HELMHOLTZ INTERNATIONAL – IDEEN FÜR DIE WELT

GESCHÄFTSBERICHT 2008

DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT DEUTSCHER FORSCHUNGSZENTREN

aus den Forschungsbereichen

ENERGIE I ERDE UND UMWELT I GESUNDHEIT
SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN I STRUKTUR DER MATERIE
VERKEHR UND WELTRAUM

HELMHOLTZ
GEMEINSCHAFT

INHALT

HELMHOLTZ INTERNATIONAL – IDEEN FÜR DIE WELT 04
NOBELPREISE 06
BERICHT DES PRÄSIDENTEN 08
INTERNATIONALISIERUNG DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT 12
DIE SECHS FORSCHUNGSBEREICHE 18
Forschungsbereich Energie 20
Aufgabe und Programmstruktur 20
Projekte aus der Forschung 24
Forschungsbereich Erde und Umwelt 28
Aufgabe und Programmstruktur in der Förderperiode 2004–2008 28
Die Programme in der Programmorientierten Förderung 2009–2013 30
Projekte aus der Forschung 34
Forschungsbereich Gesundheit 40
Aufgabe und Programmstruktur in der Förderperiode 2003–2008 40
Die Programme in der Programmorientierten Förderung 2009–2013 44
Projekte aus der Forschung 46
Forschungsbereich Schlüsseltechnologien 54
Aufgabe und Programmstruktur 54
Projekte aus der Forschung 58
Forschungsbereich Struktur der Materie 62
Aufgabe und Programmstruktur 62
Projekte aus der Forschung 66
Forschungsbereich Verkehr und Weltraum 72
Aufgabe und Programmstruktur in der Förderperiode 2003–2008 72
Die Programme in der Programmorientierten Förderung 2009–2013 76
Projekte aus der Forschung 78
ERWIN SCHRÖDINGER-PREIS 2008 82
MENSCHEN UND MITTEL 84
Partner des Pakts für Forschung und Innovation 86
Überblick über die Helmholtz-Gemeinschaft 90
Leistungsbilanz 90
Programmorientierte Förderung 93
Kosten und Personal 2007 94
Zweite Runde der Programmorientierten Förderung 2009–2013 97
Organe und zentrale Gremien 98
Senatskommissionen 100
Wissenschaftliche Preise für Forscherinnen und Forscher 102
Die Governancestruktur der Helmholtz-Gemeinschaft 104
Die Standorte der Forschungszentren 105
Die Mitgliedszentren der Helmholtz-Gemeinschaft 106

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

Kommunikation und Medien
Geschäftsstelle Berlin
Anna-Louisa-Karsch-Straße 2, 10178 Berlin
Telefon 030-206329-57, Telefax 030-206329-60
E-Mail info@helmholtz.de, www.helmholtz.de

V.i.S.d.P.
Thomas Gazlig

Redaktion
Dr. Angela Bittner (Projektleitung)
Dr. Antonia Rötger (Wissenschaftliche Redaktion)
Autorenkürzel: arö

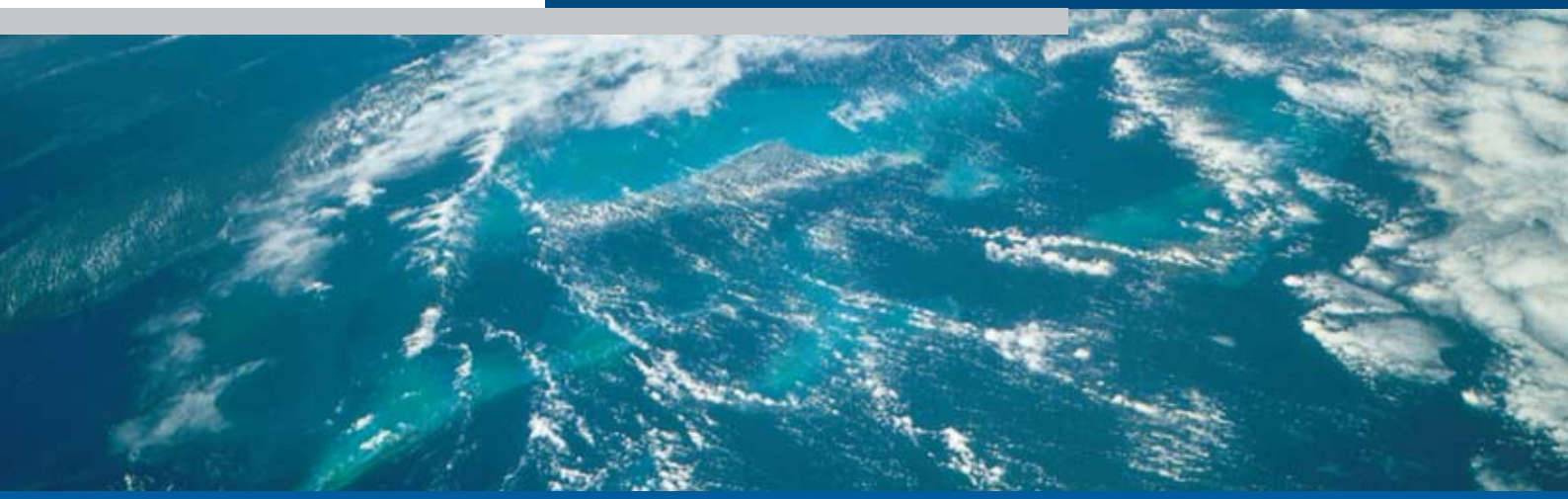
Bildnachweise
Titelbild: mauritius images/strandperle (Atomium Brüssel) und Forschergruppe von Prof. Dr. Thomas Sommer, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch/ D. Ausserhofer;
Seite 4: Helmholtz-Gemeinschaft/D. Ausserhofer;
Seite 18: Helmholtz-Gemeinschaft/DESY/F. Bierstedt;
Seite 84: Helmholtz-Gemeinschaft/FZK/F. Bierstedt
Im wissenschaftlichen Geschäftsberichtsteil und bei den abstrakten Forschungsbildern finden Sie den Bildnachweis direkt am Bild.

Grafiken und Gestaltung
noldt-design, Düsseldorf

Druckerei
H. Heenemann, Berlin

Druck
7.500 Exemplare

Stand: Oktober 2008 · ISSN 1865-6439



BLICK AUS DEM WELTRAUM AUF DIE ERDE. Bild: DLR/D2-Mission

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

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

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

Das ist unsere Mission.

PROFESSOR DR. JÜRGEN MLYNEK
Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft

HELMHOLTZ INTERNATIONAL – IDEEN FÜR DIE WELT

Liebe Leserin, lieber Leser,

welch große Freude: Der diesjährige Nobelpreis für Medizin wird Harald zur Hausen verliehen, und 2007 ist Peter Grünberg mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnet worden. Unser herzlicher Glückwunsch geht an die Preisträger, die großartige Entdeckungen gemacht haben. Für die Zukunft bedeuten diese Erfolge aber auch die Verpflichtung zu weiteren Höchstleistungen, die wir gern eingehen. Eine Voraussetzung dafür ist die weitere Vernetzung mit internationalen Partnern aus aller Welt. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben seit jeher mit Kollegen aus der ganzen Welt zusammengearbeitet, ihre Ideen und Verfahren gegenseitig geprüft und gemeinsam fortentwickelt. Dieser Austausch, der die Qualität der Forschung sichert und steigert, ist heute wichtiger als je zuvor, denn auch in der Wirtschaft und Politik wird zunehmend global gedacht und gehandelt. Einerseits stehen wir im Wettbewerb mit der ganzen Welt um Rohstoffe, Märkte und Talente. Andererseits stehen wir vor großen und drängenden Problemen wie dem Klimawandel, die wir nicht im Alleingang lösen können. Auch die Versorgung einer noch immer wachsenden Weltbevölkerung mit Nahrung, Wasser und Energie sind Fragen, die uns alle angehen. Und die steigende Lebenserwartung der Menschen stellt die Gesundheitsforschung weltweit vor neue Aufgaben.
Deshalb steht unser Geschäftsbericht in diesem Jahr unter dem Motto „Helmholtz International: Forschung in Deutschland – Ideen für die Welt“. Dies greift das Spannungsfeld zwischen Wettbewerb und Kooperation auf, in dem sich Forschung seit jeher bewegt, das aber auch zunehmend die modernen wissensbasierten Gesellschaften kennzeichnet.
Lesen Sie, welche groß angelegten Kooperationen die Helmholtz-Gemeinschaft federführend koordiniert und wo wir uns in Zukunft noch stärker engagieren werden. Außerdem stellen wir aus jedem Forschungsbereich einige Forschungsprojekte vor, die in internationaler Zusammenarbeit vorangetrieben werden.
Wir unterrichten in diesem Geschäftsbericht auch über die Ergebnisse der Begutachtungen im Rahmen der Programmorientierten Förderung. Mit diesem Instrument vergeben wir als einzige Forschungsorganisation in Deutschland alle Mittel in einem transparenten, wettbewerblichen Verfahren nach den Kriterien wissenschaftlicher Exzellenz und strategischer Relevanz, um unserem Auftrag gerecht zu werden: mit Spitzenforschung unsere Zukunft sichern.
Wir brauchen exzellente Forschung. Nicht nur, um im globalen Wettbewerb zu bestehen und unseren Wohlstand zu sichern, sondern auch, um unseren Beitrag zur Zukunftssicherung zu leisten, in Deutschland, in Europa und in der ganzen Welt.

Professor Dr. Jürgen Mlynek

NOBELPREIS FÜR PHYSIK 2007 AN PETER GRÜNBERG

MP3-Spieler im Kleinformat und Mininotebooks mit Festplatten von 80 Gigabyte sind heute als Massengüter auf dem Markt. Die Kapazität von magnetischen Speichern hat sich enorm vergrößert, seitdem es Leseköpfe gibt, die einen besonderen Effekt nutzen, so dass dichter gepackte Daten ausgelesen werden können. Möglich macht dies eine Entdeckung aus der Grundlagenforschung, für die der Helmholtz-Forscher Professor Dr. Peter Grünberg vom Forschungszentrum Jülich 2007 mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnet wurde. Grünberg teilte sich die Auszeichnung mit seinem französischen Kollegen Professor Dr. Albert Fert (Universität Paris-Süd), beide Wissenschaftler hatten unabhängig voneinander im Jahr 1988 den Riesenmagnetwiderstandseffekt in Stapeln dünner Schichten aus magnetischen und nichtmagnetischen Materialien entdeckt. Dieser Effekt, der auf Englisch „Giant-Magneto-Resistance“ oder GMR-Effekt genannt wird, wird heute in praktisch allen Leseköpfen für magnetische Speichermedien genutzt. Mittlerweile wurden über fünf Milliarden Leseköpfe hergestellt: statistisch gesehen für jeden Erdenbürger einer.
Ende der 80er Jahre entdeckte Peter Grünberg, dass der elektrische Widerstand von dünnen „Sandwiches“ aus Eisen- und Chrom-Schichten sich durch äußere Magnetfelder drastisch ändert. Der Effekt beruht auf der quantenmechanischen Kopplung der Elektronen-Spins in den unterschiedlichen Materialschichten. Grünberg erkannte schnell, dass diese Beobachtung nicht nur für die Forschung interessant war, sondern auch für die Computerindustrie, wo man Daten immer kompakter auf Festplatten packen wollte: Alle Daten werden auf engstem Raum in Form von winzigen Bereichen unterschiedlicher Magnetisierung auf dem Speichermedium gespeichert. Ein Sensor, der dem GMR-Effekt nutzt, registriert diese kleinen Unterschiede als große messbare Änderung und arbeitet daher hochempfindlich. Selbst dicht beschriebene Festplatten kann er problemlos auslesen. Trotz gleichgebliebener Größe vervielfachte sich dadurch die Speicherkapazität.
Peter Grünberg setzte sich dafür ein, die Industrie für die Umsetzung seiner Entdeckung zu gewinnen, und bereits 1997 kam der erste GMR-Lesekopf für Computerfestplatten auf den Markt. Der GMR-Effekt bescherte dem Forschungszentrum Jülich als Patentinhaber Einnahmen in zweistelliger Millionenhöhe. Außerdem begründeten Fert und Grünberg mit ihren Einsichten in das Verhalten magnetischer Schichtstrukturen das neue Forschungsgebiet Spintronik, das den quantenmechanischen Spin der Elektronen für die Mikro- und Nanoelektronik nutzbar macht.

Professor Dr. h.c. mult. **PETER GRÜNBERG** wurde 1939 in Pilsen (jetzt Tschechische Republik) geboren. Nach der Promotion in Darmstadt und einem dreijährigen Forschungsaufenthalt in Kanada arbeitet er seit 1972 als Wissenschaftler beim Forschungszentrum Jülich, wo er auch nach seiner Emeritierung weiter forscht. Für seine Arbeit hat er bereits zahlreiche international renommierte Preise erhalten: 1998 wurde er mit dem Zukunftspreis des Bundespräsidenten ausgezeichnet und 2006 zum „Europäischen Erfinder des Jahres“ gekürt. 2007 erhielt er die Stern-Gerlach-Medaille der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, den israelischen Wolf-Preis, den Japan-Preis in der Kategorie „Innovationen durch Grundlagenforschung“ und bekam die erste Helmholtz-Professur vom Forschungszentrum Jülich verliehen. Im Jahr 2008 wurde Grünberg mit dem Großen Verdienstkreuz der Bundesrepublik Deutschland geehrt.

NOBELPREIS FÜR MEDIZIN 2008 AN HARALD ZUR HAUSEN

Rund 500.000 Frauen erkranken weltweit jährlich an Gebärmutterhalskrebs, der durch bestimmte Typen der Warzenviren ausgelöst wird. Für diese Erkenntnis geht im Jahr 2008 der Nobelpreis für Medizin an Professor Dr. Harald zur Hausen vom Deutschen Krebsforschungszentrum, das zur Helmholtz-Gemeinschaft gehört. Zur Hausen hat damit die Grundlagen geschaffen, um einen Impfstoff gegen diese dritthäufigste Krebserkrankung bei Frauen zu entwickeln. Er erhält die eine Hälfte des Nobelpreises, die andere geht an Françoise Barré-Sinoussi und Luc Montagnier für die Entdeckung des HI-Virus, der die Immunschwächekrankheit AIDS auslöst.
Zur Hausen vermutete bereits vor mehr als dreißig Jahren einen Zusammenhang zwischen Infektionen mit humanen Papilloma-Viren und Gebärmutterhalskrebs. „In alten medizinischen Dokumenten hatte ich entdeckt, dass gutartige Genitalwarzen in seltenen Fällen zu Krebs entarten. Das brachte mich auf den Gedanken, dass die Warzenviren – in der Fachsprache Humane Papillomviren – mit Gebärmutterhalskrebs in Verbindung stehen."
Diese Viren sind sehr verbreitet und werden durch Geschlechtsverkehr übertragen, fast 80 Prozent der Frauen infizieren sich damit im Lauf ihres Lebens. Meistens bleibt dies ohne schwere Folgen. Bei einigen Frauen jedoch führt eine chronische Virenifektion zu Gewebeveränderungen, die über mehrere Stufen in Gebärmutterhalskrebs übergehen.

Zur Hausens Hypothese stieß zunächst in der Fachwelt auf großen Widerspruch. Er arbeitete jedoch unbeirrt daran, diese Idee gründlich zu prüfen. Anfang der 1980er Jahre konnte er mit seiner Arbeitsgruppe erstmals die Virentypen HPV 16 und HPV 18 aus einer Gebärmutterhalskrebsprobe isolieren. Damit war der Beweis gelungen, und in der Krebsforschung begann eine neue Ära. „Uns war schnell klar, dass es möglich sein müsse, einen Impfstoff gegen diese Viren zu entwickeln. Wissenschaftler aus meiner Abteilung, maßgeblich Lutz Gissmann, Matthias Dürst und Jürgen Kleinschmidt, haben zu der heute verfügbaren Vakzine entscheidend beigetragen", erläutert zur Hausen.
Der Impfstoff, der aus der Grundlagenforschung aus zur Hausens Labor hervorging, ist seit kurzem auch in Deutschland zugelassen und kann vor den vier wichtigsten Virentypen schützen, die Gebärmutterhalskrebs auslösen. Inzwischen bezahlen die Krankenkassen die Impfung junger Mädchen. Die Entwicklung dieses Impfstoffs ist ein herausragendes Beispiel für erfolgreichen Technologietransfer aus der Grundlagenforschung, den zur Hausen immer mit großem Einsatz gefördert hat. „Wir haben noch genügend Herausforderungen vor uns. Der Impfstoff ist heute deutlich zu teuer, gerade für die Entwicklungsländer, die ihn am dringendsten benötigen. Mit neuen molekularbiologischen Techniken kann man möglicherweise eine günstigere Vakzine produzieren. Außerdem sollte der Impfschutz auf alle Hochrisikotypen des HPV ausgedehnt werden."

Professor Dr. Dr. h.c. mult. **HARALD ZUR HAUSEN** wurde 1936 geboren und studierte Medizin. Nach verschiedenen Stationen in Deutschland und den USA als Professor für Virologie war zur Hausen von 1983 bis 2003 Vorsitzender und Wissenschaftliches Mitglied des Stiftungsvorstands des Deutschen Krebsforschungszentrums (DKFZ). Unter zur Hausens Führung erweiterte das Krebsforschungszentrum seine Zusammenarbeit mit Universitätskliniken: Die Klinischen Kooperationseinheiten sichern die Verzahnung von Grundlagenforschung und klinischer Medizin, um Forschungsergebnisse so schnell wie möglich in die Praxis zu übertragen. Harald zur Hausen wurde bereits mit zahlreichen Preisen ausgezeichnet, darunter der Prince Mahidol Award 2006 oder der Deutsche Krebshilfe Preis 2007. Außerdem wurde er für seine Verdienste mit dem Großen Verdienstkreuz der Bundesrepublik Deutschland geehrt.

BERICHT DES PRÄSIDENTEN

FORSCHUNG ZWISCHEN WETTBEWERB UND KOOPERATION

Spitzenforschung braucht den Wettbewerb. Alle fünf Jahre garantiert eine internationale Begutachtung unsere ständige Weiterentwicklung und Leistungsfähigkeit. Insgesamt 169 Experten haben im Jahr 2008 die Weichen für die Forschungsbereiche „Erde und Umwelt“, „Gesundheit“ und „Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr“ mit einer Grundfinanzierung von jährlich 800 Millionen Euro gestellt.

Große Höhepunkte waren die beiden Nobelpreise, die 2007 und 2008 an Helmholtz-Forscher gingen: 2007 erhielt Peter Grünberg aus dem Forschungszentrum Jülich den Nobelpreis für Physik, und jetzt, gerade ein Jahr später, wird der Virenforscher Harald zur Hausen aus dem Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg mit dem Nobelpreis für Medizin ausgezeichnet. Die beiden Wissenschaftler haben eine Gemeinsamkeit: Sie haben selbst als Erste gesehen, dass ihre Erkenntnisse aus jahrelanger Grundlagenforschung zu neuen Anwendungen führen. Der Physiker Grünberg entdeckte den Riesenmagnetwiderstands-Effekt, der inzwischen in praktisch jedem Schreib-Lesekopf für Festplatten genutzt wird, da sich dadurch die Speicherkapazität enorm erhöht. Zur Hausen deckte den Zusammenhang zwischen Infektionen mit humanen Papillomviren und Gebärmutterhalskrebs auf und ermöglichte dadurch die Entwicklung eines Impfstoffs gegen Gebärmutterhalskrebs, der seit kurzem auf dem Markt ist.

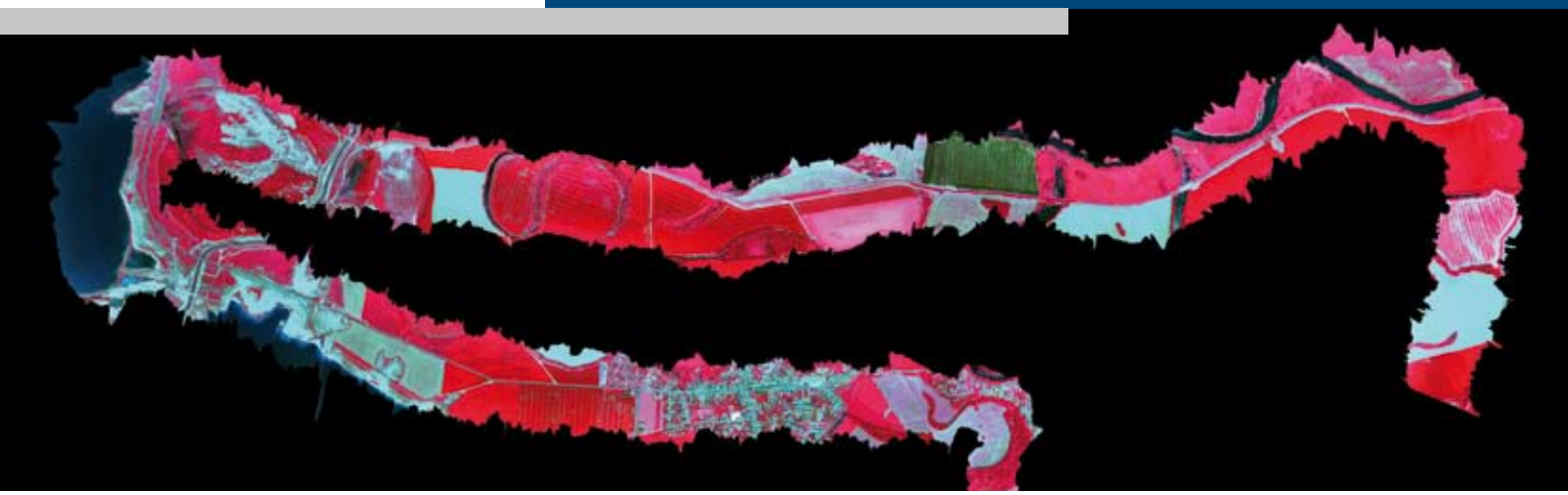
Diese Erfolge kommen nicht von ungefähr, sie basieren auf Kreativität und Hartnäckigkeit von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern. Sie werden aber auch durch ein optimales Arbeitsumfeld ermöglicht, durch große Infrastrukturen und Technologieplattformen und ein Forschungsmanagement, das gleichzeitig langfristige Ziele setzt und Freiräume schafft. Als größte Forschungsorganisation in Deutschland haben wir einerseits besondere Möglichkeiten, stehen aber auch in der Verantwortung, unsere Ressourcen so effektiv wie möglich einzusetzen. Daher vergeben wir unsere Mittel im wettbewerblichen Verfahren der Programmorientierten Förderung, dem sich die Forschungsbereiche alle fünf Jahre stellen. International besetzte Gremien aus unabhängigen Experten bewerten die Leistungen der einzelnen Programme nach wissenschaftlicher Exzellenz und strategischer Relevanz.

Programmorientierte Förderung

Der Prozess der Programmorientierten Förderung ist Anfang des Jahres 2008 in die zweite Runde gegangen: Dabei wurden die Forschungsbereiche „Erde und Umwelt“, „Gesundheit“ sowie „Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr“ mit einem Gesamtvolumen von 800 Millionen Euro begutachtet. Die insgesamt 169 Gutachter haben die Qualität der 13 Programme im internationalen Vergleich durchgehend als sehr überzeugend und in vielen Forschungsthemen als exzellent bewertet. Die jährlichen Aufwüchse der Forschungsbereiche sind forschungspolitisch durch unsere Zuwendungsgeber vorgegeben und betragen plus 2,8 Prozent im Forschungsbereich Gesundheit (Grundfinanzierung 2009: 327 Millionen Euro), plus 2,6 Prozent in Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr (227* Millionen) und plus 1,9 Prozent in Erde und Umwelt (251 Millionen). Einzelne Themen in den Forschungsbereichen werden nach den Empfehlungen der Gutachter sowie nach ihrer strategischen Relevanz besonders stark vom Aufwuchs profitieren.

Die Programmorientierte Förderung hat maßgeblich dazu beigetragen, die Leistungsfähigkeit der Gemeinschaft zu erhöhen und Klarheit über ihre Stärken und Ziele zu gewinnen. Ein sichtbarer Erfolg sind zum Beispiel programmübergreifende strategische Initiativen. So soll im Forschungsbereich Gesund-

*Nicht berücksichtig sind dabei die erst kürzlich gestarteten Aktivitäten „Raumfahrt-Institut Bremen“ und das „Leistungszentrum Robotik“, für die weitere 22 Millionen Euro zur Verfügung stehen.



LUFTAUFNAHME EINER FLUSSLANDSCHAFT BEI WÖRLITZ IM FALSCHFARBENMODUS, AUFGENOMMEN MIT EINEM HYPERSPEKTRALSENSOR. Foto: Angela Lausch/UFZ

heit die Translationsforschung gefördert und eine Kohortenstudie mit 200.000 Menschen vorbereitet werden, die epidemiologische Studien zu verschiedenen Krankheitsbildern ermöglicht. Im Forschungsbereich Erde und Umwelt ist die Initiative zur Klimaforschung zur Förderung vorgesehen. Die Begutachtungen der Forschungsbereiche Energie, Struktur der Materie sowie Schlüsseltechnologien folgen im Jahr 2009.
Der Prozess der Programmorientierten Förderung wird ständig weiter optimiert. Dies und anderes in gemeinsamer Diskussion zu erreichen, ist ein wichtiges Ziel der Agenda der Helmholtz-Gemeinschaft, die das im Jahr 2007 verabschiedete Strategiepapier konkretisiert.

Die Agenda der Helmholtz-Gemeinschaft

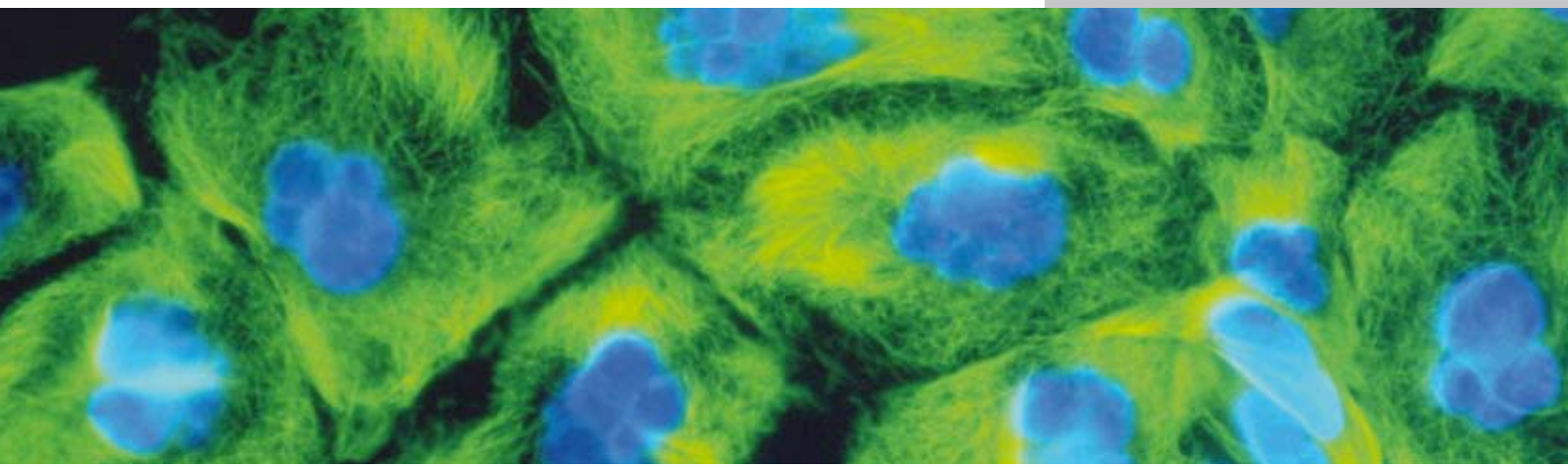
Die Mitgliederversammlung der Helmholtz-Gemeinschaft hat die Arbeit an einer Agenda für das zukünftige Handeln im September 2008 vorerst abgeschlossen. Die darin vereinbarten Ziele sollen auf Ebene der Helmholtz-Zentren umgesetzt werden. Dazu gehören:

- den wissenschaftlichen Nachwuchs fördern,
- allen Mitarbeitergruppen Entwicklungsperspektiven und ein attraktives Arbeitsumfeld bieten,
- strategische Allianzen und Kooperationen mit Hochschulen sowie der Wirtschaft ausbauen,
- den Forschungsraum Europa gestalten und internationale Kooperationen vorantreiben,
- den Wissens- und Technologietransfer verbessern,
- Politik und Gesellschaft kompetent beraten.

