkapazität. In 2011 haben KIT-Wissenschaftler um Prof. Dr. Mario Ruben vom Institut für Nanotechnologie (INT) gemeinsam mit Experten aus Grenoble und Straßburg einen Nano-Magnetschalter konstruiert, der noch deutlich feinere Strukturen ermöglichen könnte. Raffiniert war, dass sie auf Selbstorganisation setzten, ein Prinzip, das auch bei natürlichen Prozessen dominiert: Dafür brachten die Forscher bestimmte Haftmoleküle so an die Magnetmoleküle an, dass diese sich von selbst an der richtigen Position auf einer Nanoröhre andocken. Der magnetische Schalter besteht dabei nicht aus Silizium, Metallen, Oxiden oder Halbleitern, sondern aus Kohlenstoffnanoröhren und organischen Molekülen.

Die verwendeten Moleküle besitzen ein einzelnes Metallatom aus dem Element Terbium, welches den Magnetismus in das System einbringt. Das Terbiumatom ist in das organische Material eingebettet und reagiert schon auf kleinste externe Magnetfelder. Dadurch wird ein etwaiger Stromfluss durch die Kohlenstoffnanoröhre so stark verändert, dass diese Veränderung als Signal extern abgelesen werden kann. Dieser Effekt könnte sowohl höhere Speicherdichten als auch neuartige Bauelemente ermöglichen, zum Beispiel für Quantencomputer. Noch funktioniert der Nano-Magnetschalter jedoch nur bei Temperaturen nahe dem absoluten Nullpunkt. Die Wissenschaftler arbeiten nun daran, dieses Arbeitsprinzip auch bei höheren Temperaturen zu realisieren.

» [www.helmholtz.de/gb12-nano-magnetschalter](http://www.helmholtz.de/gb12-nano-magnetschalter)



Die Postdoktorandin Svetlana Klyatskaya aus dem Team von Mario Ruben untersucht die neuartigen Bauelemente bei extrem tiefen Temperaturen am SQUID Magnetometer. Foto: Martin Lober/KIT



Das stabile Vierbein (orange eingefärbt) ist das Grundelement des Pentamode-Metamaterials. Es wird so zu einem dreidimensionalen diamantartigen Kristall angeordnet, so dass sich das daraus resultierende Material insgesamt verformen lässt. Foto: CFN/KIT

## ROHSTOFF FÜR AKUSTISCHE TARNKAPPEN

*Karlsruher Institut für Technologie* Eine neue Materialklasse hat ein Forschungsteam um Prof. Dr. Martin Wegener am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) realisiert. Mit Hilfe einer eigens entwickelten Technologie konnten sie eine so genannte Metaflüssigkeit mit ungewöhnlichen akustischen Eigenschaften erzeugen. Diese Eigenschaften hängen vom mechanischen Verhalten eines Materials ab, das mit den Kompressions- und Scherkenngrößen beschrieben wird. So lässt sich beispielsweise Wasser in einem Zylinder kaum zusammendrücken (Kompression), aber es lässt sich mit einem Löffel in alle Richtungen umrühren (Scherung). Falls wie beim Wasser alle fünf Scherkenngrößen gleich Null sind, wird dies als Pentamode charakterisiert. Ein an sich festes Material, das dieselben Kenngrößen wie Wasser aufweist, wird demzufolge als Pentamode-Meta-Flüssigkeit bezeichnet.

„Der Karlsruher Prototyp wurde aus einem Polymer gefertigt“, erklärt Dr. Muamer Kadic. Sie nutzten dafür das Dip-In-Laserschreiben, eine Weiterentwicklung des direkten Laserschreibens durch die Nanoscribe GmbH im KIT-Inkubator. Mit dieser Methode gelang es ihnen, zuckerhutförmige Elemente aus dem Polymer zu erzeugen und zu einem dreidimensionalen kristallinen Muster anzuordnen. Dabei berührten sich die „Zuckerhüte“ nur an den Spitzen und bildeten so ein luftiges Gerüst. Das mechanische Verhalten des Materials wird darüber bestimmt,

wie spitz und wie lang die einzelnen Zuckerhüte sind.

Ein solches Material zu erzeugen ist eine Herausforderung: „Wir müssen einerseits in der Lage sein, kleine Zuckerhüte im Nanometerbereich zu konstruieren und im richtigen Winkel zu verbinden, andererseits soll die Gesamtstruktur am Ende möglichst groß sein. Das Material selbst nimmt nur etwas mehr als ein Prozent des Körpervolumens ein, so dass das resultierende Komposit extrem leicht ist.“

Das neuartige Pentamode-Metamaterial ermöglicht erstmals, akustische Wellen gezielt dreidimensional zu beeinflussen, wie dies bereits für optische Wellen mithilfe natürlicher Materialien möglich ist. Zahlreiche Ideen der Transformationsakustik, wie akustische Tarnkappen, akustische Prismen oder neue Lautsprecherkonzepte, können so künftig Realität werden.

» [www.helmholtz.de/gb-12-akustische-tarnkappen](http://www.helmholtz.de/gb-12-akustische-tarnkappen)

Diplomand Tiemo Bückmann bedient hier das Dip-In-Laserschreib-Gerät, mit dem die gewünschten Meta-Strukturen im Material erzeugt werden können. Foto: CFN/KIT



# FORSCHUNGSBEREICH STRUKTUR DER MATERIE



## Die Aufgabe

Forschungsgegenstand sind die Bestandteile der Materie und die zwischen ihnen wirkenden Kräfte, von Elementarteilchen über komplexe Funktionsmaterialien bis zu den gigantischen Objekten und Strukturen im Universum. Eine wichtige Aufgabe ist dabei die Entwicklung, der Aufbau und der Betrieb von Großgeräten und Forschungsinfrastrukturen. Ob Teilchenbeschleuniger für Synchrotron-, Neutronen- oder Ionen-Quellen, Detektor- oder Datennahmesysteme – die Helmholtz-Gemeinschaft stellt in diesem Forschungsbereich große, teilweise einzigartige Infrastrukturen zur Verfügung, die von Forschern aus dem In- und Ausland genutzt werden. Mit dem Röntgenlaser European XFEL, der am Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY in europäischer Zusammenarbeit gebaut wird, und der „Facility for Antiproton and Ion Research FAIR“, die an der GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung in Darmstadt mit internationaler Beteiligung errichtet wird, entstehen in Deutschland zwei weltweit einmalige Forschungsinfrastrukturen.

In den Helmholtz-Allianzen „Physik an der Teraskala“, „Extreme Dichten und Temperaturen – Kosmische Materie im Labor“ und „Astroteilchenphysik“ kommen die Kompetenzen aus Helmholtz-Zentren, Universitäten und Max-Planck-Instituten zusammen. Die Vernetzung mit Universitäten und Forschungszentren aus dem In- und Ausland wird über Forschungsplattformen wie CFEL, HIC for FAIR, KNMF, NanoLab, EMSC und CSSB weiter verstärkt.

## Die Programmstruktur in der Förderperiode 2010-2014

Im Forschungsbereich Struktur der Materie wirken sieben Helmholtz-Zentren zusammen: das Deutsche Elektronen-Synchrotron DESY, das Forschungszentrum Jülich, die GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, das Helmholtz-Zentrum Berlin für

Materialien und Energie (HZB), das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR), das Helmholtz-Zentrum Geesthacht für Material- und Küstenforschung (HZG) sowie das Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten in vier Programmen:

- **Elementarteilchenphysik**
- **Astroteilchenphysik**
- **Physik der Hadronen und Kerne**
- **Großgeräte zur Forschung mit Photonen, Neutronen und Ionen**

## Ausblick

Der Forschungsbereich bereitet gegenwärtig eine Neustrukturierung vor, die ab 2015 implementiert werden soll. Künftig wird es nur drei Programme geben: Im Programm „Materie und Universum“ werden alle grundlagen-orientierten Disziplinen – Teilchen- und Astroteilchenphysik, Physik der Hadronen und Kerne sowie Atom- und Plasmaphysik – zusammengeführt. Im zweiten Programm „Von Materie zu Materialien und Leben“ arbeiten die Betreiber von modernen Strahlungsquellen mit einer Nutzerschaft aus Natur- und Ingenieurwissenschaften sowie der Medizin zusammen, um neue Materialien und Wirkstoffe zu entwickeln sowie Phänomene in kondensierter Materie, elektromagnetischen Plasmen und in biologischen Systemen zu untersuchen. Das dritte Programm „Materie und Technologien“ wird sich mit neuen technologischen Konzepten u. a. auf den Gebieten Teilchenbeschleunigung, Detektorsysteme und der Weiterentwicklung von High Performance Computing- und Datenspeicherung beschäftigen. Mit der Neuordnung sollen Synergieeffekte verstärkt und Befähigungstechnologien für die Welt von morgen entwickelt werden.

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



Florin Radu inspiziert eine BaTiO<sub>3</sub>-Probe im ALICE-Diffraktometer. Foto: HZB



## FLÜCHTIGES FASSEN

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

Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums Berlin (HZB) haben mit Kollegen aus Frankreich und Großbritannien entdeckt, dass zwei eigentlich unvereinbare Eigenschaften sogar bei Raumtemperatur gleichzeitig auftreten können. Sie zeigten dies an dünnen Schichten aus ferroelektrischem Bariumtitanat, das mit ferromagnetischen Eisen- oder Kobaltatomen bedeckt war. Die Grenzschicht verhielt sich sowohl ferroelektrisch als auch ferromagnetisch, beobachteten Wissenschaftler am Berliner Elektronenspeicherring BESSY II des HZB. „Wenn man von außen eine Spannung anlegt und dadurch die Polarisation des Bariumtitanat-Films umkehrt, beeinflusst dies auch die Magnetisierung“, sagt HZB-Forscher Dr. Sergio Valencia. Das macht dieses Material für Speichermedien höchst interessant: „Denn bisher werden Daten über ein äußeres Magnetfeld auf Speichermedien eingeschrieben, was viel Energie verbraucht. Wenn die Kopplung zwischen den beiden Eigenschaften stark genug ist, könnte es gelingen,

über ein elektrisches Feld die magnetische Ausrichtung zu beeinflussen. Dies würde gut 90 Prozent der Energie sparen“, erklärt Valencia. Bei schwacher Kopplung zwischen diesen Eigenschaften ließe sich dagegen ein Speichermedium entwickeln, das auf vier statt auf zwei Grundzuständen basiert.