Die Agenda wird dazu beitragen, Qualität und Relevanz unserer Forschung weiter zu steigern. Das ist das übergeordnete Ziel. Dafür brauchen wir nicht nur exzellente Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, sondern müssen auch das Management der großen Forschungsprojekte weiter professionalisieren. Seit Herbst 2007 bieten wir mit der Helmholtz-Akademie eine maßgeschneiderte Weiterbildung für Führungskräfte an. Außerdem bringen wir gemeinsam forschungspolitische Initiativen auf den Weg, um die Rahmenbedingungen für die Wissenschaft zu verbessern. Wir brauchen mehr Autonomie und unternehmerische Freiheiten! Mit der Wissenschaftsfreiheits-Initiative und dem Fünf-Punkte-Programm hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung einen Schritt in die richtige Richtung getan, auf diesem Weg müssen wir noch weiter gehen, wenn wir im internationalen Wettbewerb um Talente und Ressourcen bestehen wollen.
Dafür müssen wir auch das Ziel fest im Auge behalten, zu dem sich die Bundesregierung in der Lissabon-Erklärung bekannt hat: Mindestens drei Prozent des Bruttoinlandsprodukts in Forschung und Entwicklung zu investieren. Deshalb brauchen wir auch eine Fortsetzung des gegenwärtigen Paktes für Forschung und Innovation über das Jahr 2011 hinaus. Denn inzwischen haben Steigerungen bei Lohnkosten und Energiepreisen die Spielräume wieder erheblich verengt und gefährden unsere Leistungsfähigkeit. Nur mit einem Pakt II und dem damit verbundenen finanziellen Aufwuchs von mindestens drei Prozent jährlich können wir unsere Leistungen weiter steigern und Freiräume für neue Forschungsarbeiten an gesellschaftlich wichtigen und drängenden Problemen schaffen.
In der Agenda haben wir auch die Positionierung der Helmholtz-Gemeinschaft als starke Wissenschaftsmarke vereinbart. Denn die Bekanntheit der Helmholtz-Gemeinschaft entspricht noch bei weitem nicht ihrer Rolle als größte Forschungsorganisation Deutschlands. Immerhin hat sich unsere Präsenz in den Medien in den vergangenen drei Jahren mehr als versechsfacht, wozu ganz wesentlich die Umbenennungen der Zentren beigetragen haben. Als drittes Zentrum der Helmholtz-Gemeinschaft hat sich die GSF zu Beginn des Jahres 2008 einen neuen Namen gegeben: Helmholtz-Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt. Im Juni verkündeten zwei weitere Forschungszentren ihre Umbenennung: Das GeoForschungsZentrum Potsdam heißt nun Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum – GFZ, und das Hahn-Meitner-Institut nennt sich jetzt Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie. Und im Oktober hat die Gesellschaft für Schwerionenforschung ihre Umbenennung in GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung beschlossen. Damit machen diese großen und bekannten Forschungszentren ihre Zugehörigkeit zur Helmholtz-Gemeinschaft deutlich, unterstreichen ihre wissenschaftliche Ausrichtung und ihre Rolle als nationale Forschungslaboratorien.

Forschungsinfrastrukturen

Alle Helmholtz-Zentren haben große Erfahrung bei Planung, Aufbau und Betrieb von großen Forschungsinfrastrukturen.



MIT DEM NATURSTOFF EPOTHILON BEHANDELTE ZELLEN EINER BEUTELRATTE. Bild:HZI

Dies ist unser Alleinstellungsmerkmal. Die teilweise weltweit einzigartigen Forschungsinfrastrukturen und Technologieplattformen werden zunehmend in internationaler Kooperation aufgebaut. So wurde am Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY der Freie Elektronenlaser FLASH in Betrieb genommen, der intensive Laserlichtpulse liefert. FLASH bereitet auch den Bau des European XFEL vor, der ab dem Jahr 2013 hochintensive und ultrakurze Röntgenblitze mit den Eigenschaften von Laserlicht erzeugen soll. Und mit PETRA III wird am DESY eine neue Synchrotron-Quelle für brillantes, kurzwelliges Röntgenlicht aufgebaut. Auch am Large Hadron Collider in Genf sind Helmholtz-Wissenschaftler maßgeblich beteiligt, in zwei Helmholtz-Allianzen werden die verschiedenen Aktivitäten gebündelt.
Am GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung ist der Aufbau der Facility for Antiproton and Ion Research, kurz FAIR, in vollem Gang. 15 Länder sind daran beteiligt. FAIR nutzt vorhandene Beschleuniger an der GSI als Vorbeschleuniger, um Materie unter Bedingungen zu untersuchen, wie sie kurz nach dem Urknall oder während kosmischer Extremereignisse vorliegen. Mit dem Helmholtz International Center for FAIR, kurz „HIC for FAIR“, entsteht ein neues Forschungszentrum für die Nutzung von FAIR, das gemeinsam vom Land Hessen, universitären Partnern und der Helmholtz-Gemeinschaft finanziert wird.

Erweiterung der Helmholtz-Gemeinschaft

Im Dezember 2007 hat Bundesforschungsministerin Dr. Annette Schavan die Helmholtz-Gemeinschaft beauftragt, die Gründung eines neuen Helmholtz-Zentrums für die Forschung an Demenzerkrankungen in Angriff zu nehmen. Das Helmholtz-Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen wird in Bonn gegründet und mit dem Universitätsklinikum Bonn, der Forschungseinrichtung ceasar, dem Max-Planck-Institut für Altersforschung und der Universität Köln sowie dem Forschungszentrum Jülich kooperieren. Dem Bonner Kernzentrum werden zunächst sechs Partnerstandorte in Göttingen, München, Tübingen, Magdeburg, Witten und Rostock/Greifswald an die Seite gestellt, die an die dortigen Universitäten angegliedert sind. Zudem wird Dresden mit einer Anschubfinanzierung ausgestattet, um künftig Partnerinstitut zu werden. Insgesamt stellen der Bund und die sieben beteiligten Bundesländer rund 66 Millionen Euro pro Jahr dafür zur Verfügung.

Mit dem Helmholtz-Zentrum München als Kern wird außerdem ein Nationales Zentrum für Diabetesforschung aufgebaut. Dafür sollen rund 300 bis 400 Millionen Euro zusätzlich in den kommenden zehn Jahren zur Verfügung stehen.
Auch durch Umstrukturierungen innerhalb der deutschen Wissenschaftslandschaft wird sich die Helmholtz-Gemeinschaft vergrößern. So fusioniert im Januar 2009 das Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB, vormals Hahn-Meitner-Institut) mit der Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotonstrahlung BESSY, die damit aus der Leibniz-Gemeinschaft in die Helmholtz-Gemeinschaft wechselt. Ab dem Jahr 2009 wird das HZB sowohl die Synchrotronstrahlungsquelle BESSY II wie auch die Neutronenquelle BER II betreiben und externen Nutzern den kombinierten Zugang zu ihnen erleichtern. Der Wissenschaftsrat hat außerdem empfohlen, das Forschungszentrum Dresden-Rossendorf (FZD) aus der Leibniz-Gemeinschaft in die Helmholtz-Gemeinschaft zu überführen. Das FZD betreibt die Strahlungsquelle ELBE, ein Ionenstrahlzentrum und ein Hochfeldmagnetlabor und passt damit hervorragend in die Helmholtz-Gemeinschaft.
Wir haben gleichzeitig eine Aufgabe abgegeben, die nicht mehr unserem Auftrag entspricht: Der Betrieb der Schachtanlage Asse, die seit 1995 auf die Schließung vorbereitet wird. Die Asse ist bereits seit Jahren kein Forschungsbergwerk für die Endlagerung radioaktiver Abfälle mehr. Die Bundesanstalt für Strahlenforschung wird als neuer Betreiber die Schließung der Schachtanlage weiterführen und dafür alle 250 Angestellten übernehmen. Denn wir brauchen auch in Zukunft kompetente Fachleute auf diesem Gebiet.

Strategische Partnerschaften

Aber nicht nur Aufbau oder Eingliederung neuer Zentren, auch neue strategische Partnerschaften stärken unsere Leistungsfähigkeit. Im Pakt für Forschung und Innovation haben wir vereinbart, die Vernetzung mit Partnern aus den Universitäten weiter auszubauen (siehe auch S.86/87). Dafür setzen wir auch den Impuls- und Vernetzungsfonds ein. Zum Beispiel fördern wir 87 Virtuelle Institute und sieben Helmholtz-Allianzen. Während die Virtuellen Institute die Zusammenarbeit zwischen Universitäten und Helmholtz-Teams zu punktuellen Fragen rasch und

unbürokratisch unterstützen, sind die Helmholtz-Allianzen groß angelegt. Sie sind mit bis zu 50 Millionen Euro über fünf Jahre ausgestattet und bringen Partner aus Universitäten, Helmholtz-Zentren, Wirtschaft und Forschung an einen Tisch, um sichtbare Fortschritte auf Zukunftsfeldern zu erreichen.
Bei der Exzellenzinitiative hat sich die Helmholtz-Gemeinschaft als Partner der Universitäten bewährt und auch neue Wege der Zusammenarbeit erschlossen: Im Februar 2008 haben sich das Forschungszentrum Karlsruhe und die Universität Karlsruhe zum Karlsruher Institut für Technologie (KIT) zusammengeschlossen. Damit realisieren sie das Zukunftskonzept, mit dem die Universität Karlsruhe in der ersten Runde der Exzellenzinitiative als „Eliteuni“ ausgezeichnet wurde.
In der zweiten Runde der Exzellenzinitiative hat die Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg gemeinsam mit dem Deutschen Krebsforschungszentrum die Allianz „Zentrum für Molekulare Biologie Heidelberg“ (ZMBH) gebildet, die als Zukunftskonzept in der zweiten Runde der Exzellenzinitiative erfolgreich war.
Auch das Forschungszentrum Jülich geht mit der RWTH Aachen mit der Jülich-Aachen Research Alliance (JARA) eine weit reichende Kooperation ein, die Teil des erfolgreichen Zukunftskonzeptes der RWTH ist. Die Allianz ist in drei Forschungsfeldern gestartet: JARA-BRAIN Translational Brain Medicine (Neurowissenschaften), JARA-FIT Fundamentals of Future Information Technology (Informationstechnologie) und JARA-SIM Simulation Sciences (Simulationswissenschaften). Ein viertes Feld wird die Energieforschung sein.
Mit dem Programm „Spitzenforschung und Innovation in den Neuen Ländern“ hat das BMBF ein neues Förderinstrument geschaffen. Von sechs Pilotprojekten entstehen drei mit Helmholtz-Zentren. So haben das Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum – GFZ, und die Technische Universität Cottbus einen Schwerpunkt Geothermie entwickelt, an dem auch Energieforscher aus dem Forschungszentrum Karlsruhe und dem Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie sowie Energieversorger beteiligt sind. Die Technische Universität Dresden wird mit dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ in Leipzig ein Kompetenzzentrum für Wasserforschung gründen. Das Max-Delbrück-Centrum baut mit der Charité Universitätsmedizin Berlin und weiteren Partnern ein Institut für medizinische Systembiologie auf.

Talentmanagement

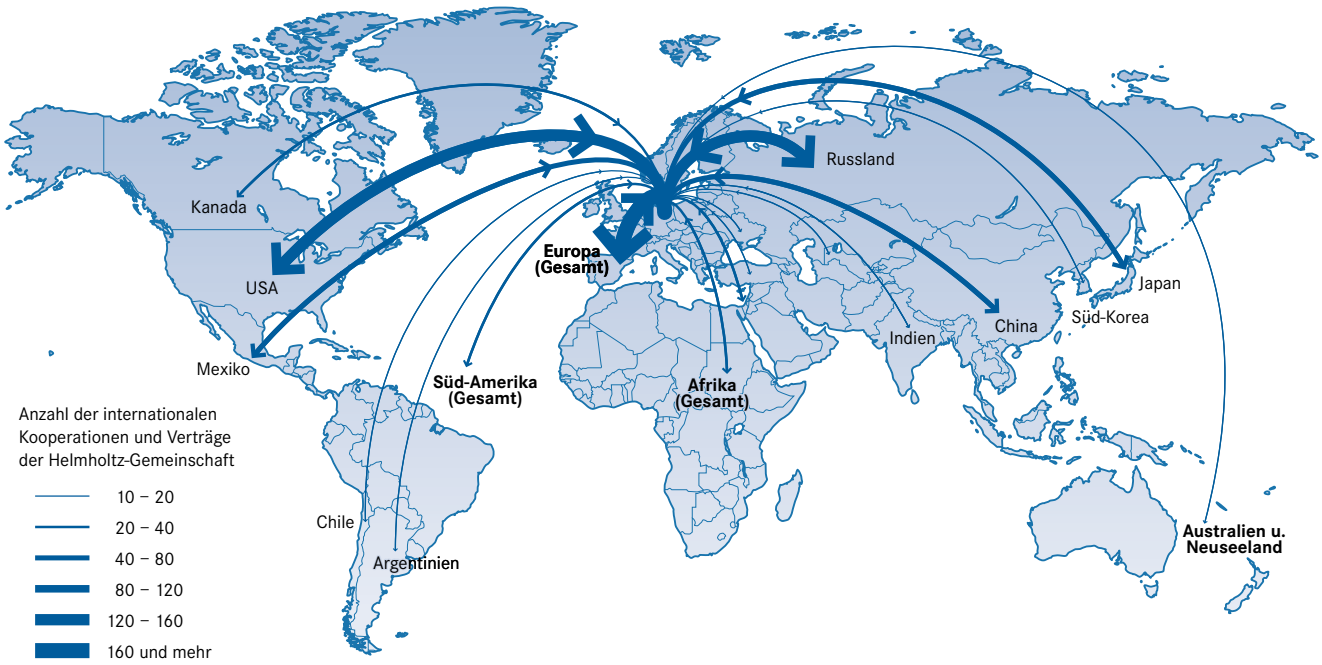
Gemeinsam mit den Universitäten bieten wir Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern Karriereperspektiven an, zum Beispiel als Helmholtz-Nachwuchsgruppenleiter mit der Option auf Festanstellung (Tenure Track). Außerdem bauen wir an allen Helmholtz-Zentren in Zusammenarbeit mit den Universitäten Graduiertenschulen und Helmholtz-Kollegs auf, um den inzwischen über 4.000 Doktorandinnen und Doktoranden an Helmholtz-Zentren eine strukturierte Ausbildung zu ermöglichen. Zukünftige Führungskräfte aus Administration und Wissenschaft können berufsbegleitend ihre Kenntnisse im Wissenschaftsmanagement durch den Besuch der Helmholtz-Akademie vertiefen.
Wir wollen aber auch bei jungen Menschen das Interesse an Forschung und Technik wecken: Die insgesamt 23 Schülerlabore an den Helmholtz-Zentren sind bei Jugendlichen und Lehrern sehr gefragt und empfangen jährlich rund 40.000 Gäste. Sehr erfolgreich ist auch die Initiative „Haus der kleinen Forscher“, die von der Helmholtz-Gemeinschaft gemeinsam mit McKinsey, der Siemens AG und der Dietmar-Hopp-Stiftung angestoßen wurde. Seit Mai 2008 fördert das BMBF unter Schirmherrschaft von Dr. Annette Schavan die Ausbreitung der Initiative mit Bundesmitteln. Inzwischen machen rund 3.000 Kitas mit, bis zum Jahr 2010 soll diese Zahl zunächst auf 10.000 anwachsen. Im weiteren Verlauf sollen alle Vorschulkinder in Deutschland vom spielerischen Kontakt mit Technik und Naturwissenschaft profitieren.

Wir blicken auf ein bewegtes und erfolgreiches Jahr zurück. Dafür danke ich allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, aber auch unseren Ansprechpartnern bei den Zuwendungsgebern, im Bundesministerium für Bildung und Forschung, im Bundesministerium für Wirtschaft und auch in den entsprechenden Ministerien der Länder. Denn wir stehen vor großen Herausforderungen. Nur wenn wir mehr in Forschung und Innovation investieren und wenn wir gleichzeitig unsere Leistungen steigern, können wir uns im internationalen Wettbewerb behaupten. Und nur dann können wir in internationalen Kooperationen unseren Anteil leisten, um die Zukunft zu sichern, hier, aber auch weltweit. Unser Jahresmotto greift dieses Spannungsfeld auf: Helmholtz International: Forschung in Deutschland – Ideen für die Welt.

INTERNATIONALISIERUNG DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

Die Helmholtz-Gemeinschaft trägt mit ihrer Forschung dazu bei, die großen und drängenden Fragen von Staat und Gesellschaft zu lösen. Zur Erfüllung ihrer Mission braucht die Gemeinschaft starke Partner in internationalen Netzwerken. Denn nur in internationaler Zusammenarbeit können heute Systeme hoher Komplexität untersucht, Systemlösungen entwickelt und Erkenntnisse in Anwendungen übersetzt werden. Die Partner in internationalen Netzwerken, so die Überzeugung der Helmholtz-Gemeinschaft, müssen sich einerseits effizient untereinander abstimmen, stehen jedoch gleichzeitig in einem offenen Wettbewerb miteinander. Beide Prinzipien tragen zum Erfolg internationaler Forschungsvorhaben bei. Die Helmholtz-Gemeinschaft sieht sich als Partner der internationalen Forschung, aber auch als Mitgestalter einer international ausgerichteten Forschungspolitik. Die Zentren der Gemeinschaft leisten über ihre Kooperationen in der ganzen Welt und insbesondere über ihre maßgebliche Rolle bei der Koordinierung internationaler Großforschungsprojekte einen wesentlichen Beitrag zum Erhalt und Ausbau des Wissenschaftsstandorts Deutschland.

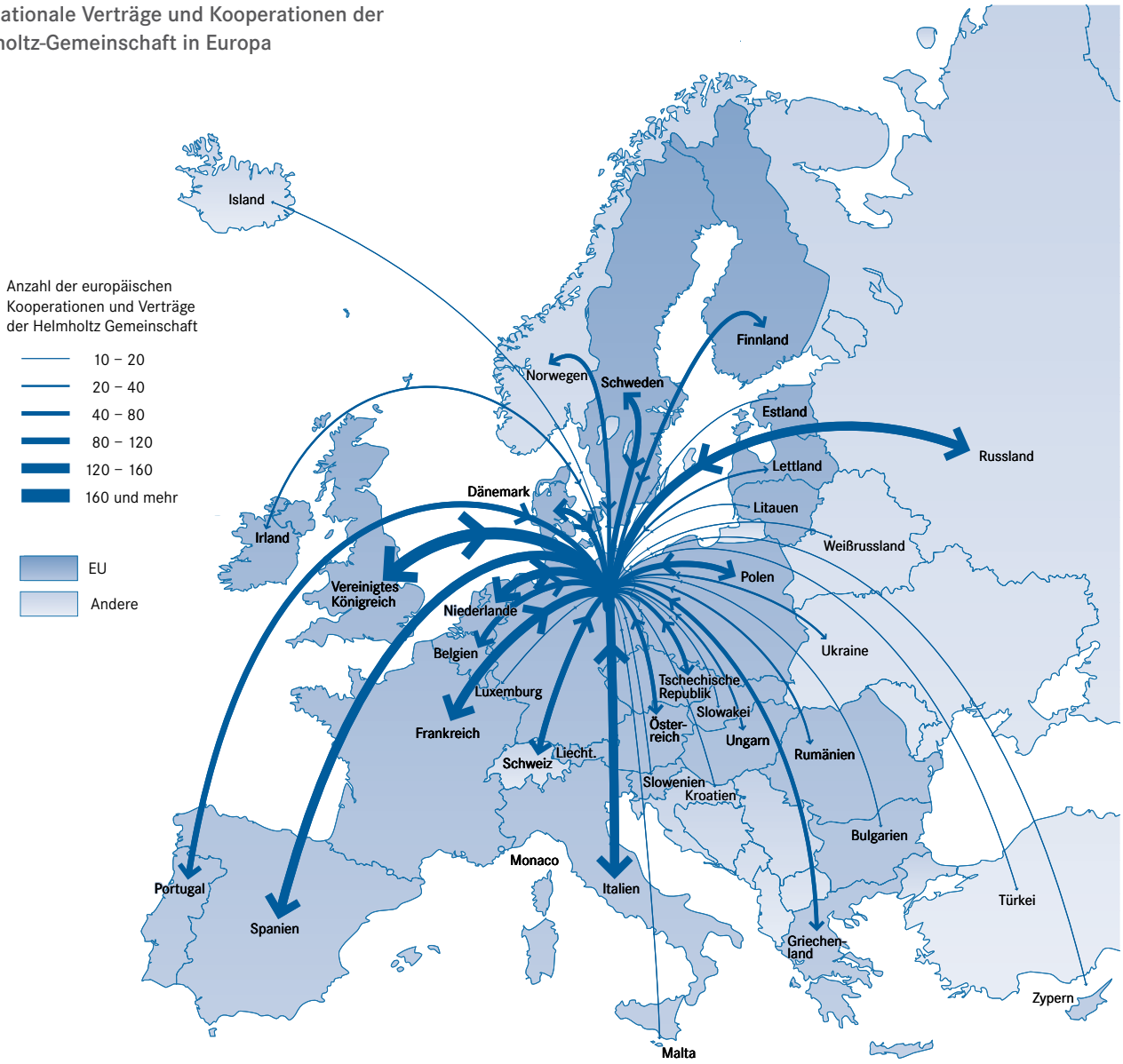
Internationale Verträge und Kooperationen der Helmholtz-Gemeinschaft weltweit



Die Zentren in der Helmholtz-Gemeinschaft unterhalten mit nahezu allen Ländern der Erde über 3.000 wissenschaftliche Verträge und Kooperationen. Schwerpunkte sind die Länder der Europäischen Union, die USA, Russland und China. Die in der Übersicht enthaltenen Angaben stellen die Anzahlen der Kooperationen ins Verhältnis (s. auch S. 13).*

* Durch unterschiedliche zentrenspezifische Zuordnungen (Stand 2007) sind Abweichungen und Fehler möglich, absolute Zahlenangaben können unscharf sein. Die Daten aus dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt sind aufgrund der komplexen Organisationsstruktur nicht detailliert aufgeschlüsselt.

Internationale Verträge und Kooperationen der Helmholtz-Gemeinschaft in Europa



Historisch bedingt sind die wissenschaftlichen Kooperationen mit den Ländern in West- und Mitteleuropa besonders vielfältig und intensiv. In den vergangenen Jahren erlangten beim Ausbau der wissenschaftlichen Beziehungen die neuen EU-Mitgliedsstaaten in Osteuropa und Russland immer größere Bedeutung.*

In internationaler Zusammenarbeit werden heute der Grundlagenforschung mehr Möglichkeiten erschlossen, der intellektuelle Austausch gefördert, aber auch Technologien entwickelt, die sich auf dem Markt bewähren. Ebenso wichtig ist die Mitgestaltung von Standards, die gemeinsame Durchführung von groß angelegten Experimenten und die Nutzung leistungsstarker Infrastruktur. Die Helmholtz-Gemeinschaft strebt danach, die exzellente Forschung und die einzigartigen Forschungsinfrastrukturen der Gemeinschaft international zu platzieren, hervorragende junge und etablierte Forscherinnen und Forscher zu fördern und zu rekrutieren sowie die internationale Sichtbarkeit der Gemeinschaft zu erhöhen.

Beiträge zur Gestaltung des deutschen, europäischen und internationalen Forschungsraums

Die Helmholtz-Gemeinschaft hat sich als Projektführerin internationaler Forschungsvorhaben vielfach bewährt. Dies sind beste Voraussetzungen, um sich als starker Partner in Europa und weltweit noch fester zu verankern. Der Schwerpunkt muss dabei auf Themen liegen, bei denen die Arbeitsteilung einen deutlichen Mehrwert hat und das komplementäre Know-how der internationalen Partner genutzt werden kann. Die Definition von Fokusregionen ist dabei von großer Bedeutung. Für die Helmholtz-Gemeinschaft sind neben den Partnerländern USA, Frankreich und Großbritannien vor allem Indien, Russland und China Zielregionen.
Die Gemeinschaft verfügt zum Beispiel über internationale Förderlinien wie die Helmholtz-Russia Joint Research Groups oder das Doktorandenprogramm mit dem China Scholarship Council, die dies eindrucksvoll belegen. Solche gemeinsam finanzierten Förderprogramme setzen Standards für die zukünftige Gestaltung internationaler Kooperationen. Die Einbindung internationaler Partner in Projekte wie die Helmholtz-Allianzen und die international angelegten Virtuellen Institute sichern die Basis für große internationale Kooperationsprojekte.
In den Diskussionen um den Europäischen Forschungsraum und den Vorbereitungen für das 8. Forschungsrahmenprogramm nimmt der europäische Forschungsraum Gestalt an. Hier wird die Helmholtz-Gemeinschaft auch über ihre Rolle in der Definition der ESFRI-Projekte große Wirkung entfalten können. Weitere Aktivitäten, die die zukünftige Forschung in Europa beeinflussen, sind die Europäischen Technologieplattformen, die gemeinsamen Technologieinitiativen oder das Europäische Technologieinstitut, die Bildung und Innovation stärker verbinden sollen.

Internationale Nachwuchsprogramme in der Helmholtz-Gemeinschaft

Autumn School about Application of Neutrons and Synchrotron Radiation in Engineering Materials Science | Internationales Austauschprogramm Forschungszentrum Jülich-American Nuclear Society | Berlin School on Neutron Scattering | DAAD-Austauschprogramm CAPES (Deutschland-Brasilien) | DAAD-RISE (Research Internships in Science and Engineering) | Deutsch-Französische Summer School Analysis in Art with Radiation | Internationales Doktorandenprogramm Krakau | Internationales Doktorandenprogramm Shanghai | Dubna Summer School | EFDA Goal-Oriented Training Programme | ERCA (Educational Research Center of America) | European Fusion Education Network (FUSENET) | EU-Training-Network BIOCONTROL; COSY und EUROMEMBRANES | German Research School for Simulation Sciences (GRS) | Helmholtz-Russia Joint Research Groups (HRJRG) | Helmholtz-China Scholarship Council Exchange | Helmholtz-DAAD- Stipendienprogramm | Biosoft - International Helmholtz Research School on Biophysics and Soft Matter | Helmholtz International Research School for Infection Biology | Helmholtz Research School for Quark Matter Studies in Heavy Ion Collisions | Helmholtz Interdisciplinary Graduate School for Environmental Research | Helmholtz Graduate School Molecular Cell Biology | Helmholtz International Graduate School of Cancer Research | Helmholtz Graduate School for Polar and Marine Research | Helmholtz Graduate School for Hadron and Ion Research | Helmholtz Graduate School for Infection Research | Helmholtz International Research School in Molecular Neurobiology | Helmholtz International Research School in Translational Cardiovascular and Metabolic Medicine | Helmholtz Space Life Sciences Research School | ESSRES: Helmholtz Earth System Science Research School | German Research School for Simulation Science | International Max Planck Research School „Bounded Plasmas“ | Internationaler Neutronenstreukurs für Studenten | Internationales Sommerstudentenprogramm | MarBEF – LargeNet Workshop on long term ecological observation | MARBEF - Summer School on Diversity and Functioning of Coastal Habitats | Marie-Curie Trainingsnetzwerk HYTRAIN | Projekt der German-Israel-Foundation (GIF) | Helmholtz-Stipendienprogramm Moscow Institute of Physics and Technology MIPT | Summer School on Diversity and Functioning of Coastal Habitats | Summerschool Persistent Pollution des GKSS-Institutes für Küstenforschung

Die besten Köpfe gewinnen

Die internationale Attraktivität der Helmholtz-Gemeinschaft hängt maßgeblich davon ab, wie gut es uns gelingt, begabte junge Menschen an die Forschung heranzuführen, sie in Forschungsprozesse einzubinden, ihre Talente zu fördern, verlässliche Karriereperspektiven für die besten Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler zu bieten und ein attraktives Arbeitsumfeld für international wettbewerbsfähige Spitzenforschung zu schaffen.

Folgende Ziele hat sich die Gemeinschaft gesetzt:

DIE VERBESSERUNG DER RAHMENBEDINGUNGEN FÜR FORSCHUNG IN DEUTSCHLAND

Die Helmholtz-Gemeinschaft setzt sich dafür ein, die Rahmenbedingungen für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu verbessern, zum Beispiel durch Tenure-track-Angebote für den exzellenten wissenschaftlichen Nachwuchs. Die Wissenschaftsorganisationen müssen in die Lage versetzt werden, international konkurrenzfähige Gehälter zu bezahlen und inländischen und ausländischen Spitzenwissenschaftlerinnen und Spitzenwissenschaftlern international attraktive Angebote zu machen. Die Voraussetzungen hierfür müssen einerseits auf politischer Ebene geschaffen werden (zum Beispiel durch den Abbau von Barrieren beim Aufenthaltsrecht, Zugang zum Arbeitsmarkt und soziale Absicherungssysteme), auf der anderen Seite können auch die Zentren selbst die Bedingungen vor Ort verbessern.

DIE INTERNATIONALISIERUNG DER WISSENSCHAFTLICHEN AUSBILDUNG IN DER GEMEINSCHAFT

Die Gemeinschaft weist bereits jetzt einen hohen Internationalisierungsgrad auf: Über 4.500 ausländische Gastwissenschaftler arbeiten an den zum Teil weltweit einzigartigen Forschungsgeräten; Doktoranden, Nachwuchsgruppenleiter sowie etablierte Forscher werden international rekrutiert. Dies wird zukünftig ausgebaut. Insbesondere mit der Einrichtung von

„Das Brüsseler Büro versteht sich als Wegweiser im europäischen Umfeld und bietet Unterstützung zur Entwicklung von Forschungs- und Geschäftsaktivitäten der Helmholtz-Gemeinschaft. Damit trägt die Helmholtz-Gemeinschaft dazu bei, einen europäischen Forschungsraum zu schaffen, der die wissenschaftliche, technologische und wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit Europas erhält und stärkt."

DR. SUSAN KENTNER Leiterin des Büro Brüssel

„Das Büro in Peking vertritt die Interessen der Helmholtz-Gemeinschaft in China. Seine Aufgabe besteht darin, bei der Kontaktaufnahme zu wissenschaftlichen Partnern zu helfen, wissenschaftliche Projekte mit China zu unterstützen und den wissenschaftlichen Austausch zu intensivieren. Ganz konkret bestehen Möglichkeiten beispielweise durch Stipendien oder Projektmittel, chinesischen Wissenschaftlern das Forschen in Deutschland zu erleichtern und deutsche Forscher in China zu unterstützen."

DR. HONG HE Leiter des Büro Peking

„Die Helmholtz-Gemeinschaft hat Russland als einen seiner strategischen Partner gewählt, um sich zusammen in wissenschaftlicher Kooperation den Herausforderungen der Zukunft zu stellen und neue strategische Netzwerke von wissenschaftlicher Exzellenz zu initiieren. Um die Menschen zusammenzubringen und die Programme zu identifizieren, ist das Büro Moskau Ansprechpartner für Helmholtz-Wissenschaftler und russische Forscher zugleich."

DR. BETRAM HEINZE Leiter des Büro Moskau

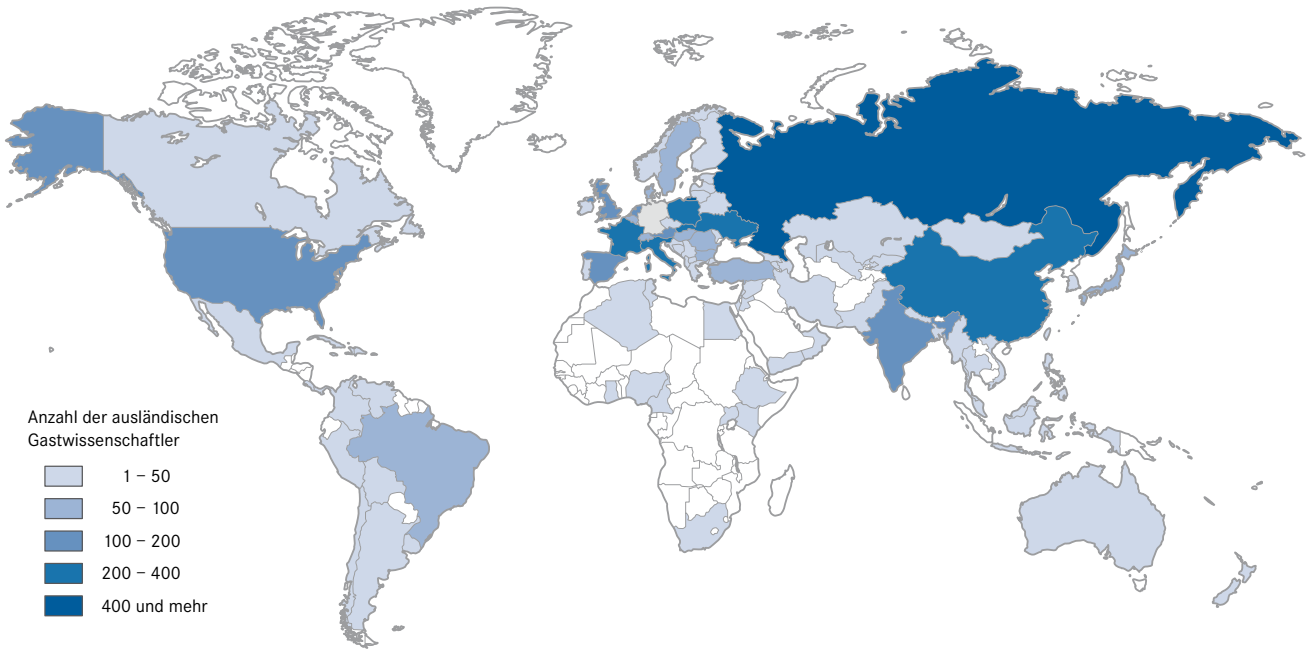
internationalen Kollegs und Graduiertenschulen ist der Helmholtz-Gemeinschaft der Anschluss an internationale Standards in der Doktorandenausbildung gelungen. Arbeitssprache in diesen Einrichtungen ist Englisch, so dass die Plätze attraktiv für Graduierte aus aller Welt sind.

Steigerung der internationalen Sichtbarkeit der Helmholtz-Gemeinschaft

Die Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft sind durch ihre hervorragenden Arbeitsbedingungen, ihre exzellente Forschung und ihre teilweise einzigartigen Forschungsinfrastrukturen weltweit bekannt. Sie führen viele internationale Kooperationen und haben die Konsortienführerschaft in zahlreichen EU-Forschungsprojekten. Der Bekanntheitsgrad der Helmholtz-Gemeinschaft und ihr Einfluss auf der Ebene der Europäischen Union werden über diese Wege weiter gesteigert. Voraussetzung dafür sind die Schaffung und Weiterentwicklung der Marke Helmholtz, die systematische Präsenz in internationalen Gremien über ihre Vorstände und hochrangige Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Gemeinschaft sowie die Definition strategischer Partnerorganisationen[1] und Etablierung internationaler Foresight-Konferenzen.

[1] Organisationen mit ähnlichen Tätigkeits- und Interessenspektrum: CEA, ROSATOM, Chinese Academy of Science; künftig auch Partnerschaftsvereinbarungen mit Einzelinstitutionen wie etwa dem Imperial College, MIT, ETH.

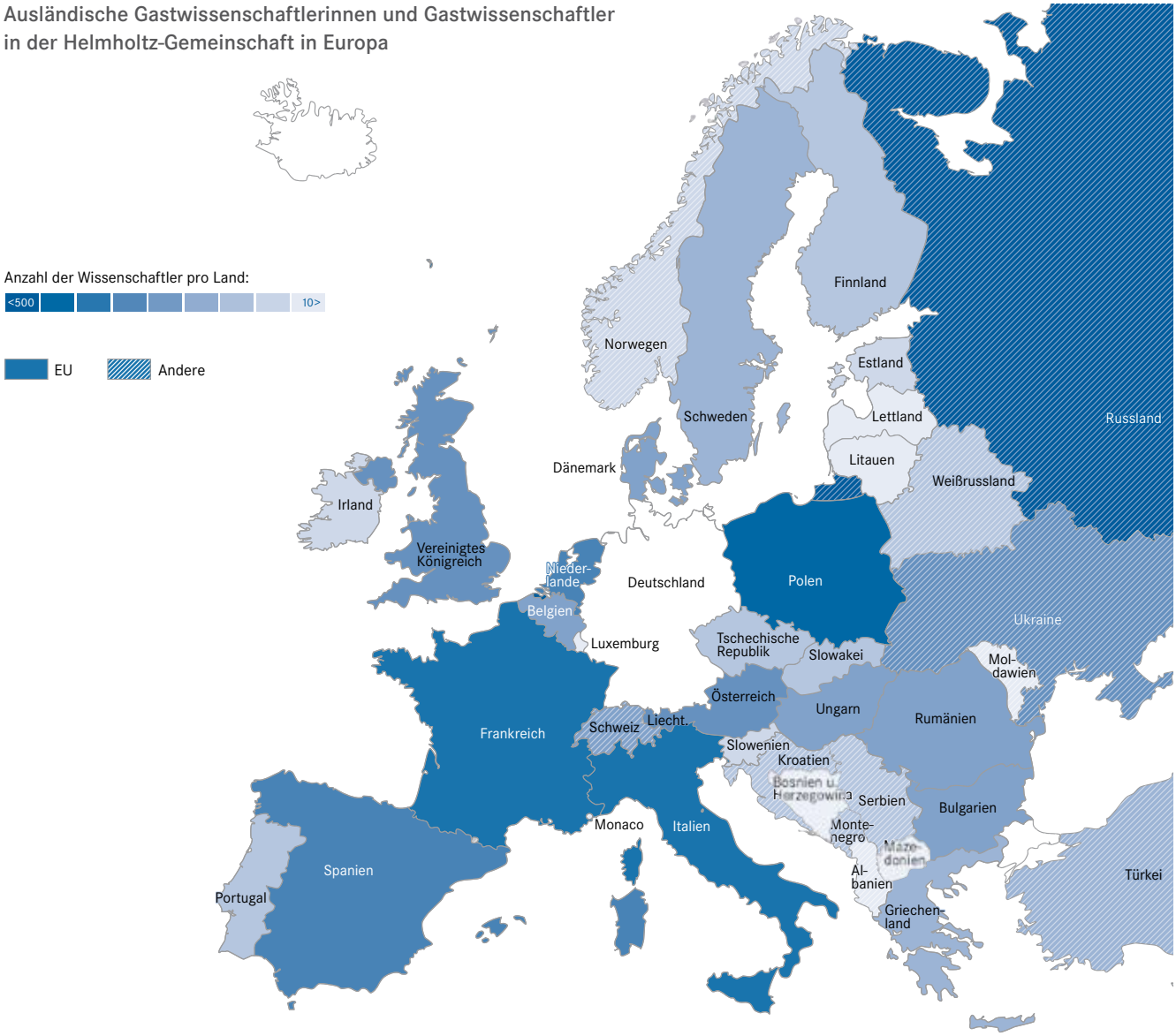
Ausländische Gastwissenschaftlerinnen und Gastwissenschaftler in der Helmholtz-Gemeinschaft



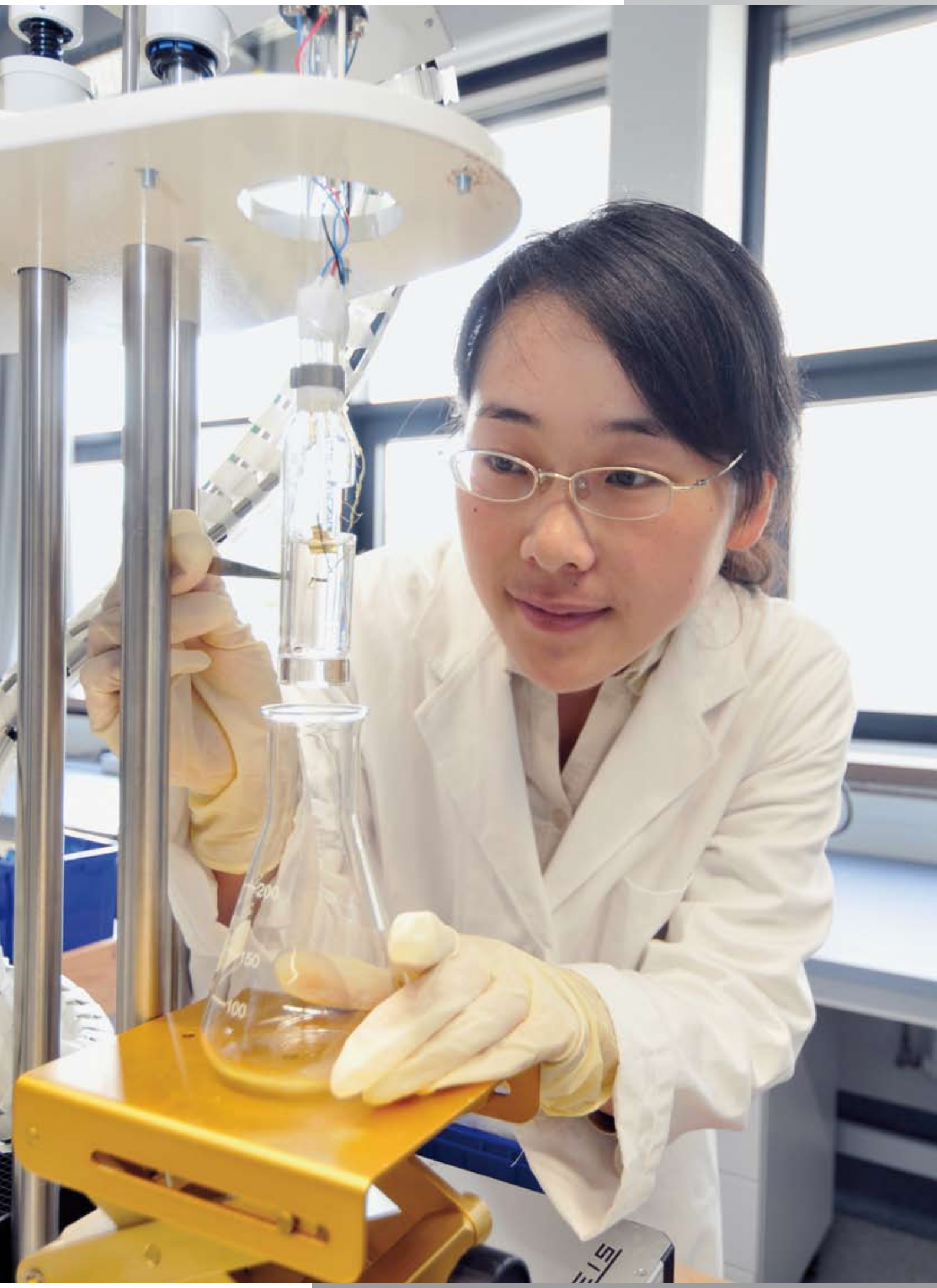
Jedes Jahr forschen rund 4.500 Gastwissenschaftlerinnen und Gastwissenschaftler an den zum Teil weltweit einzigartigen Forschungsinfrastrukturen an den Helmholtz-Zentren. Herkunftsschwerpunkte sind Russland, Polen, China, EU-Länder wie Frankreich und Italien sowie Indien (s. auch S. 17).*

* Siehe Kommentar Seite 12.

Ausländische Gastwissenschaftlerinnen und Gastwissenschaftler in der Helmholtz-Gemeinschaft in Europa



Innerhalb Europas kommen die meisten Gastwissenschaftlerinnen und Gastwissenschaftler aus Russland, Polen, Frankreich, Italien, Spanien und den Niederlande sowie Großbritannien an die 15 Forschungszentren in der Helmholtz-Gemeinschaft.*



FORSCHEN IM INTERNATIONALEN VERBUND

Internationale Zusammenarbeit ist gerade in der Spitzenforschung unverzichtbar. Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten mit Partnern aus der ganzen Welt zusammen, um gemeinsam zur Lösung der großen und drängenden Fragen beizutragen.

FORSCHUNGSBEREICH ENERGIE

DIE AUFGABE

Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Forschungsbereich Energie sehen es als ihre Kernaufgabe an, die langfristige, sichere und wirtschaftliche Energieversorgung mit dem Schutz von Klima, Umwelt und Ressourcen zu vereinbaren. Dieses Ziel beeinflusst sowohl die wissenschaftlichen Fragen in den Projekten als auch die strategische Ausrichtung der Forschung. Diese zielt darauf ab, die Energiebedürfnisse heutiger und künftiger Generationen durch neue Technologien zu stillen, nationale Versorgungsstrategien zu entwickeln, ökonomisch wettbewerbsfähige Innovationen zu ermöglichen und die Entsorgung von Rückständen und Emissionen zu verbessern.
Generell steht die Energieforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft in den kommenden Jahren vor der Aufgabe, durch ihre wissenschaftliche Kompetenz vorhersehbare globale Engpässe in der Energieversorgung vermeidbar zu machen und die künftige Entwicklung der nationalen Wirtschaft mit abzusichern. Wirksame Konzepte für die friedliche und nachhaltige Entwicklung in allen Regionen der Welt sind gefordert.
Mit dieser Zielsetzung loten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unter anderem die Potenziale von erneuerbaren Energiequellen wie Sonnenenergie, Biomasse oder Erdwärme aus. Sie arbeiten verstärkt an der Effizienzsteigerung von konventionellen Kraftwerken und der rationellen Energienutzung. Ein Zeichen für die gesellschaftliche Anerkennung der Erfolge auf diesem Gebiet war die Auszeichnung des DLR und seiner Projektpartner mit dem Descartes-Preis der Europäischen Kommission für das HYDROSOL-Projekt 2007. Dem Projekt war es gelungen, Wasser mit Hilfe von Sonnenenergie in Wasserstoff und Sauerstoff zu spalten – ohne Kohlendioxid-Emissionen.
Die wissenschaftlichen Arbeiten zur Energieerzeugung durch Kernfusion erschließen langfristig eine neue Energiequelle. Dieser Weg ist eine wissenschaftliche und großtechnische Herausforderung, die in internationaler Zusammenarbeit vorangetrieben wird. Schließlich trägt die Helmholtz-Gemeinschaft mit dem weltweit einzigartigen Know-how in der nuklearen Sicherheitsforschung zum sicheren Betrieb von Kernreaktoren sowie zu der Behandlung und Entsorgung der hochradioaktiven Abfälle bei.
Zusätzlich zu den vielfältigen Forschungsaktivitäten gibt es in der Helmholtz Gemeinschaft strukturelle Entwicklungen, die die Energieforschung stärken werden. Der im Exzellenzwettbewerb des Bundes und der Länder erfolgreiche Zusammenschluss zwischen der Universität Karlsruhe und dem Forschungszentrum Karlsruhe zum Karlsruher Institut für Technologie, kurz KIT, hat sich unter anderem zum Ziel gesetzt, das neu gegründete KIT-Zentrum Energie zum führenden europäischen Zentrum in der Energieforschung zu entwickeln. Das Forschungszentrum Jülich und die RWTH Aachen führen in der Sektion JARA-ENERGY der Jülich-Aachen Research Alliance JARA ihre sich ergänzenden Kompetenzen zu einer international wegweisenden Forschungspartnerschaft zusammen, um disziplin- und fachgebietsübergreifend neue Energielösungen zu erarbeiten. Schließlich wird die Solarenergieforschung durch ein vom Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie gemeinsam mit der Industrie und der TU Berlin gegründetes Kompetenzzentrum für Dünnschicht- und Nanotechnologie für Photovoltaik Berlin gestärkt.

Im Rahmen der Programmorientierten Förderung unterziehen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Forschungsbereiches Energie ihre Forschungsergebnisse nach fünf Jahren einer Qualitätskontrolle. Im Begutachtungsprozess mit internationalen Gutachtern wird in der ersten Hälfte des Jahres 2009 die strategische Ausrichtung des Forschungsbereiches und der Programme gemeinsam festgelegt. Zum 1. Januar 2010 tritt der Forschungsbereich dann in die zweite Runde der Programmorientierten Förderung ein.

„Eine nachhaltige Energieversorgung ist noch lange nicht abgesichert. Daher geht es jetzt darum, neue versorgungssichere und klimafreundliche Energiequellen möglichst kostengünstig zu erschließen, fossile und nukleare Energieträger möglichst sicher und sauber zu nutzen und die Energieumwandlung und -nutzung möglichst effizient zu gestalten."

PROF. DR. EBERHARD UMBACH Vizepräsident für den Forschungsbereich Energie, Forschungszentrum Karlsruhe

DIE PROGRAMMSTRUKTUR

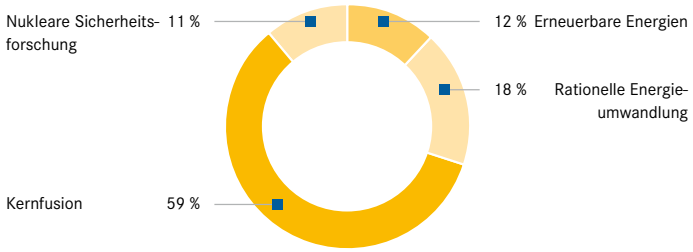
Im Forschungsbereich Energie der Helmholtz-Gemeinschaft wirken derzeit sechs Helmholtz-Zentren zusammen: das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), das Forschungszentrum Karlsruhe (FZK), das Forschungszentrum Jülich (FZJ), das Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB), das Helmholtz-Zentrum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

- Erneuerbare Energien
- Rationelle Energieumwandlung
- Kernfusion
- Nukleare Sicherheitsforschung

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

Die Struktur des Forschungsbereichs Energie
Grundfinanzierte Kosten 2007: 236 Mio. Euro

Zusätzlich erhält der Forschungsbereich Energie 122 Mio. Euro Drittmittel.
Damit stehen ihm Gesamtmittel i.H.v. 358 Mio. Euro zur Verfügung.



DIE PROGRAMME

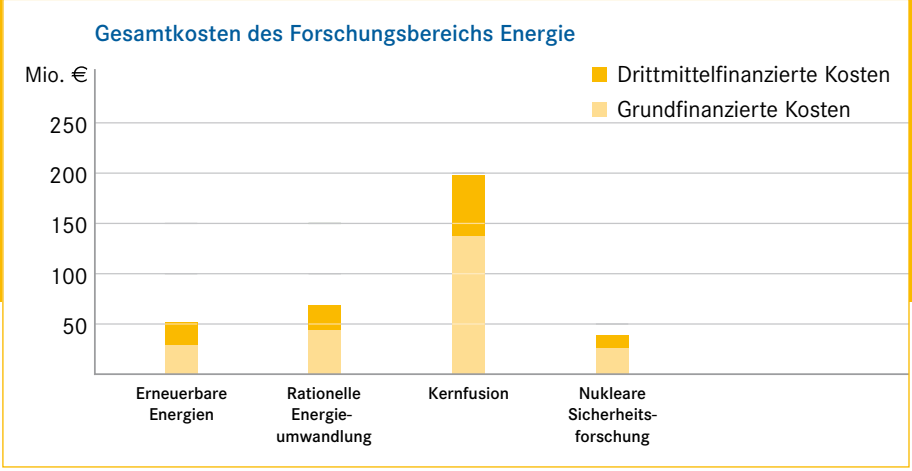
Das Programm Erneuerbare Energien

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

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

Das Programm Rationelle Energieumwandlung

Fossile Energieträger wie Erdöl, Erdgas oder Kohle werden auf Jahrzehnte noch eine dominierende Rolle in der Energieversorgung spielen. Zusätzlich wird auch ein wesentlicher Anteil der zukünftigen alternativen Energieträger wie Synthesegas oder SynFuels aus Biomasse in Kraftwerksprozessen in Strom umgewandelt beziehungsweise als Treibstoffe genutzt werden. Dabei existiert ein großes Einspar-Potenzial durch Effizienzsteigerung der Umwandlungstechnologien. Hier setzt das Programm Rationelle Energieumwandlung an. Die Wissenschaftler erforschen neue Technologien für Kraftwerke und Brennstoffzellen und untersuchen die Anwendung der Supraleitung in der Elektrizitätswirtschaft. Weitere wichtige Themen sind beispielsweise neue Materialien, bessere Lösungen für Hochleistungs-Gasturbinen und die CO_2-Abtrennung. Besonderes Engagement wird in die Brennstoffzellen für den stationären und für den mobilen Bereich investiert. Im stationären Bereich stehen vor allem Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC) im Mittelpunkt. Im mobilen Bereich sind es die Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzellen (PEMFC und DMFC). Ebenfalls vielversprechend für die rationelle Energieumwandlung sind supraleitende Strombegrenzer und supraleitende Komponenten für das Stromnetz, mit denen Strom in Zukunft nahezu verlustfrei übertragen werden kann.



Das Programm Kernfusion

Die Kernfusion ist ein herausragendes Beispiel für strategische Vorsorgeforschung: In etwa 25 Jahren könnte ein Demonstrationskraftwerk Energie erzeugen, ab der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts könnten erste Fusionskraftwerke in Betrieb gehen und einen Teil der Energieprobleme der Menschheit dauerhaft lösen. Forschung und Entwicklung vollziehen sich in engem Verbund mit nationalen und internationalen Partnern: So ist die Fusionsforschung der Helmholtz-Gemeinschaft Teil eines übergreifenden europäischen Fusionsprogramms. Das deutsche Fusionsprogramm wird durch die „Entwicklungsgemeinschaft Kernfusion“ koordiniert, in dem drei Helmholtz-Zentren vertreten sind. Die mit den internationalen Partnern vereinbarten Prioritäten der Forschung in der Helmholtz-Gemeinschaft sind: die Beteiligung am Aufbau und späteren Betrieb von ITER, einem großskaligen Tokamak-Experiment, und der Aufbau und Betrieb des europäisch unterstützten deutschen Stellarator-Großexperimentes WENDELSTEIN 7-X. Tokamak und Stellarator sind zwei verschiedene Konzepte, um heißes Fusionsplasma in einem Magnetfeld einzuschließen. ITER soll demonstrieren, dass Energiegewinnung durch Fusion technisch machbar ist. Das Experiment wird zudem die nötigen Daten liefern, um ein Demonstrations-Kraftwerk zu bauen. Das Stellarator-Experiment WENDELSTEIN 7-X soll zeigen, dass sich auch das Stellarator-Konzept für ein Fusionskraftwerk eignet. Zur Unterstützung dieser Gesamtstrategie betreibt die Helmholtz-Gemeinschaft weiterführende Experimente, entwickelt die begleitende Theorie und arbeitet an wichtigen neuen Technologien. Beispielsweise werden Plasma-Wand-Wechselwirkungen untersucht, hochleistungsfähige Plasmaheizungen entwickelt und neue Werkstoffe erforscht, um Komponenten für ein Demonstrations-Kraftwerk vorzubereiten. ASDEX Upgrade konnte vor kurzem als weltweit erste Divertor-Fusionsanlage mit Wolfram-Wand in Betrieb genommen werden.

Das Programm Nukleare Sicherheitsforschung

Im Jahr 2007 haben Kernkraftwerke in Deutschland 140,5 Milliarden Kilowattstunden elektrischen Strom erzeugt und damit 22,1 Prozent des Strombedarfs insgesamt und 45 Prozent des Grundlaststrombedarfs gedeckt. Forschung zur Sicherheit von Kernreaktoren und zur sicheren Entsorgung von nuklearen Abfällen ist daher unverzichtbar. Das gilt auch für die Zukunft. In Deutschland wird im Rahmen einer strategisch angelegten Vorsorgeforschung auch bei Beibehaltung des Ausstiegs aus der Kernenergie noch für Jahrzehnte kerntechnisches Know-how benötigt. Die Arbeiten des Programms Nukleare Sicherheitsforschung der Helmholtz-Gemeinschaft stellen sicher, dass in Deutschland auf dem internationalen Stand von Wissenschaft und Technik breites Expertenwissen auf sämtlichen Gebieten zur Sicherheit der Kernreaktoren und der nuklearen Entsorgung vorhanden ist und dass sich deutsche Forscher aktiv an allen relevanten internationalen Projekten und Gremien beteiligen und diese mitgestalten. Im Oktober 2007 wurde der Südwestdeutsche Forschungs- und Lehrverbund Kerntechnik gegründet. In diesem Verbund werden die Partner Forschung und Lehre in der Kerntechnik ausbauen und ihre Kapazitäten bündeln. Eine ähnliche Kooperation in Nordrhein-Westfalen befindet sich in Vorbereitung.