» [www.helmholtz.de/gb/12-fluechtiges-fassen](http://www.helmholtz.de/gb/12-fluechtiges-fassen)



**PROF. DR. VERA LÜTH**

Senatorin der Helmholtz-Gemeinschaft,  
SLAC National Accelerator Laboratory, Stanford, USA

„Mit ihren Teilchenbeschleunigern und Photonen-, Neutronen- und Ionen-Quellen stellt die Helmholtz-Gemeinschaft große, zum Teil einzigartige wissenschaftliche Forschungsinfrastrukturen zur Verfügung, die von Forschern aus dem In- und Ausland genutzt werden. Die Grundlagenforschung an diesen Einrichtungen liefert Impulse für technologische Entwicklungen und verhilft zu Erkenntnissen, mit denen aktuelle Probleme in unserer Gesellschaft und Umwelt gelöst werden können, u. a. durch die Entwicklung neuartiger Werkstoffe mit maßgeschneiderten mechanischen, elektronischen und thermischen Eigenschaften.“



Im Experiment überwachen und optimieren die DESY-Wissenschaftler den Produktionsprozess organischer Solarzellen. Foto: Heiner Müller-Elsner/DESY

## DESY-FORSCHUNG FÜR BIEGSAME SOLARZELLFOLIEN

*Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY* Biegsame und billige Kunststoff-Solarzellen wären äußerst praktisch. Doch noch sind Wirkungsgrad und Lebensdauer zu niedrig. Ein Knackpunkt sind die metallischen Kontakte, die den Strom aus der Solarzelle abführen. Je besser diese sind, umso mehr Energie lässt sich „ernten“.

Ein Team um den DESY-Wissenschaftler Dr. Stephan Roth untersucht mit dem Röntgenstrahl von PETRA III, wie sich Metall und Plastik verbinden. Die Prototypen für die Solarzellen kommen von der TU München. Bei DESY werden sie mit einer speziellen Technik beschichtet, dem „Sputtern“: Dabei treffen schnelle Edelgas-Ionen auf eine Goldschicht und schießen einzelne Atome heraus, die dann auf der organischen Solarzelle aufschlagen. Manche dringen ein Stückchen ins Plastik ein, andere bleiben auf der Oberfläche und tun sich zu nanometerkleinen Inseln zusammen – den Keimzellen der Kontakte.

„Mit dem intensiven und sehr feinen Röntgenstrahl von Petra III können wir den gesamten Produktionsprozess detailliert überwachen“, erläutert Roth. „Das geht sonst mit keiner anderen Methode.“ Wie in einer Diashow beobachten die Experten, wie sich die Nanoinseln bilden. Daraus gewinnen sie Hinweise, wie sich der Produktionsprozess optimieren lässt.

Außerdem zeigte sich: Goldatome können in die Plastik-Solarzelle eindringen, so dass deren Wirkungsgrad in Zukunft dadurch gesteigert werden kann. Roth: „Ein Effekt, den wir hier bei DESY zum ersten Mal bei einem derartigen in-situ Experiment gesehen haben und der auch mittels Röntgenreflektometrie bestätigt wurde. Dieser Effekt kann künftig helfen, die Effizienz von organischen Solarzellen zu verbessern.“

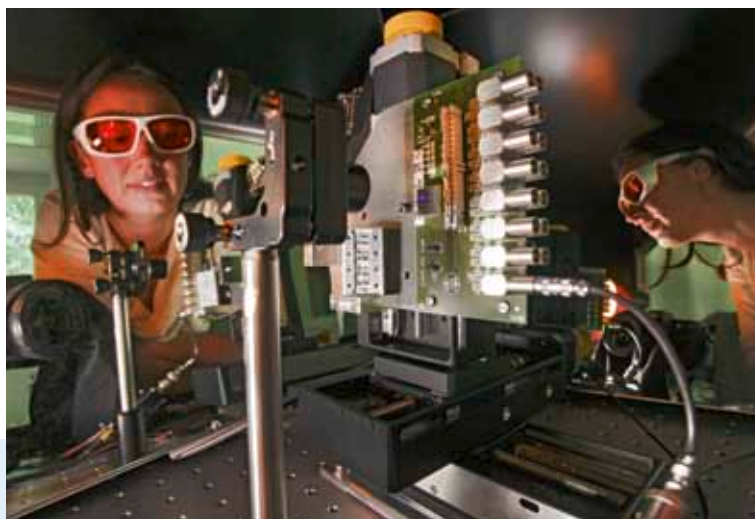
» [www.helmholtz.de/gb12-solarzellfolien](http://www.helmholtz.de/gb12-solarzellfolien)



Mit diesem Experimentaufbau werden spezielle Schichten in den Solarzellen hergestellt, die anschließend mit Goldatomen kontaktiert werden. Foto: Heiner Müller-Elsner/DESY



Versuchsaufbau für die Entwicklung des PET-Scanners. Foto: DESY



## NANOPARTIKEL VERBESSERN KATALYSATOREN

*Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie*

Katalysatoren sorgen in Brennstoffzellen dafür, dass Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser reagieren und dabei Energie freisetzen. Da Platin-Katalysatoren sehr teuer sind, werden preiswertere Alternativen entwickelt, die mit einer besonders großen „aktiven Oberfläche“ aufwarten können. Dies lässt sich zum Beispiel erreichen, indem katalytisch aktive Nanopartikel auf ein Trägermaterial aufgebracht werden. Einen Einblick in Aufbau und Wirkung eines solchen Katalysators haben HZB-Wissenschaftler um Dr. Ingo Manke und Dr. Roman Grothausmann in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung gewonnen: Sie haben erstmals nanometergroße Katalysatorpartikel aus Ruthenium mit Hilfe der Elektronen-Tomographie dreidimensional abgebildet. Dafür haben sie Elektronenmikroskopiebilder unter verschiedenen Blickwinkeln aufgenommen und anschließend 3D-Bilder mit hoher Detailschärfe berechnet. Dabei haben sie auch neue Rechenverfahren entwickelt, um die chemisch aktive Oberfläche der Partikel und ihre Wirkung zu analysieren. Katalysatoren dieses Typs könnten vor allem in Brennstoffzellen-Fahrzeugen eingesetzt werden.

» [www.helmholtz.de/gb12-nanopartikel](http://www.helmholtz.de/gb12-nanopartikel)

## TEILCHEN-EXPERTISE FÜR DIE MEDIZIN

*Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY* Eigentlich entwickelt die Physikerin Dr. Erika Garutti hochempfindliche Spezi­alsensoren für künftige Teilchendetektoren. Dabei fiel ihr auf, dass die Technik ebenso gut für die PET-Diagnostik taugen müsste. Aus der Idee wurde ein europäisches Forschungsprojekt, an dem neben DESY und CERN auch drei Kliniken beteiligt sind. PET-Scanner dienen unter anderem zur Früherkennung von Tumoren. Der Arzt verabreicht dem Patienten eine Zuckerverbindung, markiert mit einem schwach radioaktiven Stoff. Der Zucker wird bevorzugt von Krebszellen aufgenommen. Wenn der radioaktive Stoff zerfällt, werden Lichtblitze abgestrahlt, die von Sensoren aufgefangen und im Computer zu einem Bild verrechnet werden. „Mit unseren neuen Sensoren könnte man künftig deutlich schärfere PET-Bilder aufnehmen“, erläutert Garutti. „Oder man könnte die Strahlenbelastung für die Patienten spürbar verringern.“ Dass die Sensoren grundsätzlich funktionieren, haben die Wissenschaftler bereits mit einem Prototypen bewiesen. Jetzt arbeiten sie an einem Miniatur-Detektor, der in die Spitze einer Magensonde eingesetzt werden soll, um Tumoren der Bauchspeicheldrüse möglichst früh zu erkennen. Erste klinische Tests sind für 2014 geplant.

» [www.helmholtz.de/gb12-teilchen-expertise](http://www.helmholtz.de/gb12-teilchen-expertise)



Darstellung der Katalysator-Nanopartikel: Die Partikel (farbig) haften an einem Trägermaterial (grau). Sie werden mit der Elektronentomographie erfasst. Für die Darstellung werden die Daten mit neuen Verarbeitungs­algorithmen bearbeitet. Bild: HZB

Volker Lindenstruth hat das Konzept für den platz- und energiesparenden Großrechner mit entwickelt. Foto: G. Otto/GSI



## RECHNER IM HOCHREGAL

### *GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung*

Forschung braucht höchste Rechenleistungen und damit normalerweise sehr viel Energie. Denn die Mikroprozessoren erzeugen Wärme und die notwendige Kühlung verdoppelt in der Regel den Energiebedarf des Rechners. Außerdem beanspruchen die einzelnen Rechnerschränke viel Platz, damit sie sich nicht gegenseitig aufheizen. Die GSI setzt nun auf eine neue Architektur, die sowohl Energie als auch Platz einspart. Das neuartige, „e-cube“ genannte Konzept wurde von Prof. Dr. Volker Lindenstruth, dem Leiter des IT-Bereichs von GSI, gemeinsam mit Prof. Dr. Horst Stöcker, dem Wissenschaftlichen Geschäftsführer von GSI, entwickelt. Dabei werden die Rechnerschränke mit Wasser gekühlt, so dass praktisch keine Wärme in

die Raumluft gelangt. Da keine zusätzlichen Ventilatoren benötigt werden, verbraucht die Kühlung lediglich fünf Prozent zusätzlich zum Strombedarf des Computers. Die geringe Abwärme ermöglichte auch eine extrem kompakte Anordnung der 96 Rechnerschränke in einem Hochregallager. Dadurch werden Bau- und Betriebskosten eingespart. Allein die jährliche Stromrechnung fällt mindestens 350.000 Euro niedriger aus als bei den besten konventionellen Systemen. Bei GSI wird für das künftige internationale Beschleunigerzentrum FAIR bis 2014 ein würfelförmiges Gebäude errichtet, in dem nach diesem Konzept bis zu 800 Rechnerschränke auf engstem Raum gestapelt werden.

» [www.helmholtz.de/gb12-rechner-hochregal](http://www.helmholtz.de/gb12-rechner-hochregal)



Blick in das MiniCube-Rechenzentrum der GSI: Die Rechner können durch innovative Kühlung so eng gestapelt werden wie in einem Hochregallager. Foto: G. Otto/GSI

„Indiumarsenid besitzt eine extrem hohe Elektronenbeweglichkeit. Die Elektronen flitzen 30-mal schneller durch das Material als in einem Silizium-Wafer. Man kann also viel schnellere Bauteile erhalten.“ DR. SLAWOMIR PRUCNAL, HZDR

## QUANTENPUNKTE AUS INDIUMARSENID FÜR FLINKE PROZESSOREN

*Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf* Weltweit suchen Forscher nach neuen Wegen, um das Leistungsvermögen von Chips weiter zu steigern. HZDR-Wissenschaftler um Dr. Slawomir Prucnal und Dr. Wolfgang Skorupa konnten nun Quantenpunkte aus Indiumarsenid auf Silizium-Wafern erzeugen. Das Besondere: Sie verwenden dabei Verfahren, die schon jetzt in der Halbleiterfertigung eingesetzt werden.

„Indiumarsenid besitzt eine extrem hohe Elektronenbeweglichkeit“, erklärt Postdoktorand Prucnal. Die Elektronen flitzen 30-mal schneller durch das Material als in einem Silizium-Wafer. Man kann also viel schnellere Bauteile erhalten. „Außerdem reicht eine geringere Betriebsspannung“, ergänzt Skorupa, Leiter der Abteilung Halbleitermaterialien. „Das senkt den Stromverbrauch und führt zu deutlich geringeren Wärmeverlusten.“

Die Quantenpunkte aus Indiumarsenid werden am HZDR als winzige Pyramiden mit Kantenlängen zwischen 40 und 80 Nanometern und einer Höhe von 100 Nanometern auf

freistehenden Siliziumsäulen erzeugt. Legt man an diese Anordnung eine Spannung an, verhält sie sich bereits wie eine Diode.