PROJEKTE

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie

NEUE SOLARZELLTECHNOLOGIEN MACHEN SONNENSTROM GÜNSTIGER

Die Forscher am Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie sind bescheidene Optimisten: So effizient wie möglich fangen sie den Sonnenschein ein und sie tragen dabei nicht dick auf. Sprichwörtlich. Die Dünnschicht-Solarzellen, die Professorin Dr. Martha Lux-Steiner und ihre Kollegen erforschen, sind die Basis für die Photovoltaik der nächsten Generation. Die neuen Solarzellen sind bei gleicher Effizienz viel dünner als herkömmliche Silizium-Solarzellen. Die Licht-absorbierende Schicht misst nur einige Hundertstel Millimeter, das ist etwa hundertmal dünner als bei den konventionellen Silizium-Zellen. Das hat Vorteile – weniger Material- und Energieverbrauch, einfachere Produktionsprozesse, vielseitigere Anwendungsmöglichkeiten. Und damit wird Solarstrom billiger.

> „Der Preis für die Spitzenwattleistung muss noch deutlich sinken, langfristig wollen wir die Kosten auf weniger als einen halben Euro reduzieren."

Gegenwärtig kostet die Kilowattstunde Solarstrom selbst im sonnenverwöhnten Süden Europas 30 Eurocent. Trotz Rekordölpreisen ist das immer noch ein Mehrfaches der Stromerzeugungskosten aus fossilen Brennstoffen. Rechnet man alle Kosten mit ein, dann schlägt jedes Watt an installierter Solarstrom-Kapazität heute mit circa fünf Euro zu Buche. „Dieser Preis für die so genannte Spitzenwattleistung muss noch deutlich sinken", sagt Lux-Steiner, „das ist die zentrale Herausforderung! Langfristig wollen wir die Kosten für die Module auf weniger als einen halben Euro pro Watt reduzieren." Im Schnitt wandeln die Zellen nur ein Achtel der Sonnenstrahlung in Elektrizität um. Kosten senken heißt deshalb in erster Linie, diese Ausbeute deutlich zu steigern. Aber auch Optimierungen in der Produktion und höhere Stückzahlen senken den Preis für die Kilowattstunde aus der Sonne. Um dies zu erreichen, muss die Entwicklung auf breiter Front vorangetrieben und möglichst schnell in die industrielle Produktion überführt werden. Eine anstrengende Aufgabe. Das verrät auch der Name des internationalen Forschungsprojekts, welches genau dies schaffen soll: ATHLET steht für „Advanced Thin Film Technologies for Cost Effective Photovoltaics". Unter der Leitung des Helmholtz-Teams um Martha Lux-Steiner haben sich darin Wissenschaftler von 23 Institutionen aus Forschung und Industrie in ganz Europa zusammengefunden. Das vierjährige Projekt, das seit 2006 mit

> „Die Vision ist eine Fabrik, in die Substrate hineingeschoben werden und Solarmodule herauskommen. Diese müssten dann nur noch zugeschnitten werden."

rund elf Millionen Euro aus EU-Töpfen unterstützt wird, ist sehr erfolgreich. „Doch am Anfang mussten alle Beteiligten über den eigenen Schatten springen", erinnert sich Lux-Steiner. Denn ATHLET führt zwei Kern-Technologien zusammen, deren Vertreter sich zuvor in gesunder Konkurrenz zueinander sahen: die Dünnschicht-Solarzellen aus Kupfer-Indium-Selenid- oder aus Kupfer-Indium-Sulfid-Schichten (CIS) und die Dünnschicht-Solarzellen aus mikromorphem Silizium.
Zum einen optimieren die ATHLET-Forscher CIS-Dünnschicht-Solarzellen. Diese Zellen haben eine Schicht aus Kupfer, Indium und Selen beziehungsweise Schwefel, die Licht besonders effizient in Strom umwandeln kann. Die Technologie wird bereits in der Industrieproduktion verwendet. Jetzt forschen die „ATHLETen" an besseren Materialien für die Verbindung der Zellen, um die Strom-Ausbeute noch einmal zu steigern. Ebenso sollen neue, einfachere Produktionsprozesse für die Beschichtung der Zellen entwickelt werden. „Die Vision ist eine Fabrik, in die Substrate von mehreren Quadratmetern Größe hineingeschoben werden und am Ende Solarmodule herauskommen. Diese müssten dann nur noch entsprechend der gewünschten Leistung zugeschnitten werden", sagt Dr. Volker Hinrichs, der zusammen mit Lux-Steiner das Projekt am Helmholtz-Zentrum koordiniert.
Vielversprechend sind auch die so genannten mikromorphen Dünnschicht-Solarzellen, in denen zwei dünne Silizium-Schichten übereinander liegen. Der Clou: die „Tandem-Zelle"

DIE SOLARZELLFORSCHUNG AM HELMHOLTZ-ZENTRUM BERLIN FÜR MATERALIEN UND ENERGIE ARBEITET IM EU-VERUND ATHLET AN ZWEI NEUEN TECHNOLOGIEN. FOTO: HZB

absorbiert auf diese Weise gleich zwei verschiedene Bereiche des Sonnenspektrums und erzeugt entsprechend mehr Strom. „Hier ist eine Energieausbeute von bis zu 40 Prozent möglich“, erklärt Lux-Steiner. Allerdings bislang nur im Labor. Bis das auch in der Praxis zuverlässig erreicht wird, müssen die Wissenschaftler noch mit Hochdruck weiterarbeiten. Aber selbst auf dem Weg zum Ziel werden Meilensteine erreicht: Inzwischen haben die Forscher die Produktion bereits deutlich verbessert, so dass kaum noch giftige Abfälle entstehen. RANTY ISLAM

Helmholtz-Zentrum Potsdam
Deutsches GeoForschungsZentrum – GFZ

ENERGIEQUELLE ERDE

Ganz Island heizt mit Erdwärme, und fünf Geothermiekraftwerke erzeugen dort rund 20 Prozent der Elektrizität. Doch was im vulkanischen Island vergleichsweise einfach ist, wird in Mitteleuropa zu einer technischen Herausforderung: Mehr als vier Kilometer tief müssen die Bohrungen sein, bis die Hitze ausreicht, um ein geothermisches Kraftwerk zu betreiben. „Die Geothermie könnte mehr zur Energieversorgung beitragen, wenn wir technische Probleme lösen und die Erschließungskosten senken“, erklärt Dr. Ernst Huenges, Sektionsleiter Geothermie am GFZ.

> „Die Geothermie könnte mehr zur Energieversorgung beitragen, wenn wir technische Probleme lösen und die Erschließungskosten senken.“

Deshalb hat das GFZ in Groß Schönebeck ein weltweit einzigartiges Geothermielabor eingerichtet. Dort sind die geologischen Bedingungen typisch für weite Teile Mitteleuropas. In 4.000 bis 5.000 Metern Tiefe liegen wasserführende Gesteinsschichten, die zwischen 100 und 200 Grad Celsius heiß sind. Die beiden Forschungsbohrungen reichen 4.300 und 4.400 Meter in das Erdinnere. Aus der ersten Bohrung soll heißes Wasser nach oben gefördert werden und die Turbinen des geplanten Versuchskraftwerks antreiben, in die zweite Bohrung wird das abgekühlte Wasser wieder in den Untergrund verpresst. In mehreren Experimentserien wurden vorab künstlich Risse und Klüfte im Gestein erzeugt, durch die das Tiefenwasser fließen und Wärme aufnehmen kann. „Durch dieses Verfahren der Stimulation erhöhen wir die Ergiebigkeit der geothermischen Lagerstätte“, erklärt Huenges. Geowissenschaftler aus mehreren europäischen Partnerländern entwickeln nun im Projekt I-GET (Integrierte Geophysikalische Technologie zur Erkundung geothermaler Lagerstätten) neue Verfahren, um geeignete Geothermiestandorte genau zu lokalisieren – und zwar ohne zuvor eine aufwändige Probebohrung durchzuführen. Sie untersuchen die Tiefenstruktur der Erdkruste durch seismische und magnetotellurische Messungen. Damit ermitteln sie zum Beispiel die Verteilung der elektrischen Leitfähigkeit im Untergrund, die auf wasserführende Tiefenschichten hinweist. „Diese Arbeiten bringen die Technologie deutlich voran, damit wir sie in Zukunft auch in Europa breiter nutzen können“, sagt Huenges. ARÖ

UM DIE KILOMETERTIEFEN BOHRUNGEN ÜBER JAHRZEHNTE ZU SICHERN, MÜSSEN ROHRE EINGEBAUT WERDEN. Foto: GFZ

DIE IPP-PHYSIKER STEHEN ÜBER EINEN MONITOR MIT DEM JAPANISCHEN TEAM IN VERBINDUNG. FOTO: IPP, PETRA NIECKCHEN

Max-Planck-Institut für Plasmaphysik

MIKROWELLEN STABILISIEREN FUSIONSPLASMA

Von weit her, vom Garchinger Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP), kamen im Dezember 2007 die Steuerbefehle für die japanische Fusionsanlage JT-60 Upgrade im Naka Fusion Institute: Gemeinsam widmete man sich der Bekämpfung von Plasmastörungen. Denn damit es in einem Fusionskraftwerk zur Energie liefernden Verschmelzung von Atomkernen kommen kann, ist zuvor der Brennstoff – ein Wasserstoff-Plasma – auf Zündtemperaturen über hundert Millionen Grad aufzuheizen. Um die hohe Temperatur halten zu können, muss es gelingen, das Plasma in Magnetfeldern wärmeisolierend einzuschließen. Das komplexe Wechselspiel zwischen Plasmateilchen und magnetischem Käfig macht aber eine ganze Reihe von Instabilitäten möglich. Besonders ungeliebt sind so genannte „Neoklassische Tearing-Moden“: In großen Anlagen wie dem internationalen Testreaktor ITER oder einem späteren Kraftwerk könnten sie die Leistungsausbeute stark herabsetzen.

> Mit der deutsch-japanischen Messreihe wollten wir die minimal nötige Mikrowellenleistung zum Auflösen der Plasmainstabilitäten bestimmen.“

Gegenmittel wurden aber schon vor einigen Jahren an der Garchinger Anlage ASDEX Upgrade entwickelt. Hier bekämpft man die unerwünschte Plasmastörung durch Mikrowellen, die gezielt kritische Stellen im Plasma aufheizen. Ziel der kontinentübergreifenden japanisch-deutschen Messreihe war es nun, das Verhalten des Plasmas von JT-60 Upgrade direkt mit dem der Garchinger Anlage zu vergleichen. „So wollten wir die minimal nötige Mikrowellenleistung zum Auflösen der Plasmainstabilitäten bestimmen“, erklärt Professor Dr. Hartmut Zohm vom IPP.
In Garching hatten dazu die Wissenschaftler, darunter auch Doktorandin Laura Urso aus Italien, einige Plasma-Entladungen für JT-60 Upgrade programmiert. Am Experimentiertag wurden die Physikvorgaben aus Garching über eine gesicherte Datenleitung nach Japan geschickt und in das Computersystem der Anlage in Naka eingespeist. „Die so ausgelösten Entladungen konnten wir sofort in Form von Messkurven auf den Garchinger Bildschirmen begutachten, mit unseren Erwartungen vergleichen und Korrekturen für die nächsten Entladungen festlegen“, beschreibt Laura Urso.

> „Das Experimentieren hat so gut funktioniert, als wären wir vor Ort gewesen. Diese Art der internationalen Zusammenarbeit wird in Zukunft, zum Beispiel für ITER, sicher an Bedeutung gewinnen.“

Per Videokonferenz stand man mit dem japanischen Team auch persönlich in Verbindung: „Das Experimentieren hat so gut funktioniert, als wären wir vor Ort gewesen. Diese Art der internationalen Zusammenarbeit wird in Zukunft, zum Beispiel für ITER, sicher an Bedeutung gewinnen.“
Parallel zu diesen Experimenten arbeitet man an ASDEX Upgrade an der Verbesserung des Verfahrens und an seiner Anpassung an die speziellen Bedingungen bei ITER: Von der russischen Firma Gycom wurde dazu für ASDEX Upgrade ein Mikrowellensender mit zwei Frequenzen entwickelt, drei weitere Mehrfrequenz-Röhren werden demnächst erwartet. Anders als die heutigen Sender mit fester Frequenz soll nun die Frequenz variabel sein. So wird – über die frequenzabhängige Resonanz der Mikrowellen mit dem Magnetfeld – jede beliebige Stelle im Plasma für den Mikrowellenstrahl erreichbar. „Wo immer eine Plasmastörung auftaucht“, so Zohm, „kann sie dann anvisiert und aufgelöst werden.“
Die Arbeiten fließen ein in das Virtuelle Helmholtz-Institut „Fortschrittliche Mikrowellenheizung für ITER“ (Advanced ECRH for ITER) unter Leitung des IPP. Beteiligt sind das Forschungszentrum Karlsruhe, die Universitäten in Stuttgart und Karlsruhe, die Russische Akademie der Wissenschaften in Nihzny Novgorod sowie das Instituto di Fisica del Plasma in Mailand. „Die Mikrowellen für ITER sollen nach gegenwärtiger Planung noch von Einzelfrequenz-Sendern kommen“, erklärt Hartmut Zohm, „und zum Einspeisen in das Plasma sind Antennen vorgesehen,

die den Mikrowellenstrahl mechanisch steuern.“ Eine Weiterentwicklung hin zu mehr Flexibilität – wie bei ASDEX Upgrade – verspräche jedoch große Vorteile: Das virtuelle Institut arbeitet daher an einem Multifrequenz-Sender für ITER. Ein ultraschneller, nicht-mechanischer Schalter für die leistungsstarken Mikrowellen hat sich als Prototyp bereits bewährt.
„Damit kann das deutsche Fusionsprogramm eines der wesentlichen Hilfssysteme für ITER führend voranbringen“, meint Zohm. Multifrequenz-Sender werden zurzeit schon für ASDEX Upgrade entwickelt; auch die Erfahrungen mit der Mikrowellen-Anlage für Wendelstein 7-X, die in Größe und Frequenz mit dem ITER-System vergleichbar ist, werden für ITER wertvoll sein. So wird die Rolle deutscher Wissenschaftler an ITER gestärkt – nicht nur während des Baus, sondern auch beim Betrieb der Anlage. Dann nämlich werden Mikrowellen-Experimente von entscheidender Bedeutung für den Erfolg des ganzen Projektes sein. ISABELLA MILCH

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

SONNENHITZE VIELSEITIG NUTZEN

Solarenergie ist nach menschlichen Maßstäben unerschöpflich und doch ist ihre technische Nutzung noch nicht ausgereift. „Wir brauchen intelligente Lösungen, um rund um die Uhr Strom zu erzeugen und die Energie auch wirksam zu speichern“, sagt Professor Dr. Robert Pitz-Paal, Leiter der Abteilung Solarforschung beim Institut für Technische Thermodynamik am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR).
An diesen Lösungen arbeiten DLR-Experten in mehreren EU-Projekten mit Hochdruck. Auf der Plataforma Solar in Almeria im Südosten Spaniens haben sie auf rund 100 Hektar Fläche die größte europäische Testanlage mit aufgebaut, die die spanische Partnerorganisation CIEMAT inzwischen betreibt. Hier testen sie neue Komponenten, um die Energie der Sonne in Strom zu wandeln oder zu speichern: zum Beispiel in Form von Wasserstoff. Dafür haben DLR-Experten gemeinsam mit europäischen Partnern den Wasserstoffreaktor Hydrosol entwickelt, der kontinuierlich und mit hoher Effizienz die Sonnenhitze zur Aufspaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff nutzt.
Nun hat auch eine solar-hybride Gasturbine den Betrieb aufgenommen. DLR-Forscher haben die Test-Anlage in Zusammenarbeit mit elf internationalen Partnern im EU-Projekt Solhyco entwickelt und jetzt auf dem Solarturm CESA-1 montiert. Ein Spiegelfeld lenkt die Sonnenstrahlung auf drei Solarreceiver,

> „Wir brauchen intelligente Lösungen, um rund um die Uhr Strom zu erzeugen und die Energie auch wirksam zu speichern.“

die die Kompressorluft der 250 Kilowatt-Gasturbine stufenweise auf 800 Grad Celsius erhitzen. Nur bei Bedarf schaltet sich die mit Biodiesel betriebene Brennkammer der Turbine dazu, so dass unabhängig von Tageszeit und Witterung elektrische Energie erzeugt wird. „Diese Aufgaben sind sehr anspruchsvoll gewesen“, sagt Pitz-Paal, „doch unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben sie schließlich gelöst.“ ARÖ

DAS SOLARE TURMKRAFTWERK AUF DER PLATAFORMA SOLAR IN ALMERÍA IST UMGEBEN VON EINEM SPIEGELFELD, DAS DIE SOLARSTRAHLUNG AUF DREI STRAHLUNGSEMPFÄNGER FOKUSSIERT. IM TURM BEFINDET SICH DIE SOLAR-HYBRIDE GASTURBINE. Foto: DLR

FORSCHUNGSBEREICH ERDE UND UMWELT

Der Forschungsbereich „Erde und Umwelt“ wurde im Rahmen der Programmorientierten Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft zu Beginn des Jahres 2008 begutachtet. In der kommenden Programmperiode werden ab 2009 vier neu ausgerichtete Forschungsprogramme bearbeitet. Diese widmen sich den großen Herausforderungen in der Erd- und Umweltforschung. Einen besonderen Stellenwert nimmt die Forschung zu Fragen des Klimawandels und seinen Folgen ein. Der vorliegende Geschäftsbericht 2007/2008 gibt daher zunächst einen Überblick über die bisherige Struktur, Aufgabenstellung und die wissenschaftliche Arbeit des Forschungsbereiches. Im Anschluss daran werden die Forschungsprogramme vorgestellt, die für die strategische Ausrichtung des Forschungsbereichs in den kommenden fünf Jahren stehen.

DIE AUFGABE

Der Mensch selbst ist zum globalen Einflussfaktor geworden: Angesichts eines Bevölkerungswachstums auf etwa neun Milliarden Menschen bis zum Jahr 2050 steigt der Konflikt zwischen anthropogenem Bedarf wie Energie, Nahrungsmittel, urbane Flächen und den natürlichen Ressourcen immer stärker. In der Konsequenz droht das Klimasystem der Erde aus der Balance zu geraten. Die globale ökologische Stabilität ist gefährdet.
In der Helmholtz-Gemeinschaft leisten wir daher Vorsorgeforschung für die Zukunft. Die entscheidende Herausforderung für die Erd- und Umweltforschung ist die Bereitstellung des Wissens für die langfristige und nachhaltige Sicherung der menschlichen Lebensgrundlagen. Dazu müssen die grundlegenden Funktionen des Systems Erde und die Wechselwirkungen zwischen Gesellschaft und Natur verstanden werden. Es geht darum, die komplexen Veränderungen von Erde und Umwelt bestmöglich zu beschreiben, so dass Entscheidungsträger in Politik und Gesellschaft wissenschaftlich fundierte Handlungsempfehlungen erhalten.
Die Vielfältigkeit der zu bearbeitenden Fragestellungen und eine effektive Nutzung der wissenschaftlichen Infrastruktur erfordern neue Formen strategischer Forschungsverbünde innerhalb und über die Helmholtz-Gemeinschaft hinaus. Eine solche Kräftebündelung erfolgt national und international durch Kooperationen mit Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen wie beispielsweise über Virtuelle Institute sowie über die Fortentwicklung der Kooperation auf europäischer Ebene. Mit 17 derzeit laufenden Helmholtz-Virtuellen Instituten wird die exzellente Verknüpfung der Forschung zwischen den einzelnen Zentren mit universitären Partnern unterstrichen. Im Jahr 2007 kamen drei neue Virtuelle Institute in den Bereichen „Terrestrische Modellierung“, „Wassermanagement“ und „Plankton Evolution“ hinzu. Die maßgebliche Beteiligung des Forschungsbereiches an zwei in der zweiten Runde des Exzellenz-Wettbewerbs der Bundesregierung neu bewilligten Exzellenzclustern – „The Ocean in the Earth System“ (AWI) und „Integrated Climate System Analysis and Prediction“ (GKSS) – unterstreicht die ausgezeichnete Zusammenarbeit mit Partnern außerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft.
In diesem Sinne verbindet auch das im Jahr 2007 ins Leben gerufene Deutsche Klima-Konsortium als Kommunikations- und Forschungsplattform die Ressourcen und Infrastruktur von 19 Forschungseinrichtungen der nationalen Klimaforschung. Das Konsortium wird von den Helmholtz-Zentren AWI, FZJ, FZK, GFZ, GKSS und UFZ sowie Universitäten, Max-Planck- und Leibniz-Einrichtungen betrieben. Ergänzend dazu errichtet die Helmholtz-Gemeinschaft derzeit regionale Helmholtz-Klimabüros für Süd-, Mittel- und Norddeutschland sowie für die Polargebiete. In ihnen werden Forschungsergebnisse zu regionalen Auswirkungen des Klimawandels gebündelt und in die Gesellschaft kommuniziert. Die Helmholtz-Gemeinschaft ist des Weiteren maßgeblich am Aufbau des „Climate Service Centers“ beteiligt, das auf nationaler Ebene als Service- und Kommunikationsplattform für klimarelevante Fragen dienen wird.
Von wachsender Bedeutung in der Helmholtz-Gemeinschaft sind Forschungsvorhaben, die auf internationaler Ebene zentren- und institutionsübergreifend sind. So forschen beispielsweise fünf Helmholtz-Zentren gemeinsam mit der UN-Organisation ECLAC/CEPAL und Partnern aus Lateinamerika seit dem Jahr 2007 in der Initiative „Risikolebensraum Megacity“, um Strategien für eine nachhaltige Entwicklung in Megastädten und Ballungsräumen zu entwickeln.
Eine weitere Aufgabe des Forschungsbereiches besteht in der Nachwuchsförderung. Kontinuierlich und meist in Kooperation mit externen Partnern werden die bestehenden Maßnahmen und Strukturen ausgebaut: im Bereich der Aus- und Weiterbildung die Graduiertenschulen und Helmholtz-Kollegs, im Bereich der eigenverantwortlichen Forschung die Nachwuchsgruppen. So konnten die Helmholtz Interdisciplinary Graduate School for Environmental Research vom UFZ mit sechs universitären Partnern und die Helmholtz Research School on Earth System Science vom AWI mit zwei universitären Partnern eingeworben werden. Des Weiteren befinden sich derzeit zwölf Helmholtz Nachwuchsgruppen in der Förderung. Die erfolgreiche Vernetzung des Forschungsbereiches Erde und Umwelt in der Lehre und Nachwuchsförderung spiegelt sich auch institutionell wieder. So werden im Jahr 2008 im Rahmen der Jülich Aachen Research Alliance - JARA das Forschungszentrum Jülich und die RWTH Aachen mit der „German Research School for Simulation Science“ sowie das Forschungszentrum Karlsruhe und die Universität Karlsruhe mit dem KIT-Zentrum „Klima und Umwelt“ die Aus- und Weiterbildung unter einem Dach bündeln.

„Ausgewogene und robuste Lösungskonzepte für die Umweltprobleme unserer Zeit erfordern fachübergreifende Forschungsansätze, die auch gesellschaftliche Faktoren berücksichtigen. Der Forschungsbereich „Erde und Umwelt“ vereinigt in einmaliger Weise die Kompetenzen für solche Systemlösungen.“

PROF. DR. GEORG TEUTSCH Vizepräsident für den Forschungsbereich Erde und Umwelt, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ

DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2004-2008

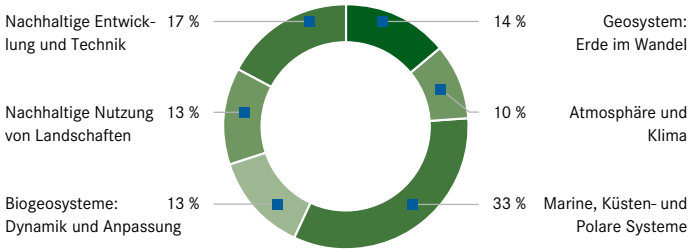
Am Forschungsbereich Erde und Umwelt sind acht Helmholtz-Zentren beteiligt: das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, das Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum - GFZ, das Forschungszentrum Jülich, das Forschungszentrum Karlsruhe, das Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung, das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, das GKSS-Forschungszentrum Geesthacht und das Helmholtz Zentrum München - Deutsches Zentrum für Gesundheit und Umwelt. Die Umwelt- und Erdsystemforschung orientiert sich an den großen Herausforderungen, die nationale und internationale Gremien identifiziert haben: Naturkatastrophen, Klimaschwankungen und Klimawandel, Wasserverfügbarkeit und Dynamik, nachhaltiger Umgang mit Ressourcen, Biodiversität und ökologische Stabilität sowie die sozio-politische Dimension des globalen Wandels. Diesen zentralen Aufgaben der Erd- und Umweltforschung widmete sich der Forschungsbereich in der ersten Programm-Periode in sechs Programmen:

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

Die Forschungsaufgaben können nicht unabhängig voneinander betrachtet werden, denn im System Erde sind die Elemente und Prozesse der verschiedenen Sphären eng miteinander verbunden. Um dieser Dynamik gerecht zu werden, kooperieren die Wissenschaftler im Forschungsbereich Erde und Umwelt nicht nur Programm übergreifend, sondern auch mit Kolleginnen und Kollegen anderer Forschungsbereiche der Helmholtz-Gemeinschaft.

Die Programme in der ersten Förderrunde 2004-2008:
Die Struktur des Forschungsbereichs Erde und Umwelt
Grundfinanzierte Kosten 2007: 277 Mio. Euro

Zusätzlich erhält der Forschungsbereich Erde und Umwelt 93 Mio. Euro Drittmittel.
Damit stehen ihm Gesamtmittel i.H.v. 370 Mio. Euro zur Verfügung.



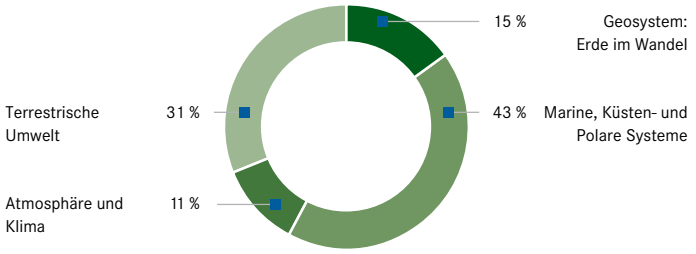
DIE PROGRAMME IN DER PROGRAMMORIENTIERTEN FÖRDERUNG 2009-2013

Die wissenschaftlich-strategische Entwicklung des Forschungsbereiches für die kommenden Jahre beinhaltet eine Neuorganisation der Forschungsprogramme. Das bisherige Programm „Nachhaltige Entwicklung und Technik“ wird nicht im Forschungsbereich Erde und Umwelt weitergeführt. Ein Großteil der derzeitigen Programmanteile wird künftig in den Forschungsbereichen Energie und Schlüsseltechnologien angesiedelt sein. Die bisherigen Programme „Biogeosysteme: Dynamik und Anpassung“ und „Nachhaltige Nutzung von Landschaften“ werden künftig im Programm „Terrestrische Umwelt“ zusammengeführt. Der Forschungsbereich wird insofern seine Forschungsaktivitäten ab 2009 in vier Programmen bündeln:

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

Zur Bearbeitung drängender gesellschaftlicher Probleme, zur weiteren Kompetenzentwicklung im Forschungsbereich und zur optimalen Infrastrukturnutzung bestehen programm- und forschungsbereichsübergreifende Querschnittsthemen wie beispielweise „Klima“ (DLR, GFZ, HMGU, GKSS, FZK, FZJ, UFZ, AWI), „Integrierte Erdbeobachtung“ (AWI, DLR, GFZ, GKSS, FZJ, FZK) und methodische Arbeitsgruppen wie „Modellierung“ (AWI, GFZ, FZK, FZJ, HMGU, GKSS, UFZ), die auch in der kommenden Programmperiode weitergeführt werden sollen. Durch sie können übergeordnete Forschungsthemen aufgegriffen sowie methodische und organisatorische Synergieeffekte erreicht werden.
Ein weiteres wichtiges Element der Zusammenarbeit stellt der gemeinsame Aufbau und Betrieb von programmübergreifenden Infrastrukturen wie das Forschungsflugzeug HALO oder die „Terrestrial Environmental Observatoria“ (TERENO) dar. So werden beispielsweise bis zum Jahr 2010 in drei bis vier ausgewählten, für Deutschland repräsentativen Regionen terrestrische Observatorien als TERENO-Netzwerk auf Basis bereits bestehender Forschungsstationen und Langzeitreihendaten aufgebaut. Mit *in situ*-Messgeräten, boden-, flugzeug- und satellitengestützten Fernerkundungsverfahren werden dort regionale Daten zum klimatischen und globalen Wandel erhoben. Basierend auf den Daten dieser Observatorien sollen in den nächsten zehn Jahren die bereits messbaren Auswirkungen des globalen Wandels auf regionale terrestrische Systeme analysiert und zukünftige Änderungen mittels integrierter Modellsysteme simuliert und vorhergesagt werden. Aus den Ergebnissen können effiziente Maßnahmen zur Vermeidung beziehungsweise Anpassung an den globalen Wandel abgeleitet werden.