Zur Herstellung der Quantenpunkte aus Indiumarsenid nutzen die Wissenschaftler Ionenimplantation und Kurzzeittemperung, die auch beim Dotieren in der Halbleiterindustrie eingesetzt werden. Mit Hilfe der Ionenbeschleuniger im HZDR implantieren sie Arsen- und Indium-Ionen in die Oberfläche des Siliziums. Neuartig ist, dass die Quantenpunkte mittels Flüssigphasen-Prozessierung im Millisekundenbereich entstehen. Das Halbleitermaterial Indiumarsenid ist auch für die Optoelektronik interessant, bei der Signale mit Licht übertragen werden. Die Wissenschaftler testen daher noch weitere Halbleiterverbindungen wie Indiumphosphid und Galliumarsenid, die Licht mit kürzerer Wellenlänge abstrahlen und daher noch besser für photonische Anwendungen geeignet sind.

» [www.helmholtz.de/gb12-flinke-prozessoren](http://www.helmholtz.de/gb12-flinke-prozessoren)



Zur Herstellung der Quantenpunkte aus Indiumarsenid verwenden die Wissenschaftler die Ionenbeschleuniger im Ionenstrahlzentrum des HZDR. Das Bild zeigt den 6-Megavolt-Ionenbeschleuniger, der von der EU im EFRE-Programm gefördert wurde. Foto: Oliver Killig/HZDR

# DIE HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT IN ZAHLEN UND FAKTEN





# LEISTUNGSBILANZ

Im Berichtszeitraum 2011 hat die Helmholtz-Gemeinschaft wiederum strategisch wichtige Maßnahmen zur Steigerung der Qualität, Effizienz und Leistungsfähigkeit ihrer Forschungstätigkeit ergriffen. Zahlreiche neue Projekte wurden gestartet bzw. umgesetzt. Die Gemeinschaft weist wie in den vergangenen Jahren einen soliden Zuwachs bei den relevanten Leistungsindikatoren auf. Die ausgewiesenen Zahlen im Berichtszeitraum 2011 basieren auf den Daten der in 2011 17<sup>1)</sup> Mitgliedszentren.

Den 17<sup>1)</sup> Helmholtz-Zentren standen im Jahr 2011 durch Bund und Länder Zuwendungen in Höhe von 2,203 Mrd. Euro zur Verfügung. Für das Jahr 2012 sind dies 2,380 Mrd. Euro, was einem Aufwuchs von 8 Prozent gegenüber dem Haushaltsjahr 2011 entspricht. Zusätzlich zu den institutionell geförderten Kosten warben die Forschungszentren 2011 Drittmittel in Höhe von 1,227 Mrd. Euro ein. Bei den Drittmitteln aus Kooperationen mit der Wirtschaft ist die Drittmittelinwerbung in den anwendungsorientierten Forschungsgebieten besonders erfolgreich. Dies ist als klares Zeichen hinsichtlich der Attraktivität der Helmholtz-Forschung für Partner aus der Wirtschaft anzusehen. In der grundlagenorientierten Forschung werden erfolgreich steigende Fördermittel aus Förderprogrammen, beispielsweise der Europäischen Union, der Deutschen

Forschungsgemeinschaft oder der Bundes- und Landesministerien, wettbewerblich eingeworben. Mit Spitzenforschung einen Beitrag zur Lösung der großen Herausforderungen und drängenden Fragen unserer Zeit zu leisten, ist der Auftrag der Helmholtz-Gemeinschaft. Damit er optimal erfüllt werden kann, stellt sich die Gemeinschaft dem wissenschaftlichen Wettbewerb. Organisationsintern findet dieser im Rahmen der Programmorientierten Förderung, der Finanzierung von strategischen Ausbauinvestitionen sowie der durch den Impuls- und Vernetzungsfonds geförderten Instrumente statt. Die im Rahmen der Programmorientierten Förderung erfassten wissenschaftsadäquaten Erfolgsindikatoren bilden ausgewählte Aspekte der Forschung stellvertretend für die Leistungen der Helmholtz-Gemeinschaft ab.

<sup>1)</sup> 2011 hatte die Helmholtz-Gemeinschaft 17, seit 2012 18 Mitgliedszentren: 2011 neu hinzugekommen ist das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR); zum 01.01.2012 wurde das GEOMAR I Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel Mitglied in der Helmholtz-Gemeinschaft. Die Kosten des GEOMAR werden daher in der Leistungsbilanz der Gemeinschaft im Geschäftsbericht 2013 aufgeführt.

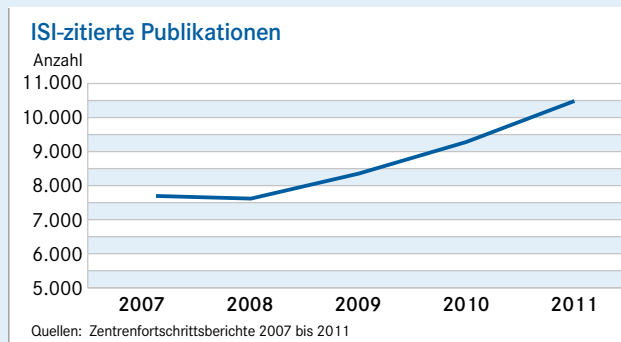


**DR. ROLF ZETTL**  
Geschäftsführer der  
Helmholtz-Gemeinschaft

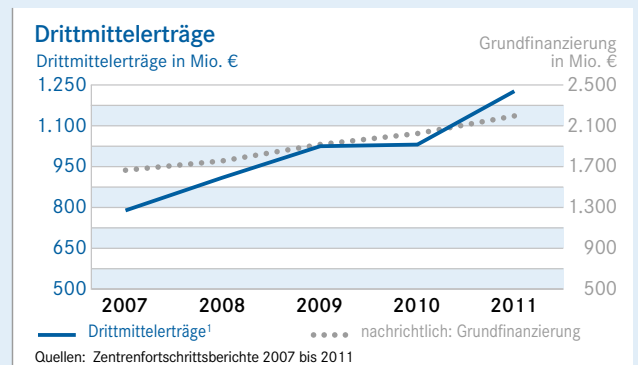
## WISSENSCHAFTLICHE LEISTUNG

### Publikationen

- Im Jahr 2011 erschienen 10.491 Publikationen in ISI-zitierten Fachjournals und weitere 2.564 andere, referierte Publikationen.
- Gegenüber dem Vorjahr ist die Zahl der ISI-zitierten Publikationen um 13 Prozent gestiegen, in den vergangenen fünf Jahren stieg sie in Summe um 36 Prozent.



- Im Jahr 2011 wurden Drittmittel in Höhe von 1.227 Mio.<sup>1)</sup> Euro eingeworben, was einer Steigerung von 19 Prozent im Vergleich zum Vorjahr 2010 entspricht. 2010 waren es 1.031 Mio. Euro.
- In den vergangenen fünf Jahren hat sich die Drittmittelerwerbung mehr als verdoppelt, dies sind durchschnittlich 12 Prozent pro Jahr.



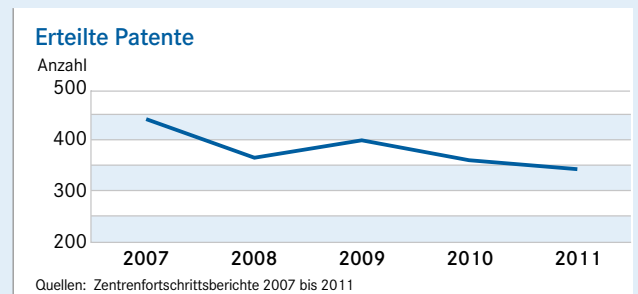
### Kooperationen

- Im Jahr 2011 forschten die Helmholtz-Zentren in 5.490 wissenschaftlichen Kooperationen und 3.081 Kooperationen mit der Wirtschaft. Auf die Darstellung des Verlaufs aus den vergangenen Jahren wird an dieser Stelle aufgrund des neu hinzugekommenen Helmholtz-Zentrums HZDR sowie einer geänderten Zählsystematik verzichtet, da die einzelnen Jahreswerte nicht direkt vergleichbar sind.
- Es gab 240 Beteiligungen an koordinierten Förderprogrammen der DFG im Jahr 2011. Im Jahr 2010 handelte es sich um Beteiligungen an 248 DFG-Programmen.
- Zum 31.12.2011 waren insgesamt 374 Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler auf eine W2- beziehungsweise W3-Professur an Hochschulen gemeinsam berufen. Im Vergleich zum Vorjahr ist eine Steigerung von 17 Prozent zu verzeichnen.

### Drittmittel

- Zuflüsse der EU betragen im Jahr 2011 knapp 134 Mio. Euro. Dies entspricht einer Steigerung von 18 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Die Helmholtz-Gemeinschaft ist damit führend unter den Wissenschaftsorganisationen.

### Technologietransfer

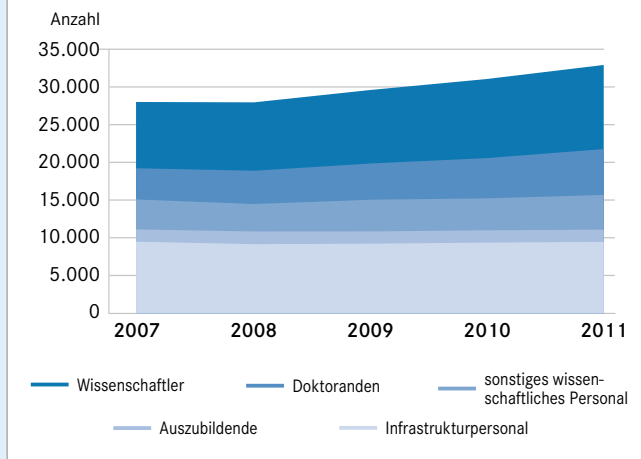


- Im Berichtsjahr wurden 347 Patente erteilt. In den Jahren davor waren es durchschnittlich 385 neue Patente pro Jahr. Von 2008 auf 2009 gab es einen leichten Rückgang der Patentanmeldungen, der sich infolge der Bearbeitungszeiten in den Patentämtern in den Werten für 2011 niederschlägt. 2010 stieg die Zahl der Patentanmeldungen bereits wieder stark an.
- Innerhalb der letzten fünf Jahre wurden 55 Unternehmen aus der Helmholtz-Gemeinschaft ausgegründet, davon 14 in 2011. Damit kann sich die Helmholtz-Gemeinschaft im Wettbewerb gut behaupten.

<sup>1)</sup> Ab 2011 werden die Projektträgerschaften vollständig mitberücksichtigt (ca. 121 Mio. Euro). Die Helmholtz-Institute und der Helmholtz-Anteil an den Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung tragen knapp 0,9 Mio. Euro zu den Drittmitteln bei.

## PERSONAL

### Entwicklung des Personals



### Wissenschaftliches Personal

Das Gesamtpersonal der Helmholtz-Gemeinschaft umfasste im Jahr 2011 32.855 Mitarbeiter (Vorjahr: 30.995), davon waren 11.121 Wissenschaftler (Vorjahr: 10.458), 6.062 betreute Doktoranden (Vorjahr: 5.320) und 1.617 Auszubildende (Vorjahr: 1.627). Im wissenschaftlich-technischen und administrativen Bereich arbeiteten 14.055 (Vorjahr: 13.590) Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

### Gleichstellung

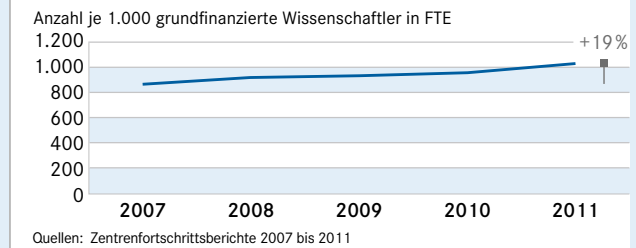
Mit 24 Prozent bleibt der Anteil der Frauen an den Wissenschaftlern im Vergleich zum Vorjahr (24 Prozent) konstant. Bei den Nachwuchswissenschaftlern sinkt der Anteil von 38 Prozent im Vorjahr auf 37 Prozent in 2011. Im Wissenschaftsmanagement auf Ebene der Instituts- und Abteilungsleitungen steigt der Frauenanteil kontinuierlich. Insgesamt beträgt der Anteil von Frauen in bestehenden wissenschaftlichen, technischen und administrativen Führungspositionen 20 Prozent, im Vorjahr waren es 19 Prozent.

### Wissenschaftlicher Nachwuchs

- Im Jahr 2011 wurden Dissertationen von 6.062 Doktoranden an den Helmholtz-Zentren in wissenschaftlicher Betreuung durch Helmholtz-Forscher verfasst. Im Vergleich zu 5.320 Doktoranden im Jahr 2010 waren das somit 14 Prozent mehr. In den vergangenen fünf Jahren ist die Zahl um 47 Prozent gestiegen. Das stellt ein durchschnittliches Wachstum von 10 Prozent pro Jahr dar.

Normiert auf die grundfinanzierten Wissenschaftler kommt auf einen Wissenschaftler ein Doktorand. Hier ist der Anteil in den letzten fünf Jahren um 19 Prozent gestiegen.

### Betreute Doktoranden



- 1.829 Post-Doktoranden arbeiteten im Jahr 2011 in der Helmholtz-Gemeinschaft. Im Fünfjahreszeitraum stieg diese Zahl um 25 Prozent (durchschnittlich 6 Prozent pro Jahr).
- Im Jahr 2011 erhielten 18 Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler eine Juniorprofessur.
- Helmholtz-Zentren sind an 75 Graduiertenkollegs der Deutschen Forschungsgemeinschaft beteiligt. Dies bedeutet eine Steigerung im Vergleich zum Vorjahr um 53 Prozent.
- An 56 Marie-Curie-Fördermaßnahmen im Nachwuchsförderprogramm der Europäischen Union sind Helmholtz-Zentren beteiligt. In den vergangenen fünf Jahren sind diese Fördermaßnahmen im Durchschnitt pro Jahr um 10 Prozent gestiegen.
- Die Zahl der Helmholtz-Nachwuchsgruppen inklusive der von den Zentren selbst eingerichteten Nachwuchsgruppen stieg innerhalb von fünf Jahren von 133 auf 166.
- Im Jahr 2011 erlernten 1.617 Auszubildende ihren Beruf in der Helmholtz-Gemeinschaft. Dies entspricht einer Ausbildungsquote von 6,0 Prozent bezogen auf das Gesamtpersonal ohne Doktoranden.
- Die Helmholtz-Gemeinschaft sorgt mit inzwischen 25 Schülerlaboren und der Initiative „Haus der kleinen Forscher“ mit einem Netzwerk von fast 22.000 in der Fläche erreichten Kitas für die langfristige Nachwuchsförderung.

### Internationaler Austausch in der Helmholtz-Gemeinschaft

Anhaltend ist die internationale wissenschaftliche Attraktivität der Forschungszentren für ausländische Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Dies zeigt sich in der hohen Zahl der Gäste, die im Jahr 2010 zum wissenschaftlichen Austausch und zur Arbeit an den Forschungsinfrastrukturen in die Zentren kamen. Etwa 6.300 Wissenschaftler aus aller Welt nutzten die Forschungsmöglichkeiten in den Helmholtz-Zentren. Das ist nochmals eine Steigerung um 8 Prozent gegenüber dem Vorjahr.



# KOSTEN UND PERSONAL

## Programmorientierte Förderung

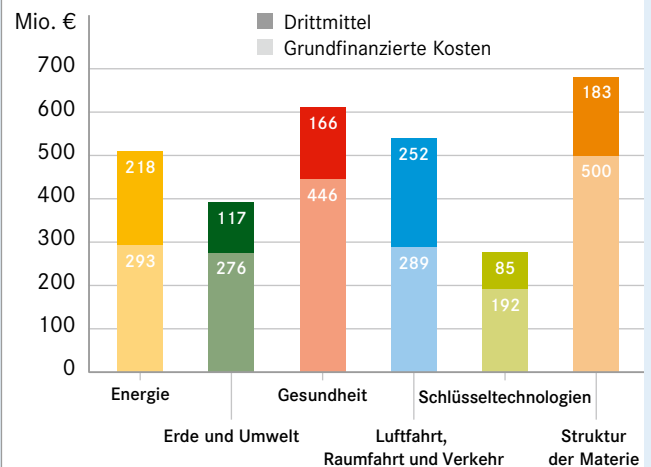
Das Jahresbudget der Helmholtz-Gemeinschaft setzt sich aus Grundfinanzierung und Drittmitteln zusammen. Die Grundfinanzierung wird vom Bund und den jeweiligen Sitz-Ländern der Mitgliedszentren im Verhältnis von 90 Prozent zu 10 Prozent getragen. Rund 30 Prozent des Gesamtbudgets werben die Zentren als Drittmittel ein. Diese grundfinanzierten sowie drittmittelfinanzierten Kosten werden im Geschäftsbericht für den Berichtszeitraum 2011 dargestellt. Aufgrund der strategischen Ausrichtung der Helmholtz-Gemeinschaft in sechs Forschungsbereichen wird das Gesamtbudget nach Forschungsbereichen und auf Zentrenebene aufgeführt. Ergänzt wird diese Übersicht durch die Angabe der Personalzahlen in Vollzeitäquivalenten (Forschungsbereichsebene und Zentrenebene). In der Übersicht sind die Kosten des Helmholtz-Anteils an den Deutschen Zentren für Gesundheitsforschung und der Helmholtz-Institute in Höhe von knapp 46 Mio. Euro enthalten. Der Beitrag zu den Drittmitteln umfasst ca. 0,9 Mio. Euro.

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 Höhe der Fördermittel ist für die Programmlaufzeit von jeweils fünf Jahren an die Ergebnisse strategisch-programmatischer Begutachtungen gekoppelt. Um neue wissenschaftliche Fragestellungen und Forschungsansätze aufzugreifen, Know-how zu erweitern und bedeutsame strategische Projekte vorzubereiten, stehen den Zentren zusätzlich Mittel der so genannten Programmunge-

bundenen 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.

## Budget der Grund- und Drittmittelfinanzierung der Forschungsbereiche 2011

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



## Kosten und Personal nach Zentren 2011

Zentrum	Grundfinanzierte Ist-Kosten T€	Drittmittel T€	Gesamtbudget T€	Gesamtpersonal PJ <sup>1)</sup>
Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI)	96.759	21.714	118.473	782
Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY)	205.378	117.909	323.287	1.792
Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)	119.622	57.331	176.953	2.011
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	310.193	302.048	612.241	4.772
Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE)	58.805	820	59.625	420
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	240.850	105.178	346.028	3.223
GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung (GSI)	101.188	16.511	117.699	1.068
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)	93.482	12.336	105.818	919
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)	67.091	23.947	91.038	886
Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI)	45.886	24.152	70.038	552
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)	51.602	32.842	84.444	857
Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG)	54.140	20.708	74.848	681
Helmholtz Zentrum München (HMGU)	124.199	41.965	166.164	1.643
Helmholtz-Zentrum Potsdam (GFZ)	45.978	42.096	88.074	775
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) <sup>2)</sup>	227.507	135.672	363.179	3.583
Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC)	61.093	24.939	86.032	890
Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP)	93.091	40.269	133.360	1.066
<b>Programmungebundene Forschung</b>	<b>37.744</b>	<b>77.643</b>	<b>115.387</b>	<b>433</b>
<b>Sonderaufgaben<sup>3)</sup> und Projektträgerschaften</b>	<b>47.995</b>	<b>129.235</b>	<b>177.230</b>	<b>2.215</b>
<b>Summe Helmholtz-Gemeinschaft</b>	<b>2.082.603</b>	<b>1.227.315</b>	<b>3.309.918</b>	<b>28.568<sup>4)</sup></b>

<sup>1)</sup> Personenjahre (Vollzeitäquivalente) <sup>2)</sup> Anteil des Großforschungsbereiches am KIT <sup>3)</sup> Vorrangig Rückbau kerntechnischer Anlagen

<sup>4)</sup> In natürlichen Personen sind das 32.855 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Helmholtz-Gemeinschaft.

## KOSTEN UND PERSONAL 2011 der Helmholtz-Gemeinschaft als Gesamtübersicht

	Grundfinanzierte Ist-Kosten T€	Drittmittel T€	Gesamt- budget T€	Gesamt- personal PJ <sup>1)</sup>
Summe Forschungsbereiche <sup>2)</sup>	1.996.864	1.020.437	3.017.301	25.920
Summe Programmungebundene Forschung <sup>3)</sup>	37.744	77.643	115.387	433
Summe Sonderaufgaben <sup>4)</sup> und Projektträgerschaften	47.995	129.235	177.230	2.215
<b>Summe Helmholtz-Gemeinschaft</b>	<b>2.082.603</b>	<b>1.227.315</b>	<b>3.309.918</b>	<b>28.568 <sup>5)</sup></b>

<sup>1)</sup>Personenjahre (Vollzeitäquivalente) <sup>2)</sup>Neben den sechs Forschungsbereichen sind hier die Mittel für die Portfoliothemen enthalten sowie die Helmholtz-Institute und der Helmholtz-Anteil an den Deutschen Zentren für Gesundheitsforschung. <sup>3)</sup>Die Mittel für die Programmungebundene Forschung betragen bis zu 20 Prozent der insgesamt erworbenen Programmmittel. Nutzen Zentren diese Mittel zur Verstärkung der bestehenden Forschungsprogramme, werden diese direkt den Kosten des jeweiligen Programms zugeordnet. <sup>4)</sup>Vorrangig Rückbau kerntechnischer Anlagen <sup>5)</sup>In natürlichen Personen sind das 32.855 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Helmholtz-Gemeinschaft.