Die Programme in der zweiten Förderrunde 2009-2013:
Die Struktur des Forschungsbereichs Erde und Umwelt
Grundfinanzierte Kosten Plan 2009: 251 Mio. Euro*



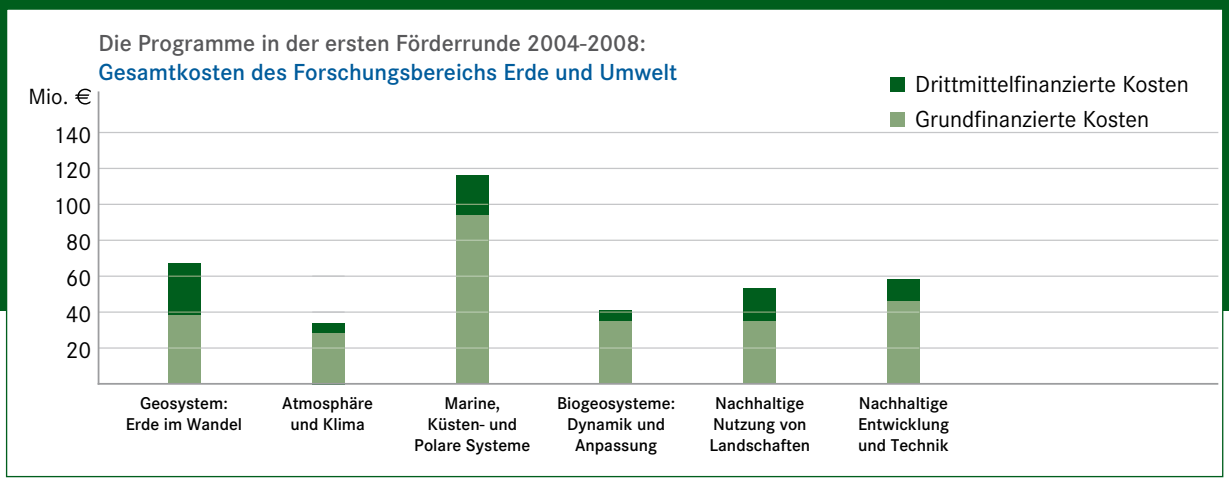
*Bitte beachten: Aufgrund der Klimainitiative der Helmholtz-Gemeinschaft sind die Kosten im Bereich Erde und Umwelt nur vorläufige Zahlen. Die endgültigen Zahlen werden zu Beginn 2009 erwartet.

Das Programm Geosystem: Erde im Wandel

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

Das Programm Marine, Küsten- und Polare Systeme

Das Forschungsprogramm hat sich die Beobachtung und Analyse der vergangenen, derzeitigen und künftigen Veränderungen des Systems Erde zum Hauptziel gemacht und folgt einem multidisziplinären Ansatz. Die Forschung beschäftigt sich mit den aktuellen Veränderungen in Arktis, Antarktis und Küstenregionen, wobei in letzteren auch dem direkten menschlichen Einfluss ein besonderes Augenmerk gewidmet wird. In den Polarregionen werden besonders die global klimawirksamen und klimasteuernden Prozesse und Wechselwirkungen untersucht. Ergänzend wird die weitere Entschlüsselung der Paläoumweltarchive im Verbund mit den Prozessstudien weitreichende Schlussfolgerungen aus der Erdvergangenheit zulassen. Angestrebt wird die Entwicklung eines Modell-Systems, mit dessen Hilfe mittelfristige Entwicklungen prognostizierbar sind. In diesem Modell wird sowohl der Einfluss der Kryosphäre, der Ozeane und der marinen Bio- und Geo-Chemosphäre auf das Klima als auch die Biodiversität und der Fluss von Energie und Materie in unterschiedlichen Raum- und Zeitskalen dargestellt. Ziel ist es, durch die Erforschung der Veränderungen des Erdklimas sowie des menschlichen Einflusses auf dieses komplexe System die mittelfristigen Prognosen auf wissenschaftlicher Grundlage zu ermöglichen. Diese werden die politische und gesellschaftliche Meinungsbildung unterstützen. Für diese Ziele werden moderne Forschungsinfrastrukturen für die Küsten-, Meeres- und Polarforschung entwickelt.

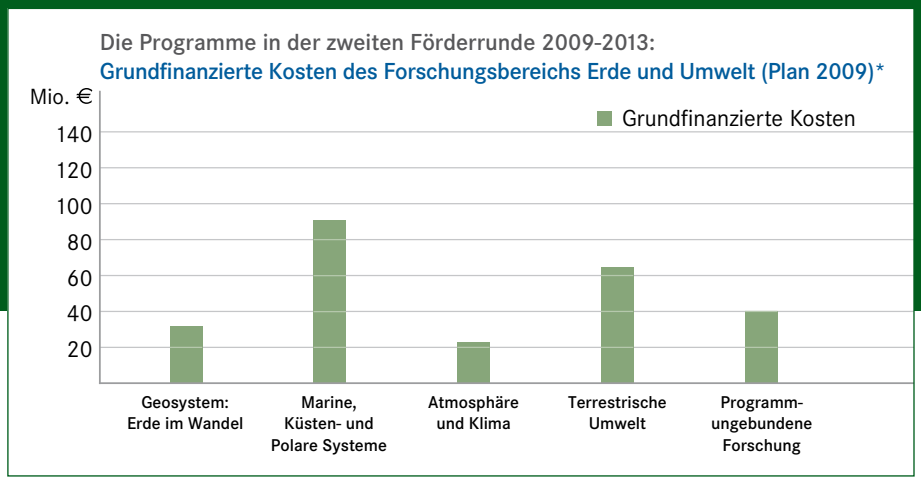


Das Programm Atmosphäre und Klima

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

Das Programm Terrestrische Umwelt

Das Ziel des Programms Terrestrische Umwelt besteht darin, die Grundlagen für das menschliche Leben zu erhalten und Nutzungsoptionen für eine nachhaltige Inanspruchnahme von Ressourcen zu entwickeln. Dabei weist das Programm einen engen Bezug zum Klimawandel auf: Da der Anstieg der globalen Temperatur und die hieraus resultierenden Effekte nicht allein durch Vermeidung (Mitigation) gestoppt werden können, sind zusätzlich Strategien zur Anpassung an den Klimawandel und zur Reduzierung der Verwundbarkeit unserer Ökosysteme (Adaptation) zu entwickeln. Dazu werden neue technische Lösungen in den Bereichen Agrar-, Bio, Energie- und Umwelttechnologien konzipiert. Hierbei stehen verschiedene Aufgaben im Mittelpunkt der Forschung: Mit Blick auf die Landnutzung werden Nutzungskonflikte im Spannungsfeld von Nahrungsmittelproduktion, Bioenergie und Naturschutz untersucht und Strategien zur Anpassung an den Globalen Wandel auf regionaler Ebene entwickelt. Für eine nachhaltige Biomasseproduktion werden die Mechanismen analysiert, die für Wachstum und Vitalität der Mikroben und Pflanzen maßgebend sind. Im Bereich der Wasserressourcensysteme wird ein neuartiger ökotechnologischer Ansatz zum Schutz und zur Bereitstellung qualitativ hochwertigen und quantitativ ausreichenden Wassers konzipiert. Ein vertieftes Prozessverständnis für Grundwassersysteme und



*Bitte beachten: Aufgrund der Klimainitiative der Helmholtz-Gemeinschaft sind die Kosten im Bereich Erde und Umwelt nur vorläufige Zahlen. Die endgültigen Zahlen werden zu Beginn 2009 erwartet.

die Analyse der Verletzlichkeit der Grundwasserkörper und ihrer natürlichen Reinigungspotenziale sollen eine vorhersagende Einschätzung der Konsequenzen von Grundwasserbeeinträchtigungen für Mensch und Ökosystemstabilität ermöglichen. Für eine nachhaltige Chemikaliennutzung eröffnet ein vertieftes Wissen um den Verbleib von Chemikalien in der Umwelt neue Möglichkeiten für risikoärmere Stoffe sowie problemspezifischer Sanierungsstrategien für kontaminierte Megastandorte. Ergänzt werden die Forschungsarbeiten durch die Etablierung einer technologisch-methodischen Plattform für die Beobachtung, die integrierte Analyse und Bewertung terrestrischer Systeme. Hierbei spielen innovative Mess- und Monitoringkonzepte, integrative Modellierungsansätze sowie methodische Fragen des Up-Scalings auf Langzeitbeobachtungsstandorten wie TERENO eine besondere Rolle.

PROJEKTE

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

DEEP BLUE – OASEN IM OZEAN

Spinnenkrabben ohne Augen, Würmer ohne Verdauungstrakt oder Muscheln, die gemeinschaftlich mit Bakterien leben: An Schwarzen Rauchern, Schlammvulkanen oder Riffen von Kaltwasserkorallen tummeln sich teilweise skurrile Organismen. „Plötzlich, auf engstem Raum, explodiert das Leben“, beschreibt Dr. Michael Klages vom Alfred-Wegener-Institut (AWI) die Oasen in der Tiefsee. Wie aber funktionieren solche so genannten „Hotspot“-Ökosysteme und welche Ressourcen mögen dort schlummern?

> „Gerade Hotspot-Gemeinschaften reagieren empfindlich sowohl auf lokale Störungen als auch auf weltweite Klimaveränderungen.“

Im EU-Projekt HERMES (Hotspot Ecosystems Research on the Margins of European Seas) untersuchen Biologen, Geologen, Physiker, Ozeanografen und Geochemiker, wie sich abseits von Wärme, Licht und manchmal auch Sauerstoff hoch spezialisierte Lebensgemeinschaften entwickeln und den unwirtlichen Bedingungen trotzen können. Mit einer Förderung von 15,5 Millionen Euro und einer Beteiligung von rund 50 Instituten in 15 Ländern ist HERMES eines der umfangreichsten Programme der europäischen Meeresforschung überhaupt.
Der Biologe Klages und seine Kollegen erforschen in diesem Rahmen die Lebensgemeinschaften an Kontinentalhängen und an so genannten „cold seeps“, Sickerstellen mineralreichen Wassers aus dem Untergrund entlang der Kontinentalhänge. Eingebettet in das Internationale Polarjahr 2007/2008 sind die Wissenschaftler mit dem Forschungseisbrecher „Polarstern“ im letzten Jahr zum Beispiel zu den Kaltwasserkorallenriffen in den eisigen Gewässern Norwegens gereist. Vier junge Schüler und zwei Lehrer durften sie begleiten und jeweils drei Wochen lang mitforschen. Und sie haben eine Premiere erlebt: Zum ersten Mal hatte die „Polarstern“ das Mini-Tauchboot „JAGO“ und den Unterwasserroboter „QUEST“ an Bord, zwei High-Tech-Instrumente, die 400 Meter beziehungsweise sogar 4.000 Meter tief tauchen können – das eine bemannt, das andere ferngesteuert.

Neben Forschung und Bildungsarbeit haben die Helmholtz-Wissenschaftler das Datenmanagement von HERMES übernommen. „Alle Messwerte und alle Auswertungen laufen bei uns zusammen.“ Wie die Daten der eigenen Langzeit-Tiefseestation „Hausgarten“ vor Spitzbergen. Seit 1999 beobachten die Wissenschaftler in der Meerenge der Framstraße zwischen Nordatlantik und Arktischem Ozean, was sich entlang Europas nördlichem Kontinentalsockel tut. Die Messfühler des Netzwerks aus Einzelpositionen zwischen 1.000 und 5.500 Metern Tiefe zeichnen ständig Salzgehalt, Temperatur und Strömungswerte auf und nehmen regelmäßig Sedimentproben. Zusätzlich fotografiert und filmt eine Videobildkamera regelmäßig bestimmte Strecken Meeresboden. „Wir fangen gerade erst an, die Ökosysteme dort zu verstehen.“
Eines scheint jedoch schon sicher: Gerade Hotspot-Gemeinschaften reagieren empfindlich sowohl auf lokale Störungen als auch auf weltweite Klimaveränderungen. Die fortschreitende Erwärmung des Nordozeans etwa verändert das Leben am norwegischen Kontinentalhang. Wo sich vor zehn Jahren noch vieles größere Getier wie Muscheln, Krebse oder auch Seeanemonen getummelt hatte, deuten Unterwasserfotos an, dass heute von einigen Tierarten nur noch etwa die Hälfte von einst vorkommt. Auch dem Leben an Gasaustritten oder mineralischen Quellen setzen die weltweit steigenden Temperaturen zu.

> „Dort unten ist ein gigantischer Genpool versammelt. Manche Bakterien überleben selbst bei hohen Konzentrationen an Schwermetallen, die aus dem Erdinneren ins Meerwasser strömen.“

Wann die Belastungsgrenze des Tiefenlebens erreicht ist, weiß derzeit niemand. Womöglich naht sie schneller als geahnt - der Verlust einer wertvollen Ressource. „Dort unten ist ein gigantischer Genpool versammelt. Manche Bakterien überleben selbst bei hohen Konzentrationen an Schwermetallen, die aus dem Erdinneren ins Meerwasser strömen. Die Kenntnis ihrer Gene birgt möglicherweise ein großes Anwendungspotenzial für den Menschen.“ Vielleicht etwa ließen sich mit Hilfe solcher Mikroorganismen schwermetallbelastete Abwässer umweltverträglich säubern.

DER GREIFARM DES UNTERWASSER-ROBOTORS ZIEHT „STECHROHRE“ MIT SEDIMENTPROBEN AUS DEM GRUND. FOTO: MARUM

Überall in den Ozeanen könnten noch viele solche Lebensräume auftauchen, von deren Existenz heute niemand etwas ahnt. HERMES hilft zu verstehen, um zu schützen – damit die untermeerischen Oasen nicht zerstört sind, bevor sie entdeckt und ihre Geheimnisse gelüftet sind. CORNELIA REICHERT

GKSS-Forschungszentrum Geesthacht

AUSWIRKUNG DES KLIMAWANDELS AUF DEN OSTSEERAUM

Weltweit verändert sich das Klima, aber wie, ist von Region zu Region verschieden. Um Anpassungsmaßnahmen zu planen, werden nun dringend regionale Bestandsaufnahmen und Prognosen gebraucht. Unter Federführung des GKSS-Klimaexperten Professor Dr. Hans von Storch und koordiniert vom BALTEX Sekretariat an der GKSS haben sich rund 80 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus 13 Anrainerstaaten der Ostsee zusammengeschlossen, um Klimaänderungen im Ostsee-Raum sowie Szenarien bis zum Jahr 2100 zu beschreiben. „Der BACC-Bericht ist eine regionale Variante des vom Weltklimarat veröffentlichten IPCC-Reports zur globalen Klimaänderung“, so von Storch.

> „Klimaszenarien sind zwar plausible, aber oftmals vereinfachte Beschreibungen möglicher Zukünfte. Eindeutige Vorhersagen sind sie nicht.“

Bereits im vergangenen Jahrhundert hat sich die Lufttemperatur im nördlichen Ostseeraum um etwa ein Grad Celsius erhöht, im Süden dagegen nur um rund 0,7 Grad Celsius. Ohne wirkungsvolle Gegenmaßnahmen könnten die Lufttemperaturen bis zum Jahr 2100 um vier bis sechs Grad Celsius im Norden und um drei bis fünf Grad Celsius im südlichen Gebiet steigen, wodurch die winterliche Eisbedeckung der Ostsee um 50 bis 80 Prozent abnehmen würde. Die Experten erwarten außerdem höhere Niederschläge im Winter und trockenere Sommer. Die mögliche Zunahme des Niederschlags könnte – neben dem Rückgang des mittleren Salzgehalts – einen vermehrten Nährstoffeintrag in die Ostsee nach sich ziehen, was durch Überdüngung die Algenblüte verstärken könnte. Zudem könnte die Wassertemperatur steigen. Diese Veränderungen würden sich auf das gesamte Ökosystem auswirken, von den Bakterien und Algen bis hin zu kommerziell genutzten Fischarten wie dem Dorsch. Auch könnte die Ostsee-Ringelrobbe in Zukunft mehr Schwierigkeiten haben, Eisflächen im Winter zu finden, auf die sie für die Fortpflanzung angewiesen ist. Dagegen würde an Land die Vegetation wahrscheinlich üppiger wachsen und der Frühling würde früher einsetzen.
Diese Ergebnisse sollten mit Zurückhaltung interpretiert werden, betont von Storch: „Klimaszenarien sind zwar plausible, aber oftmals vereinfachte Beschreibungen möglicher Zukünfte. Eindeutige Vorhersagen sind sie nicht.“ Eine Aktualisierung des nun publizierten Ostsee-Berichts ist in fünf Jahren geplant: „Bis dahin wissen wir sehr viel mehr über die Perspektiven und Folgen des Klimawandels und können umfassendere Aussagen zu Anpassungsstrategien machen“, erklärt von Storch. ARÖ

Weitere Informationen: www.baltex-research.eu/BACC/

SATELLITENAUFNAHME DES OSTSEE-GEBIETES IM FRÜHJAHR 2004. DIE EISBEDECKUNG DER OSTSEE KÖNNTE IN ZUKUNFT AUCH IM NORDEN STARK ABNEHMEN. Foto: NASA/goddard space flight center/GeoEye

GPS-MESSUNGEN WÄHREND DER FELDARBEITEN AM INYLTCHEK-GLETSCHER. FOTO: GFZ

Helmholtz-Zentrum Potsdam
Deutsches GeoForschungsZentrum – GFZ

BERGLAND IM WANDEL

Karge Steppen 2.500 Meter über dem Meeresspiegel, Walnusswälder und gewaltige Gebirgszüge mit Gipfeln über 7.000 Metern kennzeichnen Kirgistan. Landwirtschaft und Bergbau sichern noch immer der Mehrheit der fünf Millionen Einwohner den Unterhalt, das Land modernisiert sich wegen veralteter Infrastruktur und fehlender Industrie langsamer als gewünscht. Doch nicht nur gesellschaftlich, auch geologisch und landschaftlich ist das Land im Umbruch.

> „Ohne geowissenschaftliche Daten sind Siedlungen, Straßen und Pipelines stets gefährdet, denn das ist eine der geodynamisch aktivsten Regionen der Erde."

Kirgistans Oberfläche und Untergrund werden durch die Auffaltung des Pamir-Tienshan und des Himalaya geprägt. Diese Region Zentralasiens gehört zu den tektonisch dynamischsten Gebieten der Erde. Um die damit verbundenen geologischen, hydrologischen und klimatologischen Prozesse zu beobachten, haben Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ vor vier Jahren unter der Leitung von Professor Dr. Christoph Reigber und Dr. Bolot Moldobekov in der Hauptstadt Bischkek ein modernes Geoforschungsinstitut gegründet. Das Zentralasiatische Institut für Angewandte Geowissenschaften (ZAIAG) entstand als Kooperationsprojekt der Republik Kirgistan und des GFZ und weiteren Partnern wie dem Internationalen Zentrum für Entwicklungs- und Umweltforschung der Justus Liebig-Universität Gießen. Die Kosten wurden durch das BMBF und die kirgisische Regierung getragen.
Hier können Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den zentralasiatischen Staaten forschen und die nächste Generation von Geoexperten ausbilden. „Wir wollen diesen Kolleginnen und Kollegen den Anschluss an die internationale Forschung ermöglichen", sagt Dr. Oliver Bens, Leiter des Wissenschaftlichen Vorstandsbereichs am GFZ.

Eine Aufgabe ist der Aufbau eines „Global Change Observatory Central Asia" am ZAIAG, denn in Kirgistan lassen sich die Kräfte besonders gut erfassen, welche Landschaft und Klima formen und verändern. „Der indische Subkontinent drückt auf die eurasiatische Platte, und die geologischen Kräfte sind enorm, wie schon die Auffaltung des Himalaya zeigt. Diese Kräfte wirken bis weit nach China und Zentralasien hinein", erklärt Bens.
Diese Forschung ist nicht nur wissenschaftlich hoch spannend, sondern auch von praktischer Relevanz: Denn in Kirgistan lässt sich das aktive „System Erde" im Alltag erleben: „Ohne gesicherte geowissenschaftliche Daten sind Siedlungen, Straßen, Pipelines und andere Infrastrukturprojekte stets gefährdet, das ist eine der geodynamisch aktivsten Regionen der Erde" erklärt Bens. Hangrutsche, Bergstürze und Schlammströme, aber auch Erdbeben sind an der Tagesordnung. Am ZAIAG werden Satellitendaten zusammen mit Befunden aus Bodenstationen und Gletschermessungen ausgewertet, um aktuelle Entwicklungen zu erfassen.

> „Die Gründung eines solchen Instituts ist Hilfe zur Selbsthilfe und aktiviert das geowissenschaftliche Potenzial des Landes."

„Als Geowissenschaftler sehen wir nicht nur die Landschaft, wie sie heute ist. Wir interessieren uns auch dafür, wie diese Landschaft entstanden ist, was sie formt und bestimmt und wie sie sich in den nächsten Jahrtausenden entwickeln wird." Das gilt auch für das Klima: Durch Sedimentbohrungen in Seen rekonstruieren die ZAIAG-Forscher die Entwicklung und Klimageschichte der Region, denn die Ablagerungen von Flora und Fauna erlauben Rückschlüsse auf mehr als 100.000 Jahre wechselvolle Klimageschichte – Themen genug für Doktoranden aus zahlreichen Ländern, die am ZAIAG arbeiten.
Ein weiteres Forschungsgebiet ist die Georessource Wasser. Im Frühsommer, wenn Schneefelder und Berggletscher schmelzen, stauen sich große Wassermassen auf, die dann ins Tal hinunterbrechen und dort Siedlungen und Felder überschwemmen. Zeitgleich herrscht in Zentralasien Wassermangel in der Fläche, so dass Steppen sich ausdehnen, Böden versalzen und erodieren. Ein zusätzliches Problem entsteht durch Altlasten, zum Beispiel aus

der Uranförderung: Durch Hangrutsche kann der Abraum aus ehemaligen Bergwerken die Trinkwasserspeicher kontaminieren. „Kirgistan ist ein riesengroßes Landschaftslabor“, führt Bens aus. Und das Kirgisisch-Deutsche Forschungsinstitut ZAIAG kann die wissenschaftlichen Grundlagen für kluge Entscheidungen liefern, damit das Land sich entwickeln und seine Infrastruktur verbessern kann. „Die Gründung eines solchen Instituts, das sich mit der Nutzung und dem Management von Naturressourcen beschäftigt, soll zum einen Hilfe zur Selbsthilfe leisten, zum anderen aber auch das vorhandene geowissenschaftliche Potenzial des Landes aktivieren und sichern“, erklärt Bens. „Hier können die kirgisischen Kollegen Strategien zur Lösung der Probleme entwickeln und mit Partnern aus den anderen zentralasiatischen Staaten und Deutschland umsetzen.“ ANTONIA RÖTGER

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ

WASSER SMART NUTZEN

Sauberes Trinkwasser ist kostbar, Klimawandel und Bevölkerungswachstum verschärfen die Lage. Im Grenzgebiet zwischen Jordanien, Israel und den palästinensischen Autonomiegebieten sind die Grundwasservorkommen übernutzt, der Wasserspiegel des Toten Meeres sinkt, und der See Genezareth ist von Versalzung bedroht. Manche Siedlungen müssen durch Lastwagen mit Trinkwasser versorgt werden.

In dieser Krisenregion suchen Experten des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung – UFZ nach der Lösung: ein nachhaltiges Wassermanagement für die Zukunft. Gemeinsam mit Forschungspartnern aus Deutschland und dem Nahen Osten sowie Entscheidungsträgern auf regionaler Ebene haben sie das Projekt „Sustainable Management of Available Water Resources with Innovative Technologies” oder kurz SMART aufgebaut.

Dr. Stefan Geyer und Dr. Christian Siebert vom UFZ erfassen mit hydrogeologischen Methoden, wie sich die unterirdischen Wasservorkommen bilden und im Lauf der Zeit entwickeln. Ein Problem dabei: Ein großer Teil des Niederschlags versickert nicht, sondern fließt auf den kargen Böden in den stark verschmutzten Jordan oder das Tote Meer. „Auf Testflächen“, erklärt Siebert, „untersuchen wir Möglichkeiten, diesen Oberflächenabfluss zu retten, indem wir die Böden zum Beispiel durch Bepflanzung wasserdurchlässiger machen.“

> „Wenn wir für diese Krisenregion gute Lösungsansätze finden, dann werden einige dieser Ideen auch auf andere Regionen übertragbar sein.“

Zurzeit braucht die Landwirtschaft den Großteil der hochwertigen Grundwasserressourcen. Dabei könnten die Felder auch mit gereinigtem Abwasser bewässert werden. Hier setzt ein weiterer Teil von SMART an: Dr. Roland Müller vom UFZ testet mit drei deutschen Industriepartnern Methoden zur preiswerten Aufbereitung von Brauchwässern. Und Siebert und seine Kollegen wollen prüfen, wie dieses aufbereitete Brauchwasser versickert und durch das Gestein auf natürlichem Weg kostenlos weiter gereinigt wird, so dass es einige Zeit später zur Bewässerung oder sogar als Trinkwasser wieder entnommen werden kann. „Wenn wir für diese Krisenregion gute Lösungsansätze finden, dann werden einige dieser Ideen auch auf andere Regionen übertragbar sein“, sagt Siebert. ARÖ

Weitere Informationen: www.iwrm-smart.org

EIN TANKWAGEN PUMPT TRINKWASSER AUS EINER DER WENIGEN NATÜRLICHEN QUELLEN AB, UM DÖRFER ZU VERSORGEN. Foto: A. Künzelmann/UFZ

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ

ZUKUNFTSLABOR MEGASTADT

Rund zwei Prozent der Landfläche der Erde sind von Städten bedeckt, dennoch leben darauf heute schon rund 50 Prozent der Menschen, Tendenz steigend. Das muss kein Problem sein: In verdichteten Städten mit kurzen Wegen könnten Menschen sogar effizienter wirtschaften und bei gleichem Lebensstandard weniger Ressourcen verbrauchen als in dünn besiedelten Regionen. Doch Städte wuchern oft ungesteuert: Dann wird Risikoterrain bebaut, sind Verkehrswege verstopft, Luft und Wasser werden verschmutzt, was die Lebensqualität und Chancen für die Einwohner sehr deutlich reduziert.

> „Was sind die Triebkräfte der rasanten Veränderungen und wie lassen sich diese Prozesse steuern, so dass die Lebensqualität steigt und die Umwelt weniger belastet wird?“

Hier setzt die Helmholtz-Initiative „Risk Habitat Megacity“ an. 40 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus fünf Helmholtz-Zentren (UFZ federführend, DLR, FZK, HZI, GFZ) haben sich mit Forschungseinrichtungen aus Chile zusammengetan, um in der Hauptstadt Santiago Dynamik und Komplexität des Wachstums zu untersuchen. Ziel ist es, Hebel zu finden, mit denen die Politik diese Prozesse besser steuern kann. Der wissenschaftliche Koordinator Dr. Dirk Heinrichs vom UFZ skizziert die Fragestellung so: „Was sind die Triebkräfte der rasanten Veränderungen und wie lassen sich diese Prozesse steuern, so dass die Lebensqualität gesichert und die Umwelt weniger belastet wird?“ Anders formuliert: Wie können Chancen der Urbanisierung genutzt und Risiken vermindert werden? In Lateinamerika ist die Verstädterung ähnlich weit fortgeschritten wie in Europa – schon mehr als drei Viertel der Einwohner leben in Städten. Andererseits ist der Übergang in eine Dienstleistungs- und Wissensgesellschaft noch nicht vollzogen: So tragen zum Beispiel in Chile vor allem Kupferabbau und Fischfarmen zur Wirtschaftskraft des Landes bei. Auch deshalb ist Santiago de Chile ein geradezu ideales Labor für die interdisziplinär angelegte Helmholtz-Inititiative. „Santiago ist vielen Megastädten in Schwellenländern Jahrzehnte voraus, hier können wir einen Blick in die Zukunft werfen“, erklärt Heinrichs. Denn Santiago gilt als reife Megastadt: Die Zuwanderung aus dem ländlichen Raum hat abgenommen, die Geburtenrate ist gesunken, die Lebenserwartung gestiegen. Dennoch wächst die Stadt seit einigen Jahren schneller und zerfasert dabei. Während die Innenstadtbezirke zerfallen, entstehen an den Stadträndern luxuriöse, bewachte Siedlungsgebiete. Diese „barrios cerrados“ werden aufgrund der Kessellage der Hauptstadt oft in problematischen Lagen errichtet: beispielsweise an bislang bewaldeten Berghängen, in Wasserschutzgebieten oder Erdbebenrisikozonen. Die chilenischen und deutschen Forscher modellieren Gefahren wie Starkregenabflüsse und Hangrutschungen, gestützt auf hydrologische und seismische Messungen.
Ebenfalls an den Stadtgrenzen liegen die Wohngebiete armer Zuwanderer, so dass die sozialen Kontraste inzwischen weitaus härter als zuvor aneinanderstoßen. „Die neue Nachbarschaft bringt zwar Chancen auf bessere Infrastruktur und Arbeitsplätze, aber auch das Risiko der Verdrängung“, erklärt Heinrichs. Mit Fragebögen und leitfadengestützten Interviews schätzen die beteiligten Sozialwissenschaftler die sozialen Risiken und Chancen ab.

> „Die politischen Entscheider auf regionaler Ebene wollen sehen, wo es Hebel gibt, mit denen sie das Wachstum der Metropolregion steuern können.“

Die Helmholtz-Initiative untersucht auch die Versorgung mit Wasser und Energie, die Entsorgung von Abwasser und Abfall sowie die Luftqualität und die Mobilitätsbedürfnisse der verschiedenen Bevölkerungsgruppen. So reicht der öffentliche Nahverkehr bei weitem nicht aus, und die steigende private Fahrzeugflotte sorgt für schlechte Luft und beeinträchtigt die Gesundheit der Einwohner. Ein Ziel der Helmholtz-Initiative sind realistische Szenarien, mit denen sich die verschiedenen Entwicklungswege durchspielen lassen, wobei der Ressourcenverbrauch an Fläche, Energie oder Wasser deutlich wird.
Zu jedem Thema der Initiative gibt es Teams aus deutschen

SANTIAGO LIEGT IN EINEM BECKEN UND WÄCHST ALLMÄHLICH DIE BERGHÄNGE HOCH. FOTO: KÜNZELMANN/UFZ

und chilenischen Forschern sowie auf jeder Seite mindestens einen Doktoranden. Außerdem bieten die chilenischen Partneruniversitäten Workshops und Seminare an, die nicht nur von Studierenden, sondern auch von Mitarbeitern der kommunalen Verwaltungen und politischen Gremien besucht werden. „Einer der wichtigsten Partner dieses Forschungsprojekts sind die politischen Entscheider auf regionaler Ebene. Die wollen sehen, wo es Hebel gibt, mit denen sie das Wachstum der Metropolregion steuern können“, sagt Heinrichs. Mit den richtigen Anreizen könne es gelingen, die Entwicklung nachhaltiger zu gestalten und Wasserschutz- oder Risikogebiete nicht zuzubauen, ist Heinrichs überzeugt. „Mit unseren Untersuchungen schärfen wir auch das Bewusstsein dafür, welche Bürden Fehlsteuerungen heute für die Lebensqualität und Chancen der nächsten Generation bedeuten“, so Heinrichs.
Bereits Ende 2010 sollen einzelne Elemente einer Strategie für nachhaltige Entwicklung in Santiago vorgelegt werden. Im weiteren Verlauf des „Mega-Projekts“ von 2010 bis 2013 wollen die Projektpartner auch andere Städte Lateinamerikas in die Forschung mit einbeziehen und gewonnene Lösungsansätze auf ihre Übertragbarkeit prüfen. ANTONIA RÖTGER

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

DAS GROSSE TAUEN AM POL

Das Meereis am Nordpol schwindet rasant. Forscher vom Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven (AWI) vermuten die Ursache im Zusammenspiel zwischen Eis, Ozean und Atmosphäre. Dessen besonderen Mechanismen wollen sie gemeinsam mit Kolleginnen und Kollegen aus 13 Ländern und 48 Partnerinstituten mit Hilfe von Modellen und Langzeitbeobachtungen im Rahmen des EU-Projekts DAMOCLES (Developing Arctic Modelling and Observing Capabilities for Long-term Environment Studies) auf die Spur kommen. Auf dem Eis verankerte, autonome Messbojen etwa versorgen die Wissenschaftler via Satellit regelmäßig mit Informationen über Strömung, Temperatur oder Salzgehalt – auch unabhängig von Forschungsfahrten mit dem Schiff.

Die Eisexperten vom AWI bestimmen nicht nur, wie weit sich das Eis ausdehnt, sondern auch, wie dick es ist: Zieht es sich an einer Stelle zurück, schiebt der Wind die Schollen andernorts vielleicht übereinander, die Menge insgesamt bleibt womöglich gleich. In den von DAMOCLES untersuchten Gebieten indes ist das Eis generell dünner geworden. Vielleicht überlagert hier eine natürliche Klimaschwankung den Treibhauseffekt. Oder das Nordpolgebiet ist besonders empfindlich:

> „Die Mechanismen der Wärmepumpe „Arktischer Ozean“ müssen geklärt werden, um das Gesamtsystem Erde zu verstehen.“

Schmilzt das helle Eis, gibt es die dunkle Wasseroberfläche frei, was wiederum den Schmelzprozess verstärkt. Welcher Effekt welchen Einfluss hat, ist derzeit noch Spekulation. „Der Arktische Ozean ist bis in mehrere Kilometer Tiefe erheblich wärmer geworden. Die Mechanismen der Wärmepumpe „Arktischer Ozean“ müssen geklärt werden, um das Gesamtsystem Erde zu verstehen“, erklärt Professorin Dr. Ursula Schauer. Dank DAMOCLES werden die entsprechenden Klimamodelle besser und die Prognosen belastbarer. AWI

WÄHREND EINER POLARSTERN-EXPEDITION IM JAHR 2007 WURDEN IN DER ZENTRALEN ARKTIS AUTONOME MESSBOJEN AUSGELEGT, DIE IHRE DATEN VIA SATELLIT SENDEN. Foto: Karel Bakker/NIOZ

FORSCHUNGSBEREICH GESUNDHEIT

Der Forschungsbereich Gesundheit wurde im Rahmen der Programmorientierten Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft zu Beginn des Jahres 2008 begutachtet. In der kommenden Programmperiode werden ab 2009 sechs neu ausgerichtete Forschungsprogramme bearbeitet. Diese widmen sich den großen Herausforderungen in der Gesundheitsforschung. Einen besonderen Stellenwert nimmt dabei der Transfer von Forschungsergebnissen aus dem Labor in die Klinik ein. Der vorliegende Geschäftsbericht 2007/2008 gibt daher zunächst einen Überblick über die bisherige Struktur, Aufgabenstellung und die wissenschaftliche Arbeit des Forschungsbereiches. Im Anschluss daran werden die Forschungsprogramme vorgestellt, die für die strategische Ausrichtung der Gesundheitsforschung in den kommenden fünf Jahren stehen.

DIE AUFGABE

Im Forschungsbereich Gesundheit der Helmholtz-Gemeinschaft werden Ursachen komplexer Krankheiten untersucht und neue Strategien für Prävention, Diagnose und Therapie entwickelt, um mehr Erkrankungen des Menschen als bisher ursächlich behandelbar und damit heilbar zu machen. Angesichts veränderter Lebensgewohnheiten und einer alternden Bevölkerung erweitert sich das Spektrum der Krankheiten – neue Prioritäten in der Forschung müssen gesetzt werden: So wurde zur Stärkung der Erforschung degenerativer Krankheiten des Gehirns im Frühjahr 2008 die Gründung des Helmholtz-Zentrums für Neurodegenerative Erkrankungen vom Bundesministerium für Bildung und Forschung beschlossen. Dem Kernstandort Bonn, zu dem auch die Universitäten in Bonn und Köln, das Forschungszentrum Jülich und das Forschungszentrum caesar in Bonn beitragen, sind sechs Partnerinstitute in Göttingen, Magdeburg, München, Tübingen, Witten sowie Mecklenburg-Vorpommern für die Demenzforschung zur Seite gestellt.
Neue Strukturen schafft ebenfalls die strategische Allianz des DKFZ mit dem Zentrum für Molekulare Biologie der Universität Heidelberg. Mit der Vertragsunterzeichnung im Dezember 2007 wurde diese Allianz mit über 500 Mitarbeitern offiziell ins Leben gerufen. Die signifikant verstärkte biomedizinische Grundlagenforschung in diesem Zentrum der zellulären und molekularen Lebenswissenschaften wird einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung neuer Ansätze für Vorbeugung, Diagnose und Therapie von Krebserkrankungen leisten. Mit der Vertragsunterzeichnung zur neuen strategischen Allianz JARA-BRAIN als gemeinsame Einrichtung zwischen der Universitätsklinik Aachen und dem Bereich Gesundheit des Forschungszentrums Jülich werden die Kompetenzen in der Grundlagen- und translationalen Forschung bei komplexen neuropsychiatrischen Erkrankungen gebündelt. Zudem wird in JARA-BRAIN der Ausbildungsgang „Clinician Neuroscientist“, mit der strukturierten Ausbildung junger Wissenschaftler und Ärzte sowohl in der Grundlagenforschung als auch der klinischen Medizin ermöglicht.
Mit der Umbenennung der „GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit“ in „Helmholtz Zentrum München - Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt“ verdeutlicht das Zentrum seine Zugehörigkeit zur Helmholtz-Gemeinschaft und seine Verankerung in der Münchener Forschungslandschaft. Gleichzeitig steht der neue Name für eine strategische Weiterentwicklung des Forschungszentrums, das sich verstärkt auf die Zusammenhänge von Gesundheit und globalem Wandel konzentrieren wird.

„Um die Lebensqualität in einer alternden Gesellschaft zu verbessern, müssen wir auf der Basis unserer exzellenten Grundlagenforschung neue Ansätze zur Vorbeugung und Behandlung der großen Volkskrankheiten entwickeln und in die klinische Anwendung bringen."

PROF. DR. OTMAR D. WIESTLER Vizepräsident für den Forschungsbereich Gesundheit, Deutsches Krebsforschungszentrum

DIE PROGRAMMSTRUKTUR IN DER FÖRDERPERIODE 2003*-2008

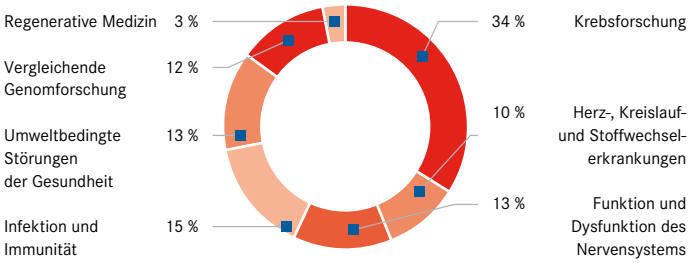
Im Forschungsbereich Gesundheit haben in der ersten Programmperiode zehn Helmholtz-Zentren kooperiert. Dazu zählen das Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung, das Deutsche Krebsforschungszentrum, das Forschungszentrum Jülich, das Forschungszentrum Karlsruhe, das GKSS-Forschungszentrum Geesthacht,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

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

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

Die Struktur des Forschungsbereichs Gesundheit
Grundfinanzierte Kosten 2007: 277 Mio. Euro

Zusätzlich erhält der Forschungsbereich Gesundheit 108 Mio. Euro Drittmittel.
Damit stehen ihm Gesamtmittel i.H.v. 385 Mio. Euro zur Verfügung.



DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2003*-2008

Das Programm Krebsforschung

Mit dem Begriff „Krebs“ wird eine Gruppe von schweren und komplexen Erkrankungen bezeichnet, die durch eine unkontrollierte Vermehrung von Körperzellen gekennzeichnet ist. In Deutschland erkranken jährlich etwa 450.000 Menschen an Krebs, mehr als die Hälfte stirbt an den Folgen der Erkrankung. Mit ihrem oft langwierigen Verlauf und ihrer schlechten Prognose haben Krebserkrankungen schwerwiegende psychosoziale und sozioökonomische Folgen für die betroffenen Patienten und ihre Angehörigen.
Ziel der Forschung ist es, die Vorbeugung, Früherkennung, Diagnostik und Therapie von Krebserkrankungen signifikant zu verbessern. Dazu analysieren Forscherinnen und Forscher die Signalketten von Tumorzellen, ergründen die genetischen Grundlagen der Erkrankung und identifizieren die Risikofaktoren, die zu einer Krebserkrankung führen. Ein Schwerpunkt des Programms liegt in der Entwicklung und Anwendung innovativer diagnostischer und therapeutischer Verfahren auf der Basis molekularer, zellbiologischer, immunologischer und radiophysikalischer Erkenntnisse und Technologien. Die Rolle des Immunsystems bei Krebserkrankungen und die Untersuchung der Zusammenhänge von Infektionen und Krebs zählen ebenfalls zu den Forschungsschwerpunkten. Auch die Medizintechnik spielt im Programm Krebsforschung eine wichtige Rolle – neue bildgebende Verfahren und neue Strategien für die Strahlenbehandlung ermöglichen präzisere Diagnosen und Therapien. Ein herausragendes Beispiel für erfolgreichen Forschungstransfer war die Markteinführung eines prophylaktischen Impfstoffs gegen Humane Papillomviren, die ursächlich an der Entstehung von Gebärmutterhalskrebs beteiligt sind. Die Grundlagen für die Entwicklung dieses mittlerweile weltweit eingesetzten Impfstoffes wurden am Deutschen Krebsforschungszentrum gelegt.

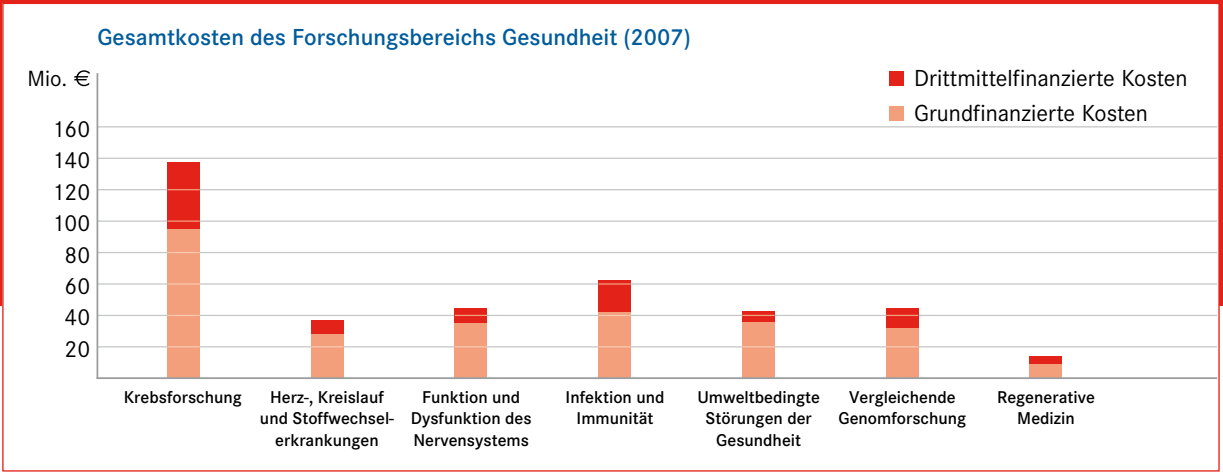
Das Programm Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen

Die häufigste Todesursache in den westlichen Industrieländern sind kardiovaskuläre Erkrankungen. Wesentliche Risikofaktoren sind Bluthochdruck, Diabetes, erhöhte Blutfette, Tabakkonsum und Übergewicht. Diese Leiden verursachen immense Kosten für das Gesundheitswesen. Um die Anzahl dieser Erkrankungen auf lange Sicht nachhaltig zu verringern, erforschen die Wissenschaftler die Ursachen für Gefäßerkrankungen und Bluthochdruck, für Erkrankungen des Herzens und der Niere sowie von Stoffwechselkrankheiten wie Diabetes und Adipositas. Darüber hinaus entwickeln sie neue Formen der Prävention, der Diagnose und Behandlung. Dabei stützen sich die Forscherinnen und Forscher auf verschiedenartige methodische Ansätze, die in der Genetik, der Genomik und Bioinformatik, der Zellbiologie oder Epidemiologie begründet sind.

Das Programm Funktion und Dysfunktion des Nervensystems

Mit der steigenden Lebenserwartung der Menschen erhöht sich auch das Risiko neurologischer und psychiatrischer Erkrankungen. Die neurowissenschaftliche Forschung der Helmholtz-Gemeinschaft vertieft durch ihre Grundlagenforschung das Wissen über die Ursachen dieser Krankheiten. Im Zentrum der Forschung haben in der ersten Runde der Programmorientierten Förderung degenerative Erkrankungen des Zentralnervensystems gestanden wie zum Beispiel Morbus Parkinson oder Morbus Alzheimer, aber auch Epilepsien, Hirntumore oder Beeinträchtigungen der kognitiven Leistungen nach Schlaganfällen. Um die relevanten Mechanismen zu analysieren, ist es notwendig, einzelne signalübertragende Moleküle und Zellen gezielt unter die Lupe zu nehmen, aber auch das neurale System als Ganzes zu betrachten. Die Wissenschaftler nutzen Großgeräte zur Analyse normaler und pathologisch veränderter Mechanismen im lebenden menschlichen Gehirn und setzen auf modernste Verfahren nicht-invasiver Bildgebung mit Magnet-Resonanz-Tomographie, Positronen-Emissions-Tomographie und Magnetenzephalographie, der Genomforschung und Zellbiologie sowie auf aussagekräftige Tiermodelle.

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



Das Programm Infektion und Immunität

Mehr als 17 Millionen Menschen sterben jedes Jahr weltweit an Infektionskrankheiten – das ist ein Drittel aller Todesfälle. Angesichts der wachsenden Bedrohung durch Infektionskrankheiten ist es Ziel der Forschung in den vergangenen fünf Jahren gewesen, die grundlegenden Mechanismen von Infektion und Immunität zu verstehen. Die Forscherinnen und Forscher untersuchen die Ursachen der Pathogenität von Erregern, um zu einem besseren Verständnis der molekularen und zellulären Vorgänge eines Infektionsprozesses zu gelangen. Parallel dazu analysieren sie die Entstehung von Immunität, das heißt der Mechanismen, mit denen Wirte Infektionen abwehren oder kontrollieren. Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse ist es möglich, neue Strategien zur Bekämpfung von Infektionskrankheiten zu erarbeiten und auch immuntherapeutische Strategien zur Behandlung von anderen chronischen Erkrankungen wie Autoimmunität und Krebs zu entwickeln.

Das Programm Umweltbedingte Störungen der Gesundheit

Die Aufrechterhaltung der Homöostase eines gesunden Organismus erfordert das fein abgestimmte Gleichgewicht zwischen genetischer Disposition und den Faktoren, die über die Umwelt auf den Organismus einwirken. Wie stark beeinträchtigen Umweltfaktoren die Gesundheit? Welche molekularen und zellulären Mechanismen liegen diesen Störungen zugrunde? Welche neuen Strategien der Prävention und Therapie lassen sich daraus ableiten? Die Beantwortung dieser Fragen ist zentrales Ziel dieses Forschungsprogramms. Im Fokus stehen häufig auftretende Krankheiten wie Entzündungen des Atemtraktes, Allergien und Krebs, an deren Entstehung Umweltnoxen wie partikelförmige Luftverunreinigungen (Aerosole), Chemikalien und ionisierende Strahlen wesentlich beteiligt sind. Zum einen setzen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler beim toxischen Wirkstoff an, der identifiziert und dessen krankheitsauslösender Mechanismus untersucht wird, um Strategien zur Risikoevaluierung und -minderung zu entwickeln. Zum anderen werden Entstehungsmechanismen der oben genannten Krankheiten untersucht, um herauszufinden, in welchem Maße Umweltfaktoren beteiligt sind.

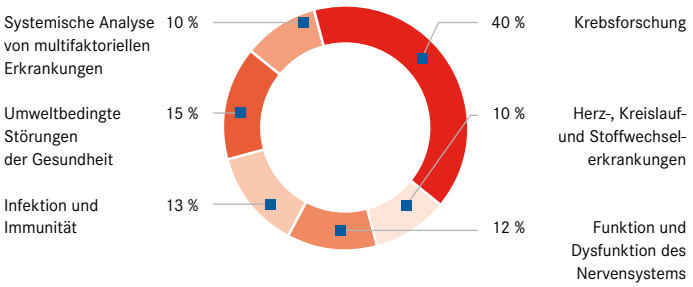
Das Programm Vergleichende Genomforschung

Menschliche Gesundheit und Krankheit auf genetischer und zellulärer Ebene zu verstehen, ist die zentrale Aufgabe der vergleichenden Genomforschung. Um die molekularen Ursachen von Krankheiten aufzuklären, entschlüsseln Wissenschaftler zunächst die genetischen Programme von Modellorganismen wie der Maus und übertragen diese Erkenntnisse dann auf entsprechende Mechanismen im menschlichen Genom. Die Ergebnisse werden in Datenbanken gespeichert und ausgewertet. Die Proteomforschung ergänzt die Erkenntnisse über die genetischen Komponenten von Erkrankungen durch Informationen über die Genprodukte, die Proteine und über deren intrazelluläre krankheitsrelevante Interaktionen. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Programms sind wesentlich am Nationalen Genomforschungsnetz beteiligt.

Das Programm Regenerative Medizin

In den industrialisierten Ländern nehmen – als Folge der steigenden Lebenserwartung – alterstypische Krankheiten zu, die mit Funktionsstörungen oder dem Versagen von Zellen, Geweben und Organen verbunden sind. Die Therapiemethoden der Regenerativen Medizin werden daher immer wichtiger. Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler entwickelten für die Regenerative Medizin Materialien, Verfahren und Systeme, die für die Züchtung von Gewebe (Tissue Engineering) und für Organersatzsysteme genutzt werden können. Diese haben die Aufgabe, der Funktion der natürlichen Vorbilder möglichst nahe zu kommen und erkrankte Organe zu unterstützen oder zu ersetzen. Außerdem arbeiteten die Forscher daran, die Schnittstelle zwischen Technologie und Organismus zu verbessern, so dass beispielsweise bei einer Handprothese durch Neurokopplung ein Teil der Sensorik wiederhergestellt werden kann.

Die Struktur des Forschungsbereichs Gesundheit
Grundfinanzierte Kosten Plan 2009: 327 Mio. Euro



DIE PROGRAMME IN DER PROGRAMMORIENTIERTEN FÖRDERUNG 2009-2013

Unsere Gesellschaft steht vor weitreichenden demografischen und sozioökonomischen Veränderungen: Die Lebenserwartung steigt, die Geburtenrate sinkt, der Lebensstil verändert sich. Dadurch nehmen chronische Erkrankungen zu. Die wachsende Mobilität der Bevölkerung führt zudem zu einer schnelleren Verbreitung von Infektionskrankheiten. Es ist bekannt, dass die Interaktion der individuellen genetischen Prädisposition mit der Umwelt eine wichtige Rolle in der Genese komplexer chronischer Erkrankungen spielt. Um diese Herausforderung zu bewältigen, werden neue Ansätze für die Diagnostik, Behandlung, Früherkennung und Prävention der großen Volkskrankheiten benötigt. Auf der Basis einer exzellenten Grundlagenforschung ist es das gemeinsame Ziel der Helmholtz-Zentren im Forschungsbereich Gesundheit, die Ursachen und pathogenen Mechanismen von häufig auftretenden und sozio-ökonomisch relevanten Krankheiten zu verstehen, um dann gezielt neue Strategien für die Klinik zu entwickeln. Um dieses Ziel zu erreichen, stützen sich die Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler auf drei Säulen:

- Exzellente Grundlagenforschung,
- Analyse komplexer biologischer Systeme (Systembiologie) und
- Translation der Forschungsergebnisse in die klinische Anwendung.

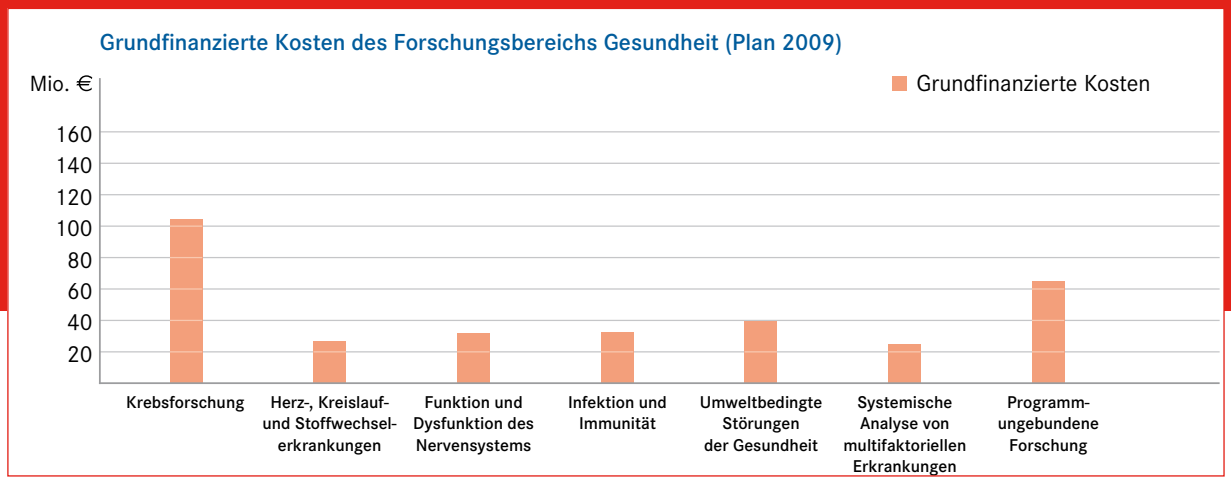
In den Forschungsprogrammen der Gesundheitsforschung werden in der kommenden Förderperiode von 2009 bis 2013 acht Helmholtz-Zentren kooperieren: das Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung, das Deutsche Krebsforschungszentrum, das Forschungszentrum Jülich, das GKSS-Forschungszentrum Geesthacht, das Helmholtz Zentrum München – Deutsches Zentrum für Gesundheit und Umwelt, das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, das Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch sowie das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ.
Im Vorfeld der zweiten Phase der Programmorientierten Förderung 2009 bis 2013 wurden die Struktur und Zielsetzungen im Gesundheitsbereich der Helmholtz-Gemeinschaft gemeinsam überdacht, fokussiert und in höherem Maße als bisher auf ein federführendes Zentrum zugeschnitten. In der translationalen Forschung kommt den Interaktionen mit Partnern aus der Hochschulmedizin eine besondere Bedeutung zu. Zukünftig werden die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in den folgenden sechs Programmen forschen:

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

Um zeitnah auf neue Entwicklungen reagieren zu können, wurde ein neues, flexibles System interdisziplinärer Querschnittsaktivitäten geschaffen, welche die Programme untereinander vernetzen und zur gemeinsamen Weiterentwicklung wichtiger Ressourcen und Technologien beitragen. Hierzu zählen:

- Epidemiologie und Präventive Medizin
- Systembiologie
- Bildgebende Verfahren
- Regenerative Medizin und aktive Biomaterialien
- Strukturbiologie
- Krankheitsmodelle

Die genannten Programme und die beteiligten Zentren sind Anfang des Jahres 2008 einer strategisch-wissenschaftlichen Begutachtung unterzogen worden. Geplante Forschungsziele und für deren Umsetzung eingesetzte Strategien der einzelnen Programme wurden hochrangigen, international besetzten Gutachtergruppen zur kritischen Beurteilung vorgelegt. Dieses aufwändige Verfahren sichert das oberste Ziel der Helmholtz-Gemeinschaft, exzellente Forschung und ein Höchstmaß an wissenschaftlicher Qualität zur Lösung wichtiger gesundheitspolitischer Fragestellungen einzusetzen, optimal und nachhaltig ab.
Insgesamt wurden die in der Vergangenheit erzielten wissenschaftlichen Erfolge und Arbeiten von den Gutachtern als hervorragend beurteilt; die für die nächsten fünf Jahre aufgestellten Forschungsprogramme wurden als gut durchdacht und als sehr vielversprechend bewertet. Alle Gesundheitsprogramme und beteiligten Forschungszentren gehen damit gestärkt in die nächste Förderperiode der Programmorientierten Förderung.