	Grundfinanzierte Ist-Kosten T€	Drittmittel T€	Gesamt- budget T€	Gesamt- personal PJ <sup>1)</sup>
<b>Forschungsbereich Energie</b>				
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	21.485	50.021	71.506	420
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	51.623	41.663	93.286	896
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)	19.316	5.302	24.618	256
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)	17.920	12.881	30.801	305
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)	3.806	1.181	4.987	57
Helmholtz-Zentrum Potsdam (GFZ)	1.952	9.305	11.257	74
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) <sup>6)</sup>	83.718	57.226	140.944	1.416
Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP)	93.091	40.269	133.360	1.066
<b>Summe Forschungsbereich Energie</b>	<b>292.911</b>	<b>217.848</b>	<b>510.759</b>	<b>4.490</b>

### Forschungsbereich Erde und Umwelt

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI)	96.759	21.714	118.473	782
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	31.811	15.267	47.078	479
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)	43.756	30.709	74.465	742
Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG)	18.118	4.296	22.414	236
Helmholtz Zentrum München (HMGU)	19.509	3.690	23.199	233
Helmholtz-Zentrum Potsdam (GFZ)	44.026	32.791	76.817	701
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) <sup>6)</sup>	22.262	8.823	31.085	299
<b>Summe Forschungsbereich Erde und Umwelt</b>	<b>276.241</b>	<b>117.290</b>	<b>393.531</b>	<b>3.472</b>

### Forschungsbereich Gesundheit

Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)	119.622	57.331	176.953	2.011
Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE)	58.805	820	59.625	420
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	26.922	5.351	32.273	326
GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung (GSI)	3.692	1.797	5.489	80
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)	14.191	2.721	16.912	168
Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI)	45.886	24.152	70.038	552
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)	4.040	952	4.992	58
Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG)	7.546	9.258	16.804	132
Helmholtz Zentrum München (HMGU)	104.690	38.275	142.965	1.410
Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC)	61.093	24.939	86.032	890
<b>Summe Forschungsbereich Gesundheit</b>	<b>446.487</b>	<b>165.596</b>	<b>612.083</b>	<b>6.047</b>

### Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	288.708	252.027	540.735	4.352
<b>Summe Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr</b>	<b>288.708</b>	<b>252.027</b>	<b>540.735</b>	<b>4.352</b>

### Forschungsbereich Schlüsseltechnologien

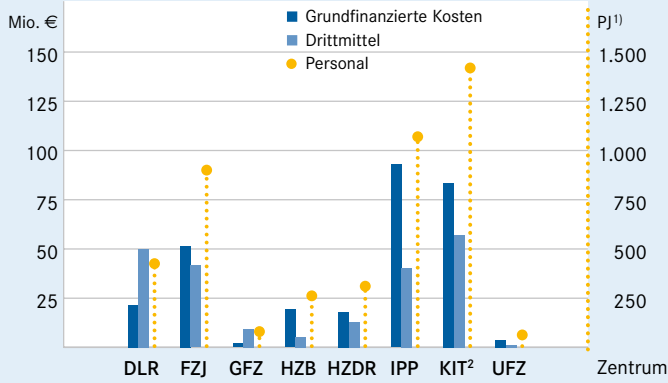
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	81.965	32.557	114.522	1.046
Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG)	21.327	5.404	26.731	248
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) <sup>6)</sup>	88.766	46.682	135.448	1.395
<b>Summe Forschungsbereich Schlüsseltechnologien</b>	<b>192.058</b>	<b>84.643</b>	<b>276.701</b>	<b>2.689</b>

### Forschungsbereich Struktur der Materie

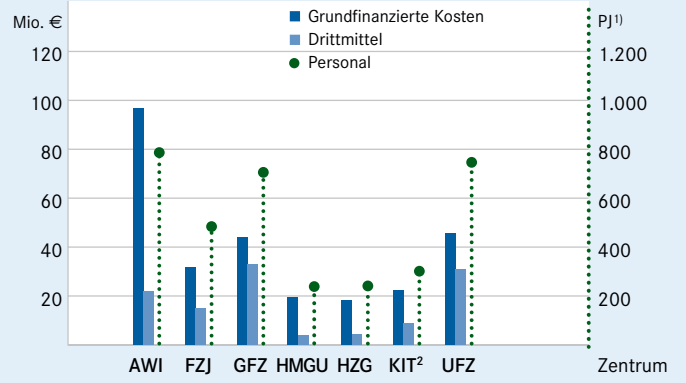
Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY)	205.378	117.909	323.287	1.792
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	48.529	10.340	58.869	476
GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung (GSI)	97.496	14.714	112.210	988
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)	74.166	7.034	81.200	663
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)	34.980	8.345	43.325	413
Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG)	7.149	1.750	8.899	65
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) <sup>6)</sup>	32.761	22.941	55.702	473
<b>Summe Forschungsbereich Struktur der Materie</b>	<b>500.459</b>	<b>183.033</b>	<b>683.492</b>	<b>4.870</b>

<sup>6)</sup>Anteil des Großforschungsbereiches am KIT

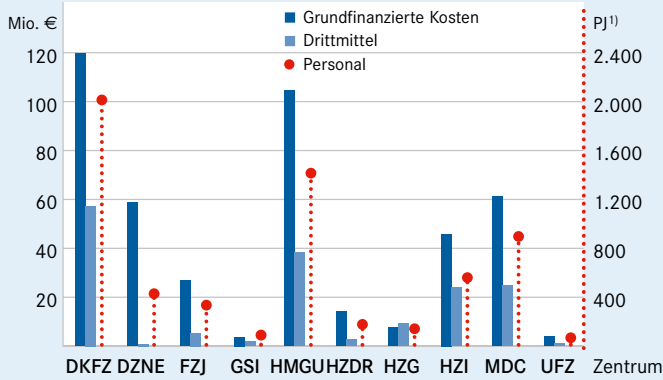
### Forschungsbereich Energie



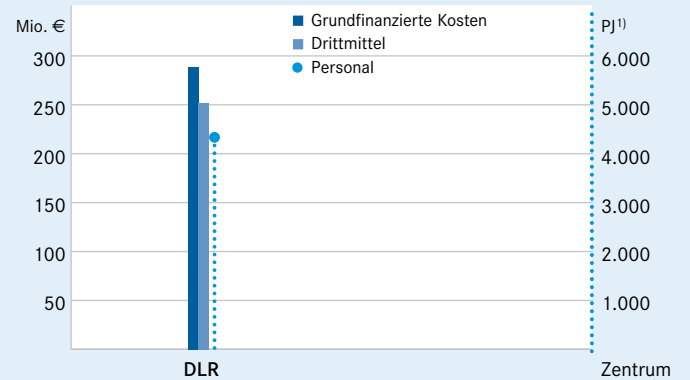
### Forschungsbereich Erde und Umwelt



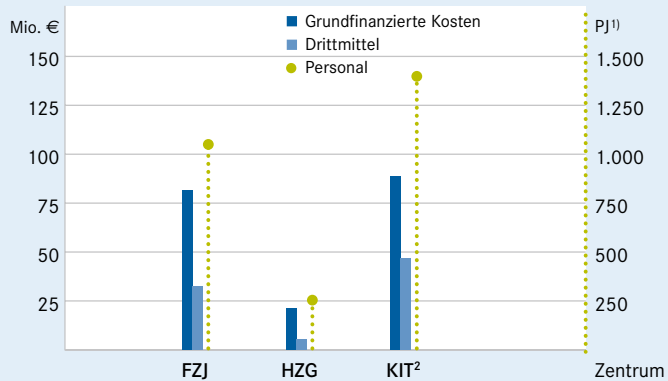
### Forschungsbereich Gesundheit



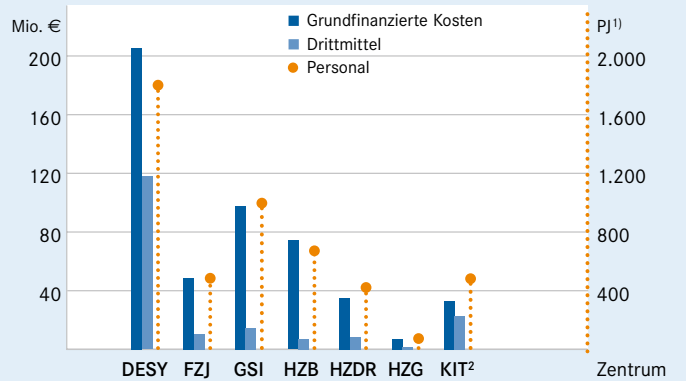
### Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr



### Forschungsbereich Schlüsseltechnologien

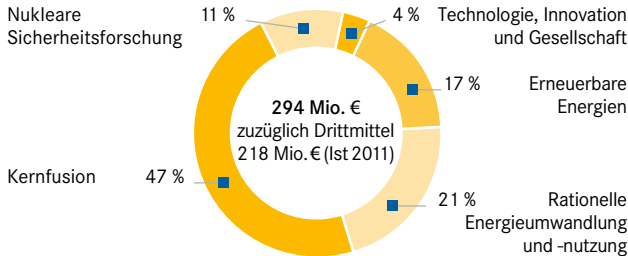


### Forschungsbereich Struktur der Materie



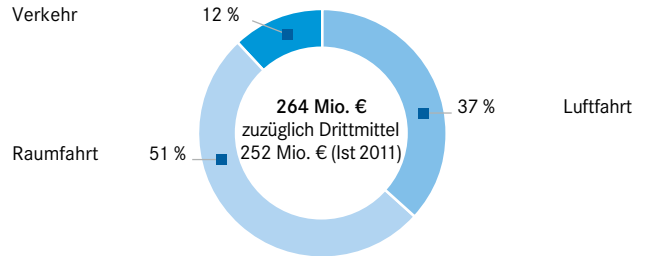
<sup>1)</sup> Personenjahre (Vollzeitäquivalente); <sup>2)</sup> Anteil des Großforschungsbereiches am KIT

**Die Struktur des Forschungsbereichs Energie**  
**Soll-Kosten der Grundfinanzierung 2011: 294 Mio. Euro\***  
 (inkl. der anteiligen programmgebundenen Forschung)



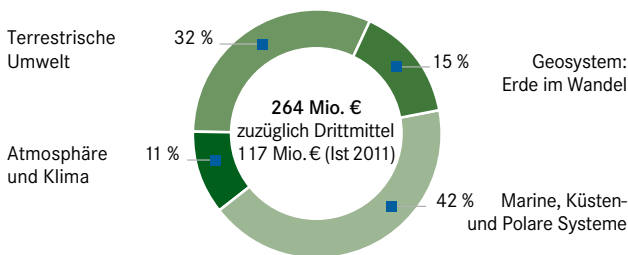
\*Für das HZDR liegen für diesen Forschungsbereich keine Soll-Kosten vor.  
 Zuzüglich der Portfoliomittel i. H.v. 6 Mio. €.

**Die Struktur des Forschungsbereichs Luftfahrt, Raumfahrt, Verkehr**  
**Soll-Kosten der Grundfinanzierung 2011: 264 Mio. Euro\***  
 (inkl. der anteiligen programmgebundenen Forschung)



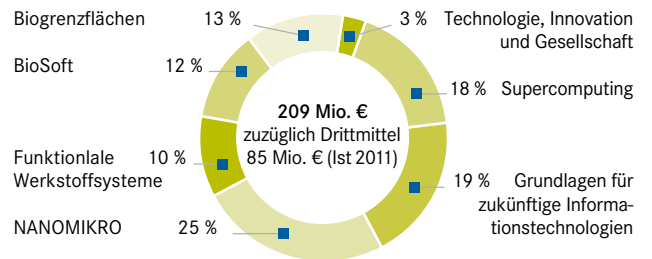
\*Zuzüglich der Portfoliomittel i. H.v. 3 Mio. €.

**Die Struktur des Forschungsbereichs Erde und Umwelt**  
**Soll-Kosten der Grundfinanzierung 2011: 264 Mio. Euro\***  
 (inkl. der anteiligen programmgebundenen Forschung)



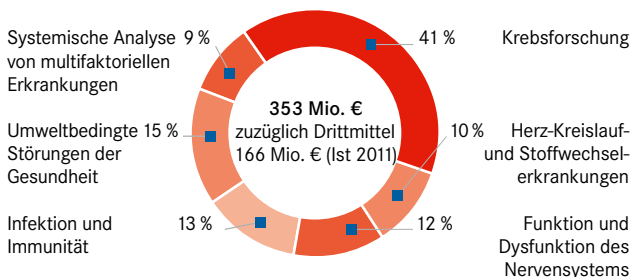
\*Zuzüglich der Portfoliomittel i. H.v. 5 Mio. €.

**Die Struktur des Forschungsbereichs Schlüsseltechnologien**  
**Soll-Kosten der Grundfinanzierung 2011: 209 Mio. Euro\***  
 (inkl. der anteiligen programmgebundenen Forschung)



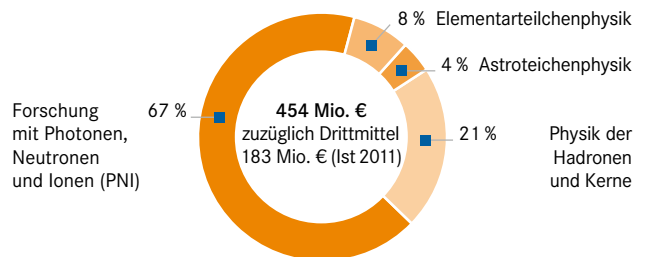
\*Zuzüglich Mittel für das Helmholtz-Institut Ulm in Höhe von 3 Mio. €.  
 Zuzüglich der Portfoliomittel i. H.v. 4 Mio. €.

**Die Struktur des Forschungsbereichs Gesundheit**  
**Soll-Kosten der Grundfinanzierung 2011: 353 Mio. Euro\***  
 (inkl. der anteiligen programmgebundenen Forschung)



\*Zuzüglich des im Aufbau befindlichen Programms „Neurodegenerative Erkrankungen“ des DZNE: 63 Mio. €.  
 Zuzüglich Mittel für den Helmholtz-Anteil an den Deutschen Zentren für Gesundheitsforschung und das Helmholtz-Institut Saarbrücken in Höhe von 33 Mio. €.  
 Für das HZDR liegen für diesen Forschungsbereich keine Soll-Kosten vor.  
 Zuzüglich der Portfoliomittel i. H.v. 4 Mio. €.

**Die Struktur des Forschungsbereichs Struktur der Materie**  
**Soll-Kosten der Grundfinanzierung 2011: 454 Mio. Euro\***  
 (inkl. der anteiligen programmgebundenen Forschung)



\*Für das HZDR liegen für diesen Forschungsbereich keine Soll-Kosten vor.  
 Zuzüglich Mittel für das Helmholtz-Institut Jena und das Helmholtz-Institut Mainz in Höhe von 9 Mio. €.  
 Zuzüglich der Portfoliomittel i. H.v. 3 Mio. €.

# WISSENSCHAFTLICHE PREISE

Als ein Indikator für die wissenschaftliche Exzellenz der Forschung in der Helmholtz-Gemeinschaft gelten wissenschaftliche Preise. Auch im vergangenen Jahr wurden zahlreiche renommierte und wichtige Wissenschaftspreise an Forscherinnen und Forscher aus den Mitgliedszentren verliehen.

**Alfried Krupp-Förderpreis:** Prof. Dr. Christian Koos, KIT; **Deutscher Innovationspreis Medizin der Herbert Worch-Stiftung:** Prof. Dr. Peter Tass, Forschungszentrum Jülich; **ERC Advanced Grant:** Prof. Dr. Gary Lewin, Prof. Dr. Thomas Jentsch, Prof. Dr. Michael Gotthardt, Dr. Jan-Erik Siemens, Dr. Zsuzsanna Izsvák, alle MDC; **ERC Starting Grant:** Dr. Luka Cicin-Sain, HZI, Prof. Dr. Emad Flear Aziz, HZB, Prof. Dr. Michael Boutros, DKFZ, Prof. Dr. Bruno Kyewski, DKFZ, Dr. Andriy Luzhetskyy, HZI, Prof. Dr. Paul Kögerler, FZJ, Dr. Markus Schubert, HZDR; **Forschungspreis der Eva Luise und Horst Köhler Stiftung:** Prof. Dr. Christof von Kalle, DKFZ; **FRP NRW Award:** Dr. Marc von Hobe, Forschungszentrum Jülich; **Gay-Lussac-Humboldtpreis:** Prof. Dr. Volker Schomerus, DESY; **Google Faculty Research Award:** Prof. Dr. Peter Sanders, Dr. Martin Nöllenburg, KIT; **Google Focused Research Award:** Prof. Dr. Dorothea Wagner, Prof. Dr. Peter Sanders, KIT, zusammen mit Prof. Dr. Hannah Bast, Universität Freiburg; **Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis:** Prof. Dr. Nikolaus Rajewsky, MDC, Prof. Dr. Ulf Riebesell, GEOMAR, Prof. Dr. Peter Sanders, KIT; **Hector Forschungspreis:** Prof. Dr. Hilbert von Löhneysen, KIT; **Humboldt-Forschungspreis:** Prof. Dr. Leone Spiccia, KIT, Prof. Dr. Richard Gerard Milner, DESY; **K. J. Zülch-Preis der Gertrud-Reemtsma-Stiftung:** Prof. Dr. Thomas Gasser, DZNE; **Körper-Preis:** Prof. Dr. Stefan Hell, DKFZ; **Landesforschungspreis Baden-Württemberg 2011:** Prof. Dr. Peter Sanders, KIT; **Lautenschläger-Forschungspreis:** Prof. Dr. Joachim Wittbrodt, KIT; **m4-Award:** Prof. Dr. Dolores J. Schendel, Dr. Joel Schick, HMGU; **Mega-Grant der Russischen Regierung:** Prof. Dr. Alexey Ustinov, KIT; **Meyenburg-Preis:** Prof. Dr. Stefan Hell, Dr. Allan Jones, DKFZ; **Potamkin Prize der American Academy of Neurology:** Prof. Dr. Eckhard Mandelkow, Prof. Dr. Eva-Maria Mandelkow, DZNE; **Rapid Response Innovation Award:** Prof. Dr. Peter Tass, Dr. Wassilios Meißner, Forschungszentrum Jülich; **Richtzenhain-Preis:** Prof. Dr. Stephan Herzig, DKFZ; **Staatspreis der Regierung der Russischen Föderation für Errungenschaften in Wissenschaft und Technologie:** Prof. Dr. Boris Sharkov, FAIR; **Tierschutzforschungspreis des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz:** Prof. Dr. Claus-Michael Lehr, Dr. Eva-Maria Collnot, Fransisca Leonard, Helmholtz-Institut für Pharmazeutische Forschung Saarland & Universität des Saarlandes; **Tsungming Tu Award:** Prof. Dr. Harald zur Hausen, DKFZ; **UNESCO-I'Oreal For Women in Science:** Katja Herzog, MDC; **Wilhelm Conrad Röntgen-Preis:** Dr. Tobias Bäuerle, Dr. Allan Jones, DKFZ; **Wolf-Preis für Physik:** Prof. Dr. Knut Urban, Forschungszentrum Jülich, Prof. Dr. Maximilian Haider, KIT; ...

die vollständige Liste der Preise finden Sie unter:

➤ [www.helmholtz.de/preise2012](http://www.helmholtz.de/preise2012)



## ERWIN-SCHRÖDINGER-PREIS 2012

Für die Entwicklung einer neuartigen Prothese, die Querschnittgelähmte mit ihren Hirnsignalen steuern können, haben Prof. Dr. Patrick van der Smagt aus dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt und Prof. Dr. John P. Donoghue, Brown University, USA, den Erwin Schrödinger-Preis 2012 erhalten. Die Kooperation zwischen dem DLR-Institut für Robotik und Mechanik, in dem Patrick van der Smagt forscht, und dem Department of Neuroscience mit Prof. Dr. John P. Donoghue besteht seit mehreren Jahren. Gemeinsam haben sie ein weltweit einmaliges Assistenzsystem für Querschnittgelähmte entwickelt: Dabei kann ein Patient durch Gedanken einen Greifarm steuern. Dafür haben die Forscher eine lernende Software entwickelt, die Signale aus dem Gehirn des Patienten in Steuerungssignale für den Greifarm übersetzt. 2011 gelang es einer Patientin so, mit dem Greifarm einen Strohhalm zum Mund zu führen. Die Patientin, die seit 15 Jahren vom Hals abwärts gelähmt war, konnte damit erstmals seit ihrem Schlaganfall wieder selbstständig trinken. Zur Steuerung des Greifarms musste sie kein aufwändiges Training absolvieren, sondern sich nur vorstellen, ihren eigenen Arm entsprechend zu bewegen. Diese Vorstellung erzeugte Signale im motorischen Kortex des Gehirns. Ein kleines, mit der Brown University entwickeltes Implantat im Schädel der Patientin leitete diese Signale weiter, so dass sie über einen Lernalgorithmus, den die Wissenschaftler ständig weiter optimierten, zu den gewünschten Steuerungsbefehlen verarbeitet werden konnten.

„Besonders wichtig bei den Versuchen ist natürlich, dass der Roboter für die Probandin keine Gefahr darstellt“, betont van der Smagt. Dafür sorgen Sensoren im Roboterarm, die kontinuierlich prüfen, ob ein unerwünschter Kontakt zur Umgebung besteht. Tritt dies ein, greift sofort eine spezielle Programmierung, die den Roboter innerhalb von wenigen Millisekunden nachgiebig und somit „kraftlos“ werden lässt. Diese Entwicklung ist ein technologischer Durchbruch, der international viel Aufmerksamkeit erregt und großes Potenzial besitzt, das Leben von Menschen mit Behinderungen zu erleichtern.