Neue Programm-spezifische Schwerpunkte:

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

- im Bereich Krebsforschung die Entwicklung von Test-Verfahren, die Auskunft über das Ansprechen von Patienten auf bestimmte Therapieformen beziehungsweise deren Erfolgsaussichten geben (prädiktive Verfahren für eine individualisierte Therapie); die Weiterentwicklung hoch-innovativer Bestrahlungsmethoden zur Behandlung von Tumoren wie beispielweise die Schwerionen-Therapie;
- im Bereich der Herz-Kreislauf-Forschung die Analyse häufig auftretender metabolischer Störungen und deren Rolle bei der Entwicklung kardio-vaskulärer Erkrankungen;
- im Bereich der Erforschung von Erkrankungen des Nervensystems die Analyse der zugrunde liegenden molekularen, zellulären und systemischen Prozesse; darüber hinaus die Entwicklung neuartiger bildgebender Verfahren wie die MRI/PET-Technologie zur gleichzeitigen Analyse der anatomischen und funktionellen Details von Organen und deren Prüfung in klinischen Studien;
- im Bereich der Infektionsforschung die verstärkte Erforschung von Zoonosen, das heißt virale oder bakterielle Erkrankungen, die von Tieren auf den Menschen übertragbar sind (zum Beispiel SARS);
- im Bereich der umweltbedingten Erkrankungen das Gebiet der durch Umweltfaktoren (zum Beispiel durch Nanopartikel) bedingten entzündlichen Erkrankungen und die aus den gewonnenen Erkenntnissen ableitbaren therapeutische Maßnahmen; außerdem die Verstärkung der Grundlagenforschung zu chemischen Modifikationen des Erbguts und den damit verbundenen Änderungen der genetischen Kontrolle;
- im Bereich der Analyse multifaktorieller Erkrankungen die Entwicklung und Charakterisierung geeigneter Tiermodelle, um die zugrunde liegenden komplexen molekularen Veränderungen bei der Krankheitsentstehung besser zu verstehen.

Programmübergreifende strategische Initiativen

Der Forschungsbereich Gesundheit hat in zwei Themenfeldern Initiativen begründet, denen forschungspolitisch eine besondere strategische Bedeutung zukommt. Dazu zählen die Epidemiologie beziehungsweise präventive Medizin und die translationale Forschung. Die Mehrzahl der chronischen Erkrankungen des Menschen wird erst in einem Spätstadium diagnostiziert. Daher kommt der Risikoerfassung und Prävention künftig eine überragende Bedeutung zu. Wichtige Erkenntnisse zur Prävention der großen Volkskrankheiten sind vor allem aus der epidemiologischen Forschung zu erwarten. Ziel ist es, sowohl genetische als auch umweltbedingte Risikofaktoren zu identifizieren, deren Kenntnis es erlauben wird, Krankheiten in einem möglichst frühen Stadium zu erkennen und zu therapieren. Eine wichtige Maßnahme ist der geplante Aufbau der Kompetenz im Bereich Epidemiologie in allen Helmholtz-Gesundheitszentren. Als strategisch besonders entscheidend für die Stärkung der epidemiologischen Forschung wird die Koordination einer großen prospektiven Kohortenstudie angesehen, in die 200.000 Probanden eingebunden werden sollen (Helmholtz-Kohorte). In dieser langfristig angelegten Studie, die die Helmholtz-Gemeinschaft gemeinsam mit universitären Partnern durchführen will, werden zum Zeitpunkt der Rekrutierung gesunde Personen auf klinische Parameter sowie Lebensgewohnheiten hin untersucht und dann über einen Zeitraum von 15 bis 20 Jahren begleitet. An dieser Initiative beteiligten sich das Deutsche Krebsforschungszentrum, das Helmholtz Zentrum München, das Max-Delbrück-Centrum (MDC) Berlin-Buch, das Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung sowie das Helmholtz-Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen zusammen mit dem Forschungszentrum Jülich.
Ein weiterer programmübergreifender Schwerpunkt umfasst die Förderung der translationalen Gesundheitsforschung. Darunter sind alle Projekte zu verstehen, die gemeinsam von Grundlagenforschern und Wissenschaftlern aus dem klinischen Bereich in Angriff genommen werden, um vielversprechende Ansätze aus der Grundlagenforschung möglichst rasch in die klinische Anwendung zu bringen. Mit dem Aufbau lokaler Translationszentren in Kooperation mit den Universitätskliniken werden derzeit Infrastruktur-Plattformen geschaffen, die diesen Prozess markant beschleunigen. Die Bildung strategischer Allianzen mit Partnern aus der pharmazeutischen Industrie, der Biotechnologie und der Medizintechnik hat die Expertise auf diesem Gebiet weiter verstärkt. Es ist das erklärte Ziel der Helmholtz-Gesundheitszentren, national und international eine führende Rolle auf diesem Gebiet zu übernehmen.
Die Gesundheitsforschung will darüber hinaus einen gemeinsamen Standard bei der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses schaffen und die Karriereentwicklung verbessern, um den besten Wissenschaftlern in der nationalen und internationalen Gesundheitsforschung optimale Arbeitsbedingungen zu bieten.

DIE CT-AUFNAHME ZEIGT DIE ZERSTÖRUNG VON LUNGENGEWEBE (SCHWARZE LÖCHER) BEIM EMPHYSEM EINES RAUCHERS. FOTO: HMGU/ZIEGLER-HEITBROCK

PROJEKTE

Helmholtz Zentrum München –
Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

DIE SUCHE NACH DEM UNTERSCHIED

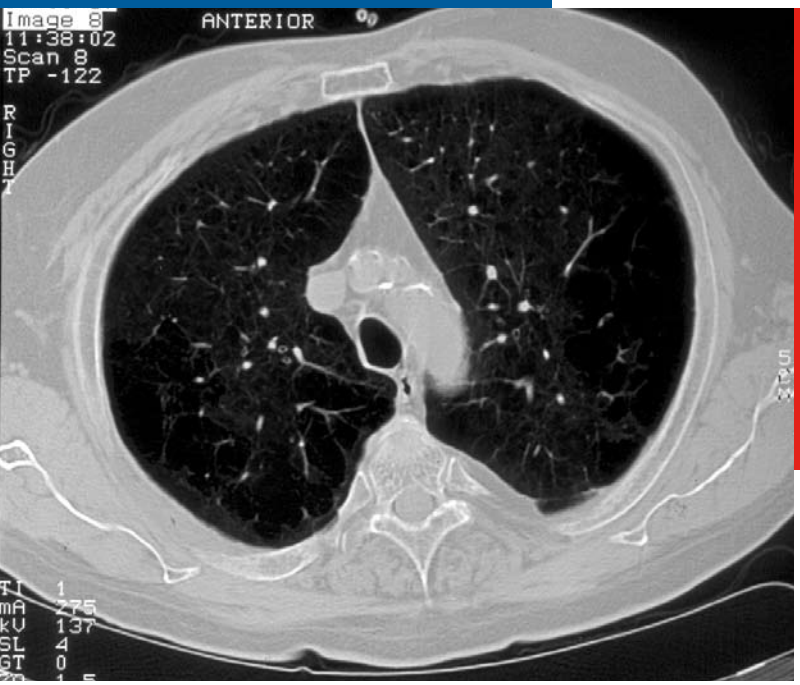
Gut ein Meter EvA-Akten stehen schon auf einem Tisch im Büro von Professor Dr. Loems Ziegler-Heitbrock von der klinischen Kooperationsgruppe für entzündliche Lungenerkrankungen am Helmholtz-Zentrum München. Dabei hat das von der EU geförderte Projekt – das Kürzel EvA steht für Emphysema versus Airway Disease in COPD – noch nicht einmal richtig angefangen. Im Lauf des Sommers sollen die vierzehn Forschungspartner aus neun europäischen Ländern zum Auftakt-Treffen zusammenkommen.

> „Spezifische Marker würden die Diagnose der Subtypen von COPD erleichtern, und natürlich hoffen wir auch, neue Angriffspunkte für die Behandlung zu finden."

Innerhalb von drei Jahren wollen die Wissenschaftler molekulare Charakteristika, so genannte Marker, für zwei Verlaufsformen der Chronisch-Obstruktiven Lungenerkrankung (COPD) finden: das Emphysem und die chronische Bronchitis. „Der Begriff COPD ist zurzeit eine Art Sammeltopf für Patienten, die an verschiedenen Untertypen dieser Erkrankung leiden", erklärt Ziegler-Heitbrock. „Spezifische Marker würden die Diagnose dieser Subtypen unheimlich erleichtern, und natürlich hoffen wir auch, neue Angriffspunkte für die Behandlung zu finden." COPD, umgangssprachlich oft verharmlosend als Raucherhusten bezeichnet, wird aktuellen Schätzungen der Weltgesundheitsorganisation zufolge im Jahr 2030 weltweit die vierthäufigste Todesursache sein, zurzeit steht die Lungenkrankheit in der Statistik auf Platz fünf. Allein in Deutschland gibt es rund fünf Millionen COPD-Patienten, weltweit vermutlich 600 Millionen. Die meisten davon sind Raucher, aber auch der Qualm von offenen Feuerstellen, die in Schwellen- und Entwicklungsländern in vielen Regionen genutzt werden, gilt als eine Hauptursache von COPD. Durch die nicht reversible Verengung der Atemwege kommt es zu Husten, Kurzatmigkeit und Erstickungsgefühlen. Die Lungenfunktion wird eingeschränkt und Organe werden nicht mehr ausreichend mit Sauerstoff versorgt. Die Behandlung zielt heute darauf, den Fortschritt der Krankheit zu verlangsamen. „Eine gezielte Therapie gibt es nicht", sagt Ziegler-Heitbrock. Umso wichtiger wäre es, die Mechanismen, die hinter der Entstehung der verschiedenen Krankheitstypen stecken, zu verstehen. Beim Emphysem werden Lungenbläschen zerstört, bei chronischer Bronchitis hingegen verdicken sich die Wände der Atemwege. Mit Hilfe einer speziellen Computertomografie und komplexer Software, die die Scans der Lunge auswertet, sollen die beiden Typen unterschieden werden. Die EvA-Partner möchten anhand dieser neuen Methode jeweils 150 Patienten mit Emphysem und 150 mit chronischer Bronchitis rekrutieren. Von diesen Patienten sowie von 300 gesunden Kontrollpersonen untersuchen die Wissenschaftler dann Blut- und Bronchoskopie-Proben. Sie werden Mutationen und Unterschiede bezüglich der aktivierten Gene und der vorhandenen Proteine detailliert aufschlüsseln, um den verschiedenen Verlaufsformen auf die Spur zu kommen. Dabei wollen die Forscher auch einen möglichst einfachen, schnellen und günstigen Diagnose-Test entwickeln.

> „Mit Hilfe einer speziellen Computertomografie und komplexer Software, die die Scans der Lunge auswertet, sollen Emphysem und chronische Bronchitis unterschieden werden."

Seit etwa zwei Jahren bereiten Ziegler-Heitbrock und seine Kollegen die Studie vor. Neben dem eigentlichen Antrag bei der EU mussten in allen beteiligten Ländern Ethikanträge gestellt, für alle Experimente und Probenentnahmen genaue Handlungsanweisungen geschrieben werden. „Momentan drehen wir zum Beispiel noch einen Videofilm, der zeigt, wie die Bronchoskopie ablaufen soll", erzählt Projektkoordinator Ziegler-Heitbrock. Alle Daten und Proben sollen beim Helmholtz-Zentrum München zusammenlaufen, ein genauer Zeitplan mit den Aufgaben für jeden Projektpartner steht.
Aber werden die sich auch daran halten? „Motivation ist ein wichtiger Punkt", sagt Ziegler-Heitbrock. „So ein internationales



Projekt funktioniert nur über engen Kontakt per Telefon, E-Mail und vor allem persönlich.“ Mindestens alle sechs Monate werden die Wissenschaftler sich deshalb treffen, zum Beispiel am Rande von Kongressen und Konferenzen. Am besten allerdings, meint er, ließen sich Wissenschaftler immer noch durch die Aussicht auf Publikationen motivieren. Und die ist bei EvA gut.
JULIA GROSS

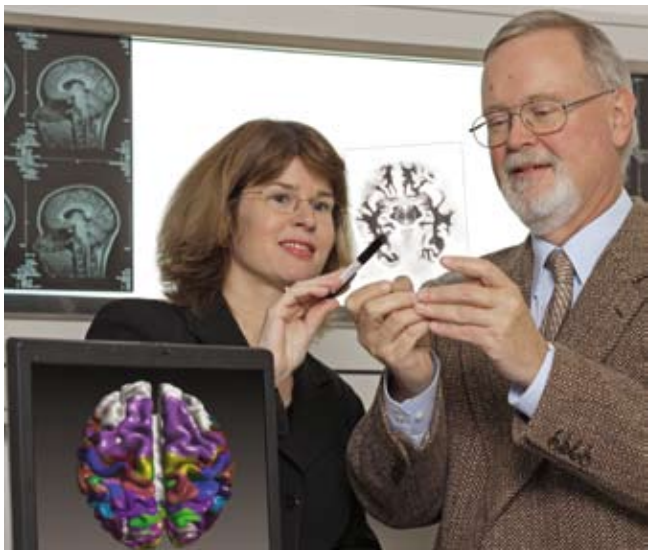
Forschungszentrum Jülich

EINE NEUE LANDKARTE DES GEHIRNS

Dass die Hirnrinde kein homogen gebautes Organ ist, sondern in Form von spezialisierten Hirnrindenarealen organisiert ist, ist seit langem bekannt. Allerdings war es bisher nicht gelungen, die Beziehung zwischen Struktur und Funktion des Gehirns auf der Ebene komplexer Systeme aufzuklären, denn die Daten aus mikrostrukturellen Untersuchungen konnten nicht direkt mit den Ergebnissen der funktionell-bildgebenden Verfahren im selben räumlichen Koordinatensystem verglichen werden. Außerdem unterscheiden sich Ausdehnung, Lage und Mikrostruktur kortikaler Areale von Mensch zu Mensch. Neben den Genen spielen dabei auch Umwelt, Erziehung und Training eine Rolle, wie die Vergrößerungen der Rindenareale für Feinmotorik/Sensorik bei Geigern und Klavierspielern zeigen.

> „Auf der Grundlage unserer Daten entsteht ein virtuelles menschliches Gehirn. Es dient sowohl der Interpretation bildgebender Verfahren als auch der Grundlagenforschung.“

Daher entsteht zurzeit ein weltweit einmaliges, elektronisches Atlassystem des Gehirns, das die Zellarchitektur, die regionale Organisation der Hirnrinde sowie die Verteilung der signalübertragenden Rezeptormoleküle erfasst, und außerdem den einzelnen Hirnrindenarealen mit definierten Wahrscheinlichkeiten Funktionen zuordnet. An diesem internationalen Forschungsprojekt arbeiten die Professoren Dr. Katrin Amunts und Dr. Karl Zilles vom Forschungszentrum Jülich mit Kollegen von drei großen amerikanischen Neuroforschungseinrichtungen. Die Neuroforscher kombinieren Informationen aus bildgebenden Verfahren wie MRT und PET von lebenden Probanden mit Informationen aus Gewebeschnitten zu „probabilistischen“ Karten: „Wir geben die Wahrscheinlichkeit an, in einem Volumenelement von etwa einem Kubikmillimeter Ausdehnung eine bestimmte Funktionalität und Struktur anzutreffen“, erläutert Amunts. Und Zilles betont:„So entsteht ein virtuelles menschliches Gehirn, das nicht nur Werkzeug für die Interpretation funktionell-bildgebender Verfahren, sondern auch ein wichtiger Beitrag zur Grundlagenforschung ist.“ Teile des neuen Atlas’ stehen jetzt schon im Internet der wissenschaftlichen Gemeinschaft zur Verfügung und werden fortlaufend durch neue Ergebnisse vervollständigt. ARÖ



DIE PROFESSOREN DR. KATRIN AMUNTS UND DR. KARL ZILLES INTEGRIEREN STUKTURELLE UND FUNKTIONELLE DATEN IN DEN ATLAS DES HIRNS.
Foto: FZJ

Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung

HUMANISIERTE MÄUSE ALS TESTSYSTEM FÜR DIE IMPFSTOFFENTWICKLUNG

Weltweit sind etwa 170 Millionen Menschen mit dem Hepatitis C-Virus (HCV) infiziert, vor allem in Entwicklungsländern. Antivirale Therapien sind teuer, mit starken Nebenwirkungen verbunden und schlagen nur bei einem Teil der Patienten an. Die meisten Erkrankten bleiben lebenslang infiziert. Ihnen drohen Spätfolgen wie Leberzirrhose und Krebs. Hepatitis C wäre am effektivsten durch einen Impfstoff gegen das Virus zu bekämpfen. Aber den gibt es bisher nicht.

> „Bei der Entwicklung von Impfstoffen gegen bestimmte Humanpathogene war man bisher auf Primatenmodelle angewiesen.“

Das liegt vor allem daran, dass die entsprechenden Tiermodelle für die Impfstoffentwicklung fehlen. Das HCV kann nur Leberzellen, so genannte Hepatozyten, des Menschen und einiger Primaten infizieren. Doch Versuche an Menschenaffen sind ethisch umstritten und teuer. Mäuse dagegen infizieren sich nicht mit dem HCV.
Hier setzen die Forscher des Helmholtz-Zentrums für Infektionsforschung um Professor Dr. Carlos A. Guzmán und ihre Kollegen des Human Vaccine Consortium an. Ihm gehören neben den Forschern aus Braunschweig Wissenschaftler der Medizinischen Hochschule Hannover, des Institut Pasteur, des Institut National de la Santé et de la Recherche Médical (beide Frankreich), des Academic Medical Center at the University of Amsterdam (Niederlande) und der Rockefeller University (USA) an. Gemeinsam wollen sie humanisierte Mausmodelle entwickeln. Das bedeutet im konkreten Fall, Mäuse mit humanen Hepatozyten und Zellen des humanen Immunsystems auszustatten, um an ihnen die Wirkung von Impfstoffkandidaten gegen das HCV zu überprüfen.

Transplantationen von menschlichen Geweben und Zellen in die Maus gelingen nur, wenn speziell vorbereitete Empfängermäuse zur Verfügung stehen. In jedem Fall müssen die immunologischen Abwehrreaktionen ausgeschaltet werden. Soll das menschliche Immunsystem möglichst umfassend auf die Maus übertragen werden, müssen neben humanen Blutstammzellen auch Gene des Menschen, die für diverse Funktionen des Immunsystems wichtig sind, in die Maus übertragen werden. Deshalb schaffen die Wissenschaftler des Konsortiums zunächst mehrere Zuchtlinien von Mäusen mit Defekten im Immunsystem und statten sie mit menschlichen Genen aus.
Im zweiten Schritt transplantieren sie entweder humane Blutstammzellen oder Hepatozyten in Mäuse dieser Linien. Es gilt, die Bedingungen für den Organtransfer zu optimieren: In welchen Empfängermäusen funktionieren die Komponenten des menschlichen Immunsystems am besten? Unter welchen Bedingungen lässt sich eine möglichst dichte Besiedlung der Mausleber mit humanen Hepatozyten erreichen? „Wir standardisieren und validieren alle Verfahren und achten darauf, dass sie in jedem Labor reproduzierbar sind“, erklärt Guzmán. „Für Tiermodelle, die zur Testung von Impfstoffen eingesetzt werden sollen, ist das unerlässlich.“

> „An humanisierten Mäusen kann die Wirkung von Impfstoffkandidaten gegen das Hepatitis C Virus getestet werden.“

Im Jahr 2008 haben die Forscher des Konsortiums nach dreijähriger Arbeit ein wichtiges Etappenziel erreicht. Sie verfügen jetzt über validierte Verfahren, um Mäuse zu erzeugen, die entweder mit Zellen des humanen Immunsystems ausgestattet sind (HIS-Mäuse) oder deren Lebern mit humanen Hepatozyten besiedelt sind (HuHEP-Mäuse). Solche Mäuse sind das Mittel der Wahl, wenn am Tiermodell Reaktionen menschlicher Organsysteme getestet werden müssen. Zudem kosten die humanisierten Mäuse trotz der aufwändigen Generierung deutlich weniger als Primaten und erlauben eine Reihe weiterer Anwendungen. An HIS-Mäusen können Impfstoffe getestet und Reaktionen des menschlichen Immunsystems untersucht, an HuHEP-Mäusen toxikologische und infektionsbiologische Fragen beantwort werden.

DIE PARTNER DES HUMAN VACCINE CONSORTIUMS HABEN MAUSMODELLE ENTWICKELT, UM IMPFSTOFFE GEGEN HEPATITIS ZU TESTEN. FOTO: HZI

Jetzt stehen die Wissenschaftler des Konsortiums vor der entscheidenden Herausforderung des Projektes. „Neben der weiterhin laufenden Arbeit an der Optimierung der beiden Modelle werden wir HIS- und HuHEP-Mäuse kombinieren“, sagt Guzmán. „Humane Immun- und Leberzellen in dieselben Mäuse zu transplantieren, das wird noch einmal sehr spannend.“ Die menschlichen Hepatozyten sind notwendig, um die Mäuse mit dem HCV zu infizieren. An den humanen Immunzellen lässt sich die Immunantwort auf die Infektion untersuchen. Und beides ist erforderlich, um Impfstoffe gegen das HCV testen zu können. Wenn es gelingt, solche Mäuse zur Verfügung zu stellen, dann ist ein Meilenstein erreicht. Dieses Maus-Modell wäre ein geeignetes Testsystem, um die Entwicklung von Impfstoffen gegen viele Humanpathogene voranzubringen, bei denen man bisher auf Primatenmodelle angewiesen war. Zudem könnten Impfstoffkandidaten im Hinblick auf ihre Wirksamkeit und Toxizität im Menschen deutlich besser beurteilt werden als mit konventionellen Maus- oder auch anderen Tiermodellen. HELMUTH PROKOPH

Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung

EATRIS – BRÜCKE ZWISCHEN FORSCHUNG UND KLINIK

Damit das enorm gewachsene Potential der biomedizinischen Grundlagenforschung effizient für die Entwicklung neuer Therapien und Diagnoseverfahren eingesetzt werden kann, müssen neue Wege gefunden werden, um Forschung und klinische Praxis zusammenzuführen und Kräfte zu bündeln. Dieser Aufgabe ist das EATRIS-Projekt gewidmet.
Unter seinem Dach haben sich Forschungseinrichtungen und staatliche Institutionen aus neun europäischen Ländern zusammengefunden. „Wir wollen eine Brücke zwischen Forschung und Klinik schaffen, auf der Informationen in beiden Richtungen ausgetauscht werden“, sagt Professor Dr. Rudi Balling, der Koordinator von EATRIS.
Mit EATRIS soll eine europaweite Infrastruktur aufgebaut werden, die die Entwicklung klinischer Anwendungen unterstützt, angefangen beim Screening von Wirkstoffkandidaten über die Produktion nach den Standards der „Good Manufacturing Praxis“ (GMP) bis zur Durchführung klinischer Studien. „Wir wollen vorhandene Einrichtungen so ausstatten, dass externe Nutzer an ihnen Forschungs- und Entwicklungsaufgaben bearbeiten können, so wie das in der Physik zum Beispiel mit den Großgeräten praktiziert wird“, erklärt Projektmanagerin Dr. Rebecca Ludwig.

> „Mit EATRIS soll eine europaweite Infrastruktur für die Entwicklung klinischer Anwendungen aufgebaut werden.“

In der Vorbereitungsphase, die bis zum Jahr 2010 läuft, geht es darum, eine gemeinsame Strategie für den Aufbau der Infrastruktur zu entwickeln. Dazu gehören Konzepte zur Finanzierung, Ausbildung von Forschern und Koordination der Aktivitäten ebenso wie die Harmonisierung von Untersuchungsmethoden und Standards für die Datenaufbereitung. HELMUTH PROKOPH

FÜR DIE PRODUKTION VON WIRKSTOFFEN SIND ANLAGEN ERFORDERLICH, DIE GLEICHBLEIBEND HOHE QUALITÄT GARANTIEREN. Foto: HZI

ZUR VORBEREITUNG FÜR DAS HOCHDURCHSATZSCREENING WERDEN PIPETTIERROBOTER EINGESETZT. FOTO: T.SCHWERDT/DKFZ

Deutsches Krebsforschungstzentrum

RASTERFAHNDUNG IM GENOM

Leise surrend steuert der Arm des Roboters zielgenau die 384 Vertiefungen einer Kunststoffplatte an und beschickt sie mit winzigen Mengen verschiedener Reagenzien. Mehr als 200 Platten durchlaufen so vollautomatisch die verschiedenen Stationen von der Vorbereitung bis zur teilautomatisierten mikroskopischen Auswertung. „Wir führen hier eine Art Rasterfahndung im menschlichen Erbgut durch“, schmunzelt Professor Dr. Michael Boutros, der Leiter der Abteilung Signalwege und Funktionelle Genomik am Deutschen Krebsforschungszentrum. „Dabei sind wir auf der Suche nach Genen, die bei Krebs eine wichtige Rolle spielen.“

> „Wir suchen im gesamten Erbgut des Menschen nach verdächtigen Genen.“

Im aktuellen Projekt kooperieren die Heidelberger Wissenschaftler um Michael Boutros mit Professor Dr. Georg Halder und Kollegen vom amerikanischen M. D. Anderson Cancer Center in Houston, Texas. Gemeinsam wollen sie Gene aufspüren, deren Aktivität für das Überleben von Krebszellen verantwortlich ist. Dabei ergänzen sich die Erfahrungen der beiden Arbeitsgruppen in idealer Weise: Das Boutros-Labor hat Hochdurchsatz-Screening-Verfahren etabliert, am M. D. Anderson Cancer Center kennt man sich bestens mit der Entwicklung und Testung von Wirkstoffen aus.
Für die „Fahndung“ nach den Genen verwendet Boutros die RNA-Interferenz (RNAi) als Screening-Verfahren. Diese Methode verwendet kurze, doppelsträngige RNA-Moleküle, die spezifisch an bestimmte Gensequenzen binden und damit die Herstellung des entsprechenden Proteins in der Zelle verhindern. Im Experiment setzen die Wissenschaftler Krebszellen und normale Zellen unter gleichen Bedingungen der Wirkung Gen-spezifischer RNAi-Proben aus. Wenn die Krebszellen absterben, während normale Zellen überleben, könnte dies ein Hinweis auf ein gesuchtes Gen sein.

„Wir suchen im gesamten Erbgut des Menschen nach verdächtigen Genen“, sagt Michael Boutros, „also die berühmte Stecknadel im Heuhaufen.“ Bei geschätzten 25.000 menschlichen Genen und einem Vielfachen an RNAi-Proben kann ein solches Unterfangen nur mit Hochdurchsatz-Verfahren bewältigt werden. Deshalb hat die Arbeitsgruppe Boutros viel Entwicklungsarbeit in die Etablierung des Hochdurchsatz-RNAi-Screenings investiert.

> „Vielleicht stoßen wir dabei auf Gene, die ganz neue Ansätze in der Krebstherapie ermöglichen.“

Um automatisiert überprüfen zu können, wie sich Zellen nach dem Ausschalten von Genen verhalten, haben sie darüber hinaus spezielle Verfahren für die Mikroskopie entwickelt, um viele tausende Bilder aufnehmen und analysieren zu können. Alle Daten werden gesammelt und wandern in eine Datenbank, die auch international rege genutzt wird. Und sie stellen Erfahrungen und Infrastruktur auch anderen Wissenschaftlern zur Verfügung. „Wir haben eigentlich immer mehrere Wissenschaftler zu Gast, die hier die Methoden erlernen und dann ihre eigenen Projekte bearbeiten“, sagt Michael Boutros. Im Juni 2008 veranstalteten die Heidelberger einen international besetzten EMBO-Kurs über Hochdurchsatz-RNAi.
In der ersten Screening-Phase verwendet das Boutros-Labor häufig Zellen der Fruchtfliege Drosophila. „Drosophila fehlt weitgehend die funktionelle Redundanz, das bedeutet, dass jedes Ausschalten eines Gens sofort sichtbare Folgen hat“, erklärt Michael Boutros. „Das ist ein Vorteil, wenn man Funktionsverluste nachweisen will.“ Deshalb eignet sich dieses System hervorragend, um unter den Genen erst einmal aussichtsreiche Kandidaten zu finden, deren Relevanz natürlich in weiteren Tests überprüft werden muss.
Mit dieser Strategie haben die Heidelberger bereits mehrere interessante Gene gefunden, unter anderem konnten sie bei Drosophila Evi identifizieren, ein Gen, das in Signalwege der Zelldifferenzierung und bei der Tumorentstehung eingreift. Untersuchungen an menschlichen Zellen zeigten, dass Evi auch hier eine wichtige Funktion in der Signalübertragung hat.