➤ [www.helmholtz.de/schroedingerpreis2012](http://www.helmholtz.de/schroedingerpreis2012)

# GOVERNANCESTRUKTUR DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT



# ORGANE UND ZENTRALE GREMIEN

## PRÄSIDENT

Prof. Dr. Jürgen Mlynek

## VIZEPRÄSIDENTEN

**Wissenschaftlicher Vizepräsident,  
Koordinator für den Forschungsbereich Energie**  
Prof. Dr. Eberhard Umbach, Präsident des Karlsruher Instituts für Technologie

**Wissenschaftlicher Vizepräsident, Koordinator für den Forschungsbereich Erde und Umwelt**  
Prof. Dr. Reinhard F. J. Hüttl, Wissenschaftlicher Vorstand des Helmholtz-Zentrums Potsdam Deutsches GeoForschungszentrum GFZ

**Wissenschaftlicher Vizepräsident,  
Koordinator für den Forschungsbereich Gesundheit**

Prof. Dr. Otmar D. Wiestler, Vorstandsvorsitzender und wissenschaftlicher Stiftungsvorstand des Deutschen Krebsforschungszentrums

**Wissenschaftlicher Vizepräsident,  
Koordinator für den Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr**  
Prof. Dr. Johann-Dietrich Wörner, Vorsitzender des Vorstandes des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt

**Wissenschaftlicher Vizepräsident,  
Koordinator für den Forschungsbereich Schlüsseltechnologien**  
Prof. Dr. Achim Bachem, Vorsitzender des Vorstandes des Forschungszentrums Jülich

**Wissenschaftlicher Vizepräsident,  
Koordinator für den Forschungsbereich Struktur der Materie**  
Prof. Dr. Horst Stöcker, Wissenschaftlicher Geschäftsführer GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung

**Kaufmännischer Vizepräsident**  
Dr. Nikolaus Blum, Kaufmännischer Geschäftsführer des Helmholtz Zentrums München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

**Kaufmännische Vizepräsidentin**  
Dr. Heike Wolke, Verwaltungsdirektorin des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung

## GESCHÄFTSFÜHRER

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. Katharina Kohse-Höinghaus, Universität Bielefeld, Fakultät für Chemie

Prof. Dr. Gerd Litfin, Geschäftsführender Gesellschafter der Arkadien Verwaltungs KG, Göttingen

Prof. Dr. Vera Lüth, SLAC National Accelerator Laboratory, Stanford, USA

Prof. Dr. Volker Josef Mosbrugger, Direktor des Forschungsinstituts und Naturmuseums Senckenberg, Frankfurt a.M.

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

Prof. Dr. Hermann Requardt, Vorstandsmitglied der Siemens AG und CEO des Sektors Healthcare, ehemaliger CTO der Siemens AG und Leiter von Corporate Technology, Erlangen

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

Prof. Dr. Louis Schlapbach, ehemaliger CEO EMPA, ETH-Bereich, Schweiz

Prof. Dr. Ulrich Seiffert, Geschäftsführender Gesellschafter der WiTech Engineering GmbH, Braunschweig

Prof. Dr. Babette Simon, Präsidentin der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

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

### MITGLIEDER DES SENATS EX OFFICIO

Werner Gatzert, Staatssekretär im Bundesministerium der Finanzen, Berlin

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

Anne Ruth Herkes, Staatssekretärin im Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Berlin

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

Michael Kretschmer, Mitglied des Deutschen Bundestages, Berlin

Jens Lattmann, Staatsrat der Behörde für Finanzen der Stadt Hamburg

Prof. Dr. Wolfgang Marquardt, Vorsitzender des Wissenschaftsrates, Köln

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

René Röspe, Mitglied des Deutschen Bundestages, Berlin

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

Prof. Dr. Johanna Wanka, Ministerin für Wissenschaft und Kultur des Landes Niedersachsen, Hannover

### GÄSTE

Prof. Dr. Achim Bachem, Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft, Vorsitzender des Vorstandes des Forschungszentrums Jülich GmbH

Dr. Nikolaus Blum, Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft, Kaufmännischer Geschäftsführer des Helmholtz Zentrums München - Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

Prof. Dr. Thomas Brey, Vorsitzender des Ausschusses der Vorsitzenden der Wissenschaftlich-Technischen Räte, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

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

**Prof. Dr. Horst Hippler**, Präsident der Hochschulrektorenkonferenz, Bonn

**Prof. Dr. Reinhard F. J. Hüttl**, Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft, Wissenschaftlicher Vorstand des Helmholtz-Zentrums Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, Potsdam

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

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

**Prof. Dr. Karl Ulrich Mayer**, Präsident der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz, Berlin

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

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

**Prof. Dr. Andreas Wahner**, Stellvertretender Vorsitzender des Ausschusses der Vorsitzenden der Wissenschaftlich-Technischen Räte, Forschungszentrum Jülich

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

**Dr. Heike Wolke**, Vizepräsidentin der Helmholtz-Gemeinschaft, Verwaltungsdirektorin des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven

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

**Dr. Rolf Zettl**, Geschäftsführer der Helmholtz-Gemeinschaft

## SENATSKOMMISSIONEN

### STÄNDIGE MITGLIEDER\*

#### Forschungsbereich Energie

**Prof. Dr. Thomas Hartkopf**, Leiter Fachgebiet Regenerative Energien, Technische Universität Darmstadt

#### Forschungsbereich Erde und Umwelt

**Prof. Dr. Susanne Crewell**, Institut für Geophysik und Meteorologie, Universität zu Köln

#### Forschungsbereich Gesundheit

**Prof. Dr. Irmgard Sinning**, Direktorin des Biochemie-Zentrums der Universität Heidelberg

#### Forschungsbereich Schlüsseltechnologien

**Prof. Dr. Dieter Jahn**, Senior Vice-President of Science Relations and Innovation Management, BASF Aktiengesellschaft, Ludwigshafen

#### Forschungsbereich Struktur der Materie

**Prof. Dr. Joël Mesot**, Direktor des Paul Scherrer Instituts, Villigen, Schweiz

#### Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr

**Jörg Feustel-Büechl**, ehemaliger Direktor European Space Agency

#### Vertreter des Bundes:

**Ulrich Schüller**, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn

#### Ländervertreter:

**Dr. Heribert Knorr**, Ministerialdirigent, Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst, Baden-Württemberg, Stuttgart

\* Die ständigen Mitglieder gehören allen sechs Senatskommissionen an.

## SENATSKOMMISSION ENERGIE

### Senatsvertreter:

**Prof. Dr. Hermann Requardt**, Vorstandsmitglied der Siemens AG und CEO des Sektors Healthcare, ehemaliger CTO der Siemens AG und Leiter von Corporate Technology, Erlangen

**Prof. Dr. Louis Schlapbach**, ehemaliger CEO EMPA, ETH-Bereich, Schweiz

### Vertreter des Bundes:

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

## SENATSKOMMISSION ERDE UND UMWELT

### Senatsvertreter:

**Prof. Dr. Volker Josef Mosbrugger**, Direktor des Forschungsinstituts und Naturmuseums Senckenberg, Frankfurt a. M.

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

### Vertreter des Bundes:

**Wilfried Kraus**, Ministerialrat, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn

## SENATSKOMMISSION GESUNDHEIT

### Senatsvertreterin/Senatsvertreter:

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

**Prof. Dr. Babette Simon**, Präsidentin der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

### Vertreterin des Bundes:

**Bärbel Brumme-Bothe**, Ministerialdirektorin, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin



# ORGANE UND ZENTRALE GREMIEN

## SENATSKOMMISSION LUFTFAHRT, RAUMFAHRT UND VERKEHR

### Senatsvertreter:

**Prof. Dr. Ulrich Seiffert**, Geschäftsführender  
Gesellschafter, WiTech Engineering GmbH,  
Braunschweig

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

### Vertreter des Bundes:

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

## SENATSKOMMISSION SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN

### Senatsvertreterin/Senatsvertreter:

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

**Prof. Dr. Gerd Litfin**, Geschäftsführender  
Gesellschafter der Arkadien Verwaltungs KG,  
Göttingen

### Vertreter des Bundes:

**Dr. Bernhard Rami**, Bundesministerium für  
Bildung und Forschung, Bonn

## SENATSKOMMISSION STRUKTUR DER MATERIE

### Senatsvertreterin/Senatsvertreter:

**Prof. Dr. Vera Lüth**, SLAC National Accelerator  
Laboratory, Stanford, USA

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

### Vertreterin des Bundes:

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

## 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**, Kaufmännischer Direktor

### Deutsches Krebsforschungszentrum, SdöR\*

**Prof. Dr. Otmar D. Wiestler**,  
Vorstandsvorsitzender und wissenschaftlicher  
Stiftungsvorstand,  
**Prof. 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. (DZNE)

**Prof. Dr. Pierluigi Nicotera**,  
Wissenschaftlicher Vorstand und  
Vorstandsvorsitzender,  
**Ursula Weyrich**, Administrativer Vorstand

### Forschungszentrum Jülich GmbH

**Prof. Dr. Achim Bachem**,  
Vorsitzender des Vorstandes,  
**Karsten Beneke**, Stellvertretender  
Vorsitzender des Vorstandes

### GEOMAR | Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel

**Prof. Dr. Peter M. Herzig**, Direktor,  
**Michael Wagner**, Verwaltungsdirektor

### GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH

**Prof. Dr. Horst Stöcker**,  
Wissenschaftlicher Geschäftsführer,  
**Peter Hassenbach**, Kaufmännischer  
Geschäftsführer

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

**Prof. Dr. Anke Rita Kaysser-Pyzalla**,  
Wissenschaftliche Geschäftsführerin  
**Thomas Frederking**,  
Kaufmännischer Geschäftsführer

### Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e.V.

**Prof. Dr. Roland Sauerbrey**,  
Wissenschaftlicher Direktor,  
**Prof. Dr. Peter Joehnk**, Kaufmännischer Direktor

### Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung GmbH

**Prof. Dr. Dirk Heinz**,  
Wissenschaftlicher Geschäftsführer,  
**Ulf Richter**, Administrativer Geschäftsführer

### Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH

**Prof. Dr. Wolfgang Kaysser**,  
Wissenschaftlicher Geschäftsführer,  
**Michael Ganß**,  
Kaufmännischer Geschäftsführer

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

**Prof. Dr. Günther Wess**,  
Wissenschaftlicher Geschäftsführer,  
**Dr. Nikolaus Blum**,  
Kaufmännischer Geschäftsführer

### Helmholtz-Zentrum Potsdam

### Deutsches GeoForschungszentrum GFZ, SdöR\*

**Prof. Dr. Reinhard F.J. Hüttl**,  
Wissenschaftlicher Vorstand und  
Sprecher des Vorstandes,  
**Dr. Stefan Schwartze**, Administrativer Vorstand

### Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ

**Prof. Dr. Georg Teutsch**,  
Wissenschaftlicher Geschäftsführer,  
**Dr. Heike Graßmann**,  
Administrative Geschäftsführerin

### Karlsruher Institut für Technologie, KdöR\*

**Prof. Dr. Eberhard Umbach**, Präsident,  
**Dr. Elke Luise Barnstedt/Dr. Ulrich Breuer**,  
Administrative Vizepräsidenten

### Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch, SdöR\*

**Prof. Dr. Walter Rosenthal**,  
Vorstandsvorsitzender und wissenschaftlicher  
Stiftungsvorstand,  
**Cornelia Lanz**, Administrativer Vorstand

### Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (assoziiertes Mitglied)

**Prof. Dr. Sibylle Günther**,  
Wissenschaftliche Direktorin,  
**Christina Wenninger-Mrozek**,  
Geschäftsführerin

\*Erklärung der Abkürzungen:

SdöR: Stiftung des öffentlichen Rechts

SdpR: Stiftung des privaten Rechts

KdöR: Körperschaft des öffentlichen Rechts

# STANDORTE DER FORSCHUNGSZENTREN

Helmholtz-Zentrum Geesthacht  
Zentrum für Material- und Küstenforschung  
[www.hzg.de](http://www.hzg.de)

Deutsches  
Elektronen-Synchrotron DESY  
[www.desy.de](http://www.desy.de)

Alfred-Wegener-Institut für  
Polar- und Meeresforschung  
[www.awi.de](http://www.awi.de)

Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt  
Köln (Zentrale)  
[www.DLR.de](http://www.DLR.de)

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

Deutsches Zentrum für Neuro-  
degenerative Erkrankungen (DZNE)  
[www.dzne.de](http://www.dzne.de)

Sitz der Helmholtz-Gemeinschaft  
Geschäftsstelle Bonn  
[www.helmholtz.de](http://www.helmholtz.de)

GSI Helmholtzzentrum für  
Schwerionenforschung  
[www.gsi.de](http://www.gsi.de)

Deutsches  
Krebsforschungszentrum  
[www.dkfz.de](http://www.dkfz.de)

Karlsruher Institut für Technologie  
[www.kit.edu](http://www.kit.edu)

GEOMAR | Helmholtz-Zentrum  
für Ozeanforschung Kiel  
[www.geomar.de](http://www.geomar.de)

Helmholtz-Zentrum für  
Infektionsforschung  
[www.helmholtz-hzi.de](http://www.helmholtz-hzi.de)

Max-Delbrück-Centrum für  
Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch  
[www.mdc-berlin.de](http://www.mdc-berlin.de)

Helmholtz-Geschäftsstelle Berlin  
[www.helmholtz.de](http://www.helmholtz.de)

Helmholtz-Zentrum Berlin für  
Materialien und Energie  
[www.helmholtz-berlin.de](http://www.helmholtz-berlin.de)

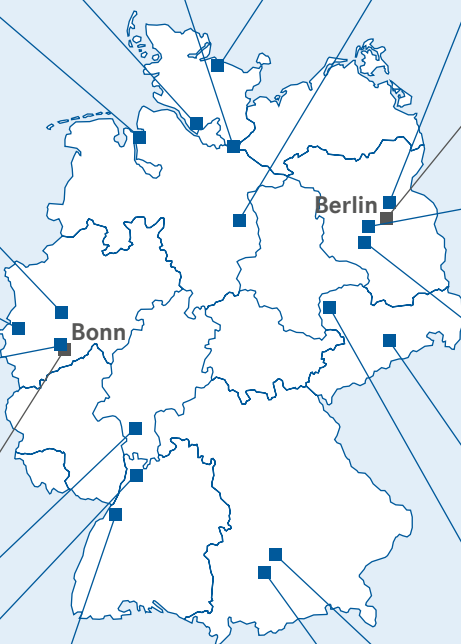
Helmholtz-Zentrum Potsdam  
Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ  
[www.gfz-potsdam.de](http://www.gfz-potsdam.de)

Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf  
[www.hzdr.de](http://www.hzdr.de)

Helmholtz-Zentrum für  
Umweltforschung – UFZ  
Leipzig (Zentrale)  
[www.ufz.de](http://www.ufz.de)

Max-Planck-Institut für Plasmaphysik  
(assoziiertes Mitglied)  
[www.ipp.mpg.de](http://www.ipp.mpg.de)

Helmholtz Zentrum München  
Deutsches Forschungszentrum  
für Gesundheit und Umwelt  
[www.helmholtz-muenchen.de](http://www.helmholtz-muenchen.de)



# MITGLIEDSZENTREN

## ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG

DIREKTORIUM: Prof. Dr. Karin Lochte, Direktorin,  
Dr. Heike Wolke, Verwaltungsdirektorin

Mitglieder des Direktoriums:

Prof. Dr. Ralf Tiedemann, 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, Kaufmännischer Direktor,  
Dr. Reinhard Brinkmann, Direktor des Beschleunigerbereiches,

Prof. Dr. Joachim Mnich, Direktor für den Bereich  
Hochenergiephysik und Astroteilchenphysik,

Prof. Dr. Christian Stegmann, Vertreter des  
Direktoriums in Zeuthen, Prof. Dr. Edgar Weckert,  
Direktor für den Bereich Forschung mit Photonen

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, Vorstandsvorsitzender  
und wissenschaftlicher Stiftungsvorstand,

Prof. 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: Dr. Gerd Gruppe,

Prof. Rolf Henke, Prof. Dr. Hansjörg Dittus,

Prof. Dr. Ulrich Wagner

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 (DZNE)

VORSTAND: Prof. Dr. Dr. Pierluigi Nicotera,

Wissenschaftlicher Vorstand und Vorstandsvorsitzender,

Ursula Weyrich, Administrativer Vorstand

Ludwig-Erhard-Allee 2, 53175 Bonn

Telefon 0228 43302-0, Telefax 0228 43302-279

E-Mail [information@dzne.de](mailto:information@dzne.de), [www.dzne.de](http://www.dzne.de)

## FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH

VORSTAND: Prof. Dr. Achim Bachem,

Vorsitzender des Vorstandes,

Karsten Beneke, Stellvertretender

Vorsitzender des Vorstandes,

Mitglieder des Vorstandes:

Prof. Dr. 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)

## GSI HELMHOLTZZENTRUM FÜR SCHWERIONENFORSCHUNG

GESCHÄFTSFÜHRUNG: Prof. Dr. Horst Stöcker,

Wissenschaftlicher Geschäftsführer,

Peter Hassenbach, Kaufmännischer Geschäftsführer

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)

## GEOMAR | HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR OZEANFORSCHUNG KIEL

DIREKTORIUM: Prof. Dr. Peter M. Herzig, Direktor,

Michael Wagner, Verwaltungsdirektor

Wischhofstraße 1-3, 24148 Kiel

Telefon 0431 600-0, Telefax 0431 600-2805

E-Mail [info@geomar.de](mailto:info@geomar.de), [www.geomar.de](http://www.geomar.de)

## HELMHOLTZ-ZENTRUM BERLIN FÜR MATERIALIEN UND ENERGIE

GESCHÄFTSFÜHRUNG: Prof. Dr. Anke Rita Kaysser-Pyzalla,

Wissenschaftliche Geschäftsführerin,

Thomas Frederking, Kaufmännischer Geschäftsführer

Hahn-Meitner-Platz 1, 14109 Berlin

Telefon 030 8062-0, Telefax 030 8062-42181

E-Mail [info@helmholtz-berlin.de](mailto:info@helmholtz-berlin.de), [www.helmholtz-berlin.de](http://www.helmholtz-berlin.de)

#### **HELMHOLTZ-ZENTRUM DRESDEN-ROSSENDORF**

**VORSTAND:** Prof. Dr. Roland Sauerbrey, Wissenschaftlicher Direktor,  
Prof. Dr. Peter Joehnk, Kaufmännischer Direktor  
Bautzner Landstraße 400, 01328 Dresden  
Telefon: 0351 260-0, Telefax: 0351 269-0461  
E-Mail kontakt@hzdr.de, www.hzdr.de

#### **HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR INFEKTIONSFORSCHUNG**

**GESCHÄFTSFÜHRUNG:** Prof. Dr. Dirk Heinz,  
Wissenschaftlicher Geschäftsführer,  
Ulf Richter, Administrativer Geschäftsführer  
Inhoffenstraße 7, 38124 Braunschweig  
Telefon 0531 6181-0, Telefax 0531 6181-2655  
E-Mail kontakt@helmholtz-hzi.de, www.helmholtz-hzi.de

#### **HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR UMWELTFORSCHUNG – UFZ**

**GESCHÄFTSFÜHRUNG:** Prof. Dr. Georg Teutsch,  
Wissenschaftlicher Geschäftsführer,  
Dr. Heike Graßmann, Administrative Geschäftsführerin  
Permoserstraße 15, 04318 Leipzig  
Telefon 0341 235-0, Telefax 0341 235-1468  
E-Mail info@ufz.de, www.ufz.de

#### **HELMHOLTZ-ZENTRUM GEESTHACHT ZENTRUM FÜR MATERIAL- UND KÜSTENFORSCHUNG**

**GESCHÄFTSFÜHRUNG:** Prof. Dr. Wolfgang Kayser,  
Wissenschaftlicher Geschäftsführer,  
Michael Ganß, Kaufmännischer Geschäftsführer  
Max-Planck-Straße 1, 21502 Geesthacht  
Telefon 04152 87-0, Telefax 04152 87-1403  
E-Mail presse@hzg.de, www.hzg.de

#### **HELMHOLTZ ZENTRUM MÜNCHEN – DEUTSCHES FORSCHUNGSZENTRUM FÜR GESUNDHEIT UND UMWELT**

**GESCHÄFTSFÜHRUNG:** Prof. Dr. Günther Wess,  
Wissenschaftlicher 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, www.helmholtz-muenchen.de

#### **HELMHOLTZ-ZENTRUM POTSDAM DEUTSCHES GEOFORSCHUNGSZENTRUM GFZ**

**VORSTAND:** Prof. Dr. Reinhard F.J. Hüttl, Wissenschaftlicher  
Vorstand und Sprecher des Vorstands,  
Dr. Stefan Schwartze, Administrativer Vorstand  
Telegrafenberg, 14473 Potsdam  
Telefon 0331 288-0, Telefax 0331 288-1600  
E-Mail presse@gfz-potsdam.de, www.gfz-potsdam.de

#### **KARLSRUHER INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE**

**PRÄSIDIUM:** Prof. Dr. Eberhard Umbach, Präsident  
Vizepräsidenten: Dr. Elke Luise Barnstedt,  
Dr. Ulrich Breuer, Dr. Peter Fritz, Prof. Dr. Detlef Löhe  
Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe; Campus Nord:  
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1  
76344 Eggenstein-Leopoldshafen  
Telefon 0721 608-0, Telefax 0721 608-46123  
E-Mail info@kit.edu, www.kit.edu

#### **MAX-DELBRÜCK-CENTRUM FÜR MOLEKULARE MEDIZIN (MDC) BERLIN-BUCH**

**STIFTUNGSVORSTAND:** Prof. Dr. Walter Rosenthal,  
Vorstandsvorsitzender und wissenschaftlicher Stiftungsvorstand,  
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, www.mdc-berlin.de

#### **MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR PLASMAPHYSIK**

(assoziiertes Mitglied)  
**DIREKTORIUM:** Prof. Dr. Sibylle Günter,  
Wissenschaftliche Direktorin,  
Christina Wenninger-Mrozek, Geschäftsführerin,  
Mitglieder des Direktoriums: Prof. Dr. Thomas Klinger,  
Prof. Dr. Hartmut Zohm  
Boltzmannstraße 2, 85748 Garching  
Telefon 089 3299-01, Telefax 089 3299-2200  
E-Mail info@ipp.mpg.de, www.ipp.mpg.de



[www.helmholtz.de/facebook](http://www.helmholtz.de/facebook)



[www.helmholtz.de/twitter](http://www.helmholtz.de/twitter)



[www.helmholtz.de/youtube](http://www.helmholtz.de/youtube)



[www.helmholtz.de/xing](http://www.helmholtz.de/xing)

[www.helmholtz.de/gb12](http://www.helmholtz.de/gb12)