In der zweiten Phase des Screenings setzen die Wissenschaftler menschliche Krebszelllinien ein. Um Gene zu finden, deren Inaktivierung die Wirkung von Krebsmedikamenten verstärkt, testen sie sowohl etablierte als auch neue, in der klinischen Testung befindliche Wirkstoffe. Die Forscher um Michael Boutros erwarten davon Erkenntnisse, die zu einer gezielteren Krebstherapie führen, etwa welche Chemotherapeutika bei Patienten mit einer bestimmten genetischen Disposition eingesetzt werden können. „Und wer weiß“, blickt Michael Boutros in die Zukunft, „vielleicht stoßen wir bei unserer Suche ja auch auf Gene, die ganz neue Ansätze in der Krebstherapie ermöglichen.“ HELMUTH PROKOPH

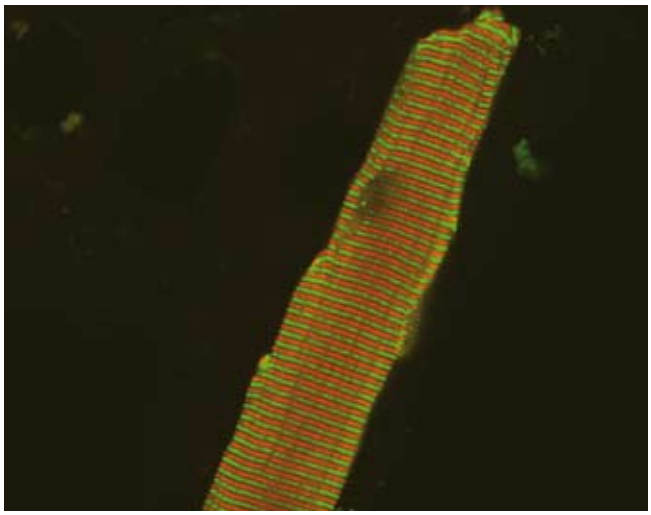
Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch

TITIN – DEN FUNKTIONEN EINES MULTITALENTS AUF DER SPUR

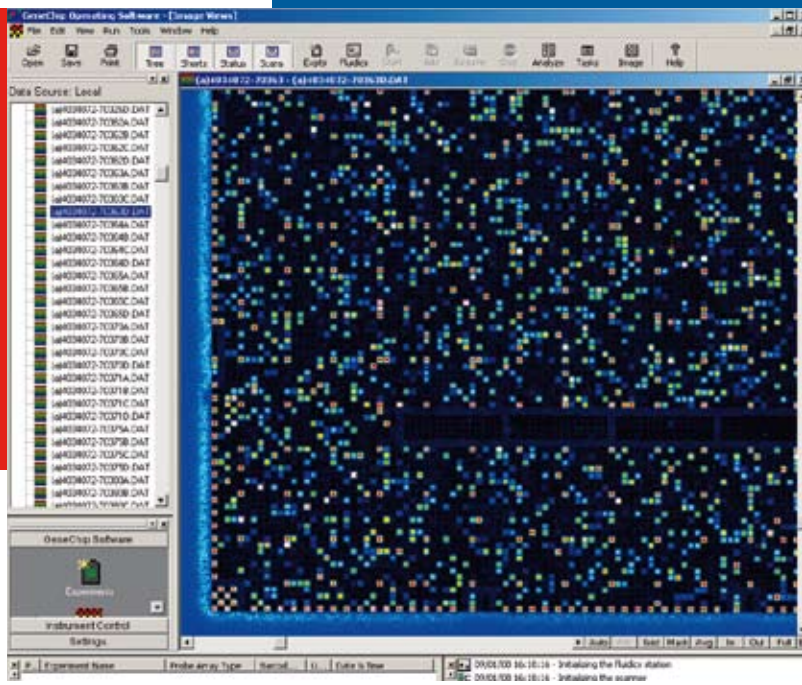
Titin ist das größte Protein im menschlichen Körper und hat seinen Platz im Sarkomer, der molekularen Arbeitseinheit der Muskelfasern von Bewegungsapparat und Herz. Es stellt eine elastische Verbindung zwischen Teilen des Sarkomers her, die sich bei Kontraktion des Muskels aufeinander zu bewegen und bei Entspannung in ihre Ausgangsposition zurückkehren. Gemeinsam mit Kollegen von der University of Arizona und der Washington State University untersucht die Arbeitsgruppe von Professor Dr. Michael Gotthardt am Max-Delbrück-Centrum in Berlin Funktionen des Titins im Kontext von Biomechanik, Stoffwechsel- und Signalwegen. Auf diese Weise wollen sie mehr über die Ursachen von Herzerkrankungen und Muskelschwund zu erfahren.
Das Titin-Molekül besteht aus mehr als 26.000 Bausteinen, die sich zu funktionellen Modulen gruppieren. Um eine Vorstellung über die Funktionen einzelner Baugruppen zu bekommen, hat das Gotthardt-Labor Mäuse geschaffen, deren Herzmuskelzellen Titin mit veränderten Modulen produzieren. Entweder ist ein bestimmtes Modul von Beginn an funktionsunfähig oder seine Produktion kann abgeschaltet werden. Dabei haben die Forscher festgestellt, dass Titin zahlreiche regulatorische Funktionen erfüllt. Wenn sie zum Beispiel das N2B-Modul ausschalten, entwickeln die Mäuse ein kleineres Herz mit verkürzten Sarkomeren und geringerer Elastizität.

> Die Arbeitsgruppe von Michael Gotthardt schuf das erste Titin-basierte Tiermodell für die besonders bei Frauen verbreitete diastolische Herzinsuffizienz.

Die Wissenschaftler um Michael Gotthardt haben mit diesen so genannten N2B-KO-Mäusen erstmalig ein Titin-basiertes Tiermodell für die besonders bei Frauen verbreitete diastolische Herzinsuffizienz geschaffen. An ihm können molekulare Mechanismen untersucht werden, die zur Entstehung von Herzinsuffizienz führen. Und daraus hoffen die Wissenschaftler, neue Strategien für die Therapie entwickeln zu können.
HELMUTH PROKOPH



ISOLIERTE HERZZELLE DER MAUS. DAS STREIFENMUSTER ENTSTEHT DURCH DIE REGELMÄSSIGE ANORDNUNG DER PROTEINE AKTININ (ROT) UND TITIN (GRÜN). Foto: Michael Radtke, MDC



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

STAR MACHT DIE RATTE FÜR DIE GENFORSCHUNG ATTRAKTIV

Seit mehr als 100 Jahren werden Ratten als Labortiere eingesetzt. Über 500 Rattenstämme wurden gezüchtet, die für verschiedene Volkskrankheiten wie Bluthochdruck, Arthritis oder Diabetes besonders anfällig sind. Sie werden benötigt, um die Physiologie von Krankheiten zu untersuchen und um Wirkung und Verträglichkeit neuer Arzneimittel zu erproben. Solche homogenen Zuchtlinien erleichtern auch die Identifizierung von krankheitsrelevanten Genen, und kennt man die Gene bei der Ratte, fällt es leichter, sie auch beim Menschen zu finden.

> „Wir haben uns für das Rattenmodell entschieden, weil es eine Zuchtlinie der Ratte gibt, die das Krankheitsbild der Herzinsuffizienz beim Menschen sehr gut widerspiegelt .“

Dafür müssen die Variationen im Erbgut zwischen den Rattenstämmen ebenso detailliert analysiert werden, wie das mit den physiologischen Variationen bereits geschehen ist. Dieser Aufgabe haben sich die Wissenschaftler des internationalen STAR-Konsortiums (RATS – Ratten, rückwärts gelesen) gestellt.
„Ziel unserer Bemühungen war es, subtile Variationen in der Erbinformation festzustellen, in denen sich die Zuchtlinien unterscheiden“, sagt Professor Dr. Norbert Hübner, Leiter einer Forschergruppe am Max-Delbrück-Centrum in Berlin-Buch und Koordinator des STAR-Projektes. „Wir wollten vor allem Variationen in einzelnen Buchstaben in der Erbinformation, so genannte SNPs, kartieren.“ Bestimmt man die Position der SNPs zueinander, entsteht eine Karte des Genoms, wie das Erbgut genannt wird. Die SNPs dienen als Meilensteine. Je dichter sie gesetzt sind, umso präziser kann man sich im Genom orientieren. „Etwa drei Millionen neue SNPs haben wir gefunden“, erklärt Dr. Kathrin Saar von der Bucher Arbeitsgruppe und Projektmanagerin im STAR-Konsortium. „Mehr als 20.000 gleichmäßig über das Erbgut verteilte SNPs haben wir in über 200 häufig genutzten Rattenstämmen kartiert. Und wir können Aussagen über die genetische Verwandtschaft der Zuchtlinien treffen.“ Damit stehen detaillierte genetische Karten für die funktionelle Analyse von Variationen im Erbgut zur Verfügung. Sie bieten Wissenschaftlern die Möglichkeit, im Rattenmodell zu beginnen, wenn sie nach Genen suchen, die für verbreitete Krankheiten des Menschen relevant sind.
Die Arbeitsgruppe Hübner hat diese neuen Werkzeuge der Rattengenetik eingesetzt, um Variationen im Erbgut zu finden, die mit Herzinsuffizienz in Verbindung stehen. „Wir haben uns für das Rattenmodell entschieden, weil es eine Zuchtlinie der Ratte gibt, die das Krankheitsbild der Herzinsuffizienz beim Menschen sehr gut widerspiegelt. Diese Ratten entwickeln spontan Bluthochdruck und prägen in der späteren Lebensphase eine Herzinsuffizienz aus. Sie werden als SHHF-Ratten bezeichnet“, erklärt Hübner. „Tiere eines anderen Stammes, die sogenannten SHR-SP-Ratten, neigen nicht zur Herzinsuffizienz, obwohl sie ähnlich hohe Blutdruckwerte haben.“ Um die Variationen im Ratten-Erbgut zu finden, die mit Herzinsuffizienz einhergehen, wollten die Bucher Forscher die Erbinformationen von Ratten mit Bluthochdruck und Herzinsuffizienz, Hochdruck-Ratten ohne Herzinsuffizienz und Ratten mit normalem Blutdruck vergleichen.

> „Unsere Ergebnisse liefern die wissenschaftliche Basis für die Erprobung bestimmter Wirkstoffe zur Therapie von Herzinsuffizienz.“

Ratten aus der Linie mit Veranlagung zur Herzinsuffizienz wurden mit Tieren aus den anderen Linien verpaart. Bei Nachkommen aus den Kreuzungen wurden sowohl kardiovaskuläre als auch genetische Daten analysiert. Anhand der genetischen Variationen, die mit Herzinsuffizienz assoziiert sind, konnten die Bucher Wissenschaftler ein Gen identifizieren, das Herzinsuffizienz bei Ratten begünstigt. Es handelt sich um das Gen für ein Enzym, das lösliche Epoxidhydrolase genannt wird. Bei Ratten mit Veranlagung zur Herzinsuffizienz führt eine Variation im Gen zu mehr Enzym und damit zu überhöhter Hydrolaseaktivität. Weil das Enzym unter anderem Substanzen abbaut, die den Herzmuskel schützen, kann Überaktivität zu Schäden am Herzen führen. Um herauszufinden, ob die bei Ratten erhobenen Befunde auf

FÜR DIE KARTIERUNG DES ERBGUTS DER RATTE WURDEN DIE DATEN VIELER GENCHIPS AUSGEWERTET. FOTO: K. SAAR/MDC

andere Arten übertragbar sind, wurden weitere Experimente durchgeführt. Untersuchungen an Mäusen und an Gewebeproben von Patienten mit Herzinsuffizienz haben die Bucher Wissenschaftler darin bestärkt, dass die Fehlregulation der Epoxidhydrolase das Risiko für Herzinsuffizienz nicht nur bei der Ratte, sondern auch beim Menschen erhöht. „Daraus können sich neue Ansätze für die Therapie der Herzinsuffizienz ergeben“, meint Hübner. „Unsere Ergebnisse liefern die wissenschaftliche Basis für die Erprobung von Wirkstoffen, die die Epoxidhydrolase hemmen.“ HELMUTH PROKOPH

Helmholtz Zentrum München –
Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

DER DATENSCHATZ AUS DEM SÜDURAL

Manchmal ähnelt die Arbeit von Dr. Peter Jacob der Tätigkeit eines Kriminalkommissars: Welcher Strahlung war ein Arbeiter vor 50 Jahren in der russischen Plutoniumfabrik Majak ausgesetzt? Wie funktionierte das Schleusensystem des Flusses Tetscha, in den damals radioaktiver Abfall eingeleitet wurde? Jacob ist der Koordinator des Projekts Strahlenrisikoforschung im Südural (SOUL), an dem insgesamt vierzehn Forschungsinstitutionen aus Russland und Europa teilnehmen. Die Wissenschaftler wollen die weltweit einmaligen Daten aus den Krankenakten der Majak-Arbeiter und der Fluss-Anwohner analysieren. Beide Gruppen waren in den späten 40er und frühen 50er Jahren radioaktiver Strahlung ausgesetzt, als in den so genannten geheimen Städten die Plutoniumproduktion für Atomwaffen aufgebaut wurde. „Hinter der Abschätzung, wieviel Strahlung die Menschen genau abbekamen, steht oft ein großes Fragezeichen“, sagt Peter Jacob.
In seinem Labor im Helmholtz-Zentrum München werden deshalb zum Beispiel Ziegel von Gebäuden am Ufer der Tetscha und Zähne der Betroffenen untersucht. Die Ergebnisse zeigen eine eher geringe Belastung der Anwohner – vergleichbar mit der von höher exponierten Arbeitern in Deutschland oder von Patienten, die sich mehreren Ganzkörper-CT-Scans unterziehen. Für solche Expositionen wird bisher angenommen, dass das Krebsrisiko je Dosis geringer sei als bei Atombomben-Überlebenden. Erste Analysen bei den Anwohnern der Tetscha bestätigen dies jedoch nicht. Das Krebs-Risiko je Strahlendosis scheint für sie mindestens genau so hoch zu sein.

> „Die Untersuchung der Majakarbeiter hat es erstmals ermöglicht, das Krebsrisiko durch Plutoniumexposition zu bestimmen“

Die Majak-Arbeiter waren dagegen relativ hohen Strahlenexpositionen ausgesetzt. „Die Untersuchung der Majakarbeiter hat es erstmals ermöglicht, das Krebsrisiko durch Plutoniumexposition zu bestimmen“, erklärt Jacob. Plutonium bewirkt bei gleicher Dosis circa zehnmal mehr Lungenkrebsfälle als Gammastrahlung. Mit Spannung erwarten die Forscher nun die Analyse von Herz-Kreislauferkrankungen bei den Majak-Arbeitern. Denn es zeichnet sich ab, dass nicht nur das Krebsrisiko, sondern auch die Gefahr von Herz-Kreislauferkrankungen im Strahlenschutz berücksichtigt werden muss. JULIA GROSS

MESSUNGEN DER LICHTEMPFINDLICHEN LUMINESZENZSIGNALE AUS ZIEGELSTEINPROBEN ERLAUBEN DIE REKONSTRUKTION FRÜHERER STRAHLENEXPOSITIONEN. Foto: Helmholtz-Zentrum München/Y. Gösku

FORSCHUNGSBEREICH SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN

DIE AUFGABE

Ob in Mobiltelefonen, Digitalkameras oder PCs, ob in Autos oder in Flugzeugen – neuartige Materialien, aus denen immer winzigere Transistoren und Chips auf Halbleiterkristallen, leichtere Fahrzeugkarosserien oder leistungsfähigere Flugzeugtriebwerke gemacht werden, bilden die Basis für ein modernes kommunikatives und mobiles Leben, das gleichzeitig die Umwelt und die natürlichen Ressourcen schont. Der Helmholtz-Forschungsbereich Schlüsseltechnologien bereitet den Weg zu neuen Technikbereichen, die ein großes Innovationspotenzial für Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft besitzen.
Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Helmholtz-Gemeinschaft konzentrieren ihre Arbeiten dabei auf Technologien, die eine hohe Systemlösungskompetenz erfordern, die neue Methoden und Lösungen für andere Forschungsbereiche versprechen oder die für die industrielle Nutzung besonders interessant sind. Dazu gehören die Bereiche Nanoelektronik, Nanotechnologie, Mikrosystemtechnik, funktionale Werkstoffsysteme und wissenschaftliches Rechnen. Dort, wo sich große Potenziale für die Anwendung herauskristallisieren, wird die Forschung vertieft, bis die Eignung für konkrete Anwendungsfelder feststeht.
Die Erforschung von Schlüsseltechnologien baut bewusst auf einer breiten wissenschaftlichen Grundlage auf, die zum einen die Abdeckung aller Nutzungsoptionen und Chancen sichert und zum anderen die Beurteilung von Chancen und Risiken für die Gesellschaft ermöglicht. Die in diesem Bereich so wichtige Partnerschaft mit den Universitäten wird dabei permanent weiterentwickelt. Hervorzuheben sind hier das neu gegründete Karlsruhe Institute of Technology – KIT und die Jülich Aachen Research Alliance – JARA.

Von besonderer Bedeutung für den Forschungsbereich war im Jahr 2007 die Verleihung des Nobelpreises für Physik an Professor Dr. Peter Grünberg. Zusammen mit seinem Kollegen Albert Fert von der Universität Paris wurde er für die Entdeckung des Riesenmagnetowiderstands (GMR-Effekt) ausgezeichnet, der den Durchbruch zu Giga-Byte-Festplatten brachte und die Zukunftstechnologie der Spintronik begründete.

Im Rahmen der Programmorientierten Förderung der Helmholtz Gemeinschaft unterziehen sich die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Forschungsbereiches Schlüsseltechnologien nach fünf Jahren erfolgreicher Arbeit einer Qualitätskontrolle. Im Evaluationsprozess mit internationalen Gutachtern wird in der ersten Hälfte des Jahres 2009 die strategische Ausrichtung des Forschungsbereiches und der Programme gemeinsam festgelegt. Zum 1. Januar 2010 tritt der Forschungsbereich dann in die zweite Runde der Programmorientierten Förderung ein.

„Der GMR-Effekt und die Verleihung des Nobelpreises für Physik an Peter Grünberg veranschaulichen die Relevanz und das Potenzial zukünftiger Schlüsseltechnologien, die wir auf einer breiten wissenschaftlichen Grundlage erforschen, um Invention und Innovation am Wirtschaftsstandort Deutschland zu stärken."

PROF. DR. ACHIM BACHEM Vizepräsident für den Forschungsbereich Schlüsseltechnologien, Forschungszentrum Jülich

DIE PROGRAMMSTRUKTUR

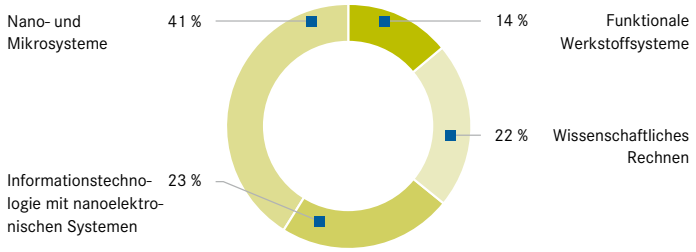
Im Forschungsbereich Schlüsseltechnologien wirken drei Helmholtz-Zentren zusammen: das Forschungszentrum Jülich, das Forschungszentrum Karlsruhe und das GKSS-Forschungszentrum Geesthacht. Als Querschnittsfunktion stellt der Forschungsbereich Supercomputing-Rechenkapazitäten bereit und leistet die dabei wichtige und notwendige Anwenderunterstützung. Für die Materialforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft, die problembezogen in verschiedenen Forschungsbereichen durchgeführt wird, hat dieser Forschungsbereich die Federführung. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten in den vier Programmen:

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

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

Die Struktur des Forschungsbereichs Schlüsseltechnologien
Grundfinanzierte Kosten 2007: 105 Mio. Euro

Zusätzlich erhält der Forschungsbereich Schlüsseltechnologien 38 Mio. Euro Drittmittel. Damit stehen ihm Gesamtmittel i.H.v. 143 Mio. Euro zur Verfügung.



DIE PROGRAMME

Das Programm Wissenschaftliches Rechnen

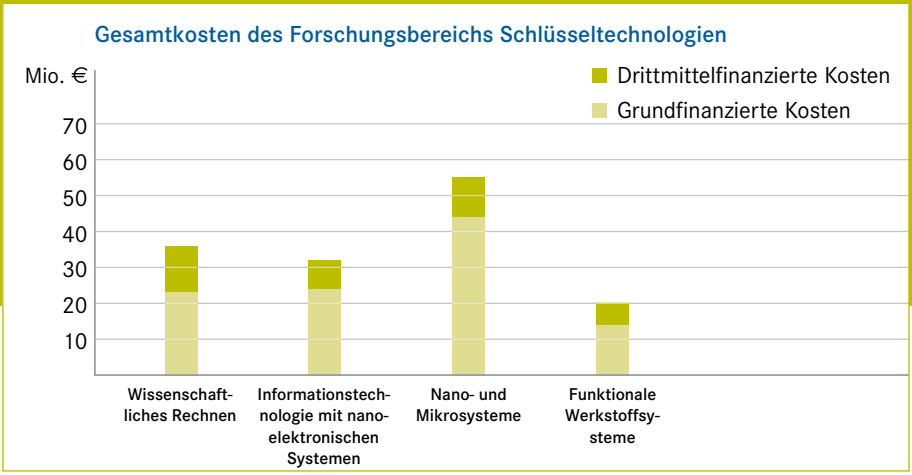
Die Verarbeitung von großen Datenmengen oder die Modellierung komplexer Systeme sind wichtige Werkzeuge für die Forschung, die unter dem Thema Wissenschaftliches Rechnen zusammengefasst sind. Mit seinen Schwerpunkten Höchstleistungsrechnen und Grid-Computing stellt das Programm unverzichtbare Infrastrukturen für die deutsche Wissenschaft bereit. Im John-von-Neumann-Institut für Computing (NIC) in Jülich und dem Grid Computing Centre Karlsruhe arbeiten Experten an der Verbesserung der Methoden-, Werkzeug- und Anwendungsentwicklung und betreuen die zahlreichen internen und externen Nutzer aus anderen Forschungsbereichen und Institutionen. Das Forschungsprogramm hat die Aufgabe, die jeweils neueste und leistungsfähigste Generation der Höchstleistungsrechner aufzubauen und zu betreiben.
Im Oktober 2007 wurde der damals leistungsfähigste Rechner für die zivile Forschung JUGENE am Forschungszentrum Jülich in Betrieb genommen und im Februar 2008 offiziell eingeweiht. Als weiterer Schritt zum Aufbau einer europäischen Infrastruktur für das High-Performance-Computing (HCP) wurde 2007 das Konsortium „Partnership for Advanced Computing in Europe – PRACE gegründet. Durch die Gründung wird das Gebiet der Simulation Sciences besonders am Forschungszentrum Jülich weiter ausgebaut. Eine besondere Herausforderung ist es, die anschwellenden Datenströme, die Beschleuniger und Satelliten liefern, sinnvoll zu verarbeiten. Das Konzept des Grid-Computing, in dem Computer zu Funktionsverbünden zusammengeschlossen werden, ermöglicht es, noch größere Datenmengen zu analysieren. Am Forschungszentrum Karlsruhe wurde der Rechnerverbund GridKA aufgebaut, der seit 2007 einen Teil der Daten des Large Hadron Colliders – LHC des Europäischen Forschungszentrums CERN verarbeitet und mit Rechenzentren in anderen Ländern vernetzt ist. Hier werden auch Forscher beispielweise bei der Suche nach neuen Wirkstoffen gegen Malaria mit großen Rechner-Ressourcen unterstützt.

Das Programm Informationstechnologie mit nanoelektronischen Systemen

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

Das Programm Nano- und Mikrosysteme

Während die Mikrosystemtechnik bereits sehr nah an der Anwendung ist, erfordert die Nanotechnologie noch umfangreiche Grundlagenforschung. Beides verbindet sich in diesem Programm. Hier werden neue Mikrosystemstrukturen aus Kunststoffen, Metallen oder Keramiken entwickelt, die Funktionen erfüllen, die Silizium-basierte Mikrosysteme nicht leisten können. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler entwerfen mikrotechnische Komponenten und Systeme für ausgewählte Anwendungsgebiete, meist in Kooperation mit der Industrie: etwa für die Mikrooptik, die Mikroverfahrenstechnik, die Gasanalytik, die Mikrofluidik und die Life Sciences.
Die Anwendungspotenziale anorganischer, organischer und bioorganischer nanostrukturierter Systeme sind vielversprechend und erst ansatzweise untersucht. Hier geht es einerseits um das Verständnis wesentlicher Prozesse. Andererseits geht es um die Entwicklung von Materialien mit völlig neuen Eigenschaften, von denen ein Teil für die Wirtschaft hochinteressant ist. Die Forscherinnen und Forscher arbeiten zudem an der kontrollierten Erzeugung biologischer Funktionseinheiten mit technischen Ma-



terialien. An der Schnittstelle zwischen Mikro- und Nanotechnologien sollen Nano-Fabrikationsanlagen entstehen, in denen nanostrukturierte Systeme mit maßgeschneiderten Eigenschaften industriell gefertigt werden können. Weltweit erstmals ist es Forschern vom Forschungszentrum Karlsruhe gelungen, zusammen mit ihren wissenschaftlichen Partnern entscheidende Schritte molekularer Selbstorganisationsprozesse direkt auf dem Einzelmolekül-Niveau zu beobachten.

Das Programm Funktionale Werkstoffsysteme

Neue Werkstoffe und Werkstoffsysteme wie Verbundwerkstoffe für eine nachhaltige und effiziente Rohstoff- und Energienutzung sowie für den Einsatz in der Medizintechnik – darauf zielt die Forschungsarbeit in diesem Programm. Dabei stehen Materialien mit einem großen Anwendungspotenzial im Zentrum der Entwicklungen: neuartige metallische und funktionale polymerbasierte Werkstoffe. Sie finden Einsatz beim Leichtbau in der Verkehrs- und Energietechnik, in der chemischen Prozesstechnik, in der zukünftigen Wasserstofftechnik sowie in der Medizintechnik. In enger Kooperation mit nationalen und internationalen Partnern aus Universitäten, Forschungsinstituten und der Industrie untersuchen die Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler grundlegende Fragen der Legierungs- beziehungsweise Polymerentwicklung, der Be- und Verarbeitung sowie der Bauteil- und Prozessentwicklung und -erprobung. Beim Design und der Beurteilung von neuen Werkstoffsystemen leisten neu entwickelte Werkstoff- und Computermodelle wertvolle Unterstützung. Durchbrüche bei der Materialentwicklung konnten sowohl bei der Synthese hochtemperaturstabiler Titanaluminide für Hochleistungsturbinen in der Luftfahrt und der Energieerzeugung als auch bei der Entwicklung neuartiger Magnesium-Recyclinglegierungen für die Fahrzeugtechnik erzielt werden, deren Einsatz kurz bevorstehen. Die Simulation von Magnesium-Strangpressprozessen und die Versagensbewertung von Leichtbaukomponenten aus Aluminium mit Simulationsmethoden stellen hier die wichtigsten und besonders erfolgreichen Forschungsthemen dar.

Besonders erfolgreich war die Helmholtz-Allianz MemBrain, für die in diesem Programm Kompositmembranen mit bisher unerreichter Leistung für die CO_2-Separation entwickelt werden konnten. Sie gehen nun in den Dauertest. An der GKSS konnte die Speicherkapazität von Metallhydriden sowie die Systemeigenschaften von Brennstoffzellen so modifiziert werden, dass die Gesamteigenschaften eines potenziellen Wasserstoffantriebes deutlich verbessert werden. Diese Projekte werden im Rahmen des Helmholtz Impuls- und Vernetzungsfonds in der europäischen Helmholtz-Initiative FuncHy (Funktionale Materialien für mobile Wasserstoffspeicher) des GKSS zusammen mit dem FZK (2005 – 2009), dem Virtuellen Institut „Asymmetric Structures for Fuel Cells“ mit dem DESY (2005 – 2008) und dem HGF-NRC-Projekt „Development of membrane-electrode-assemblies for fuel cell operation at high temperature and low humidity conditions“ (2008 – 2010)) mit anderen führenden europäischen beziehungsweisekanadischen Forschungsinstituten durchgeführt.

NERVENZELLEN DER GRILLE VERSCHALTEN SICH IM LABOR ENTLANG VORGEGEBENER PROTEINSTRUKTUREN. FOTO: FZJ

PROJEKTE

Forschungszentrum Jülich

VON GRILLEN LERNEN

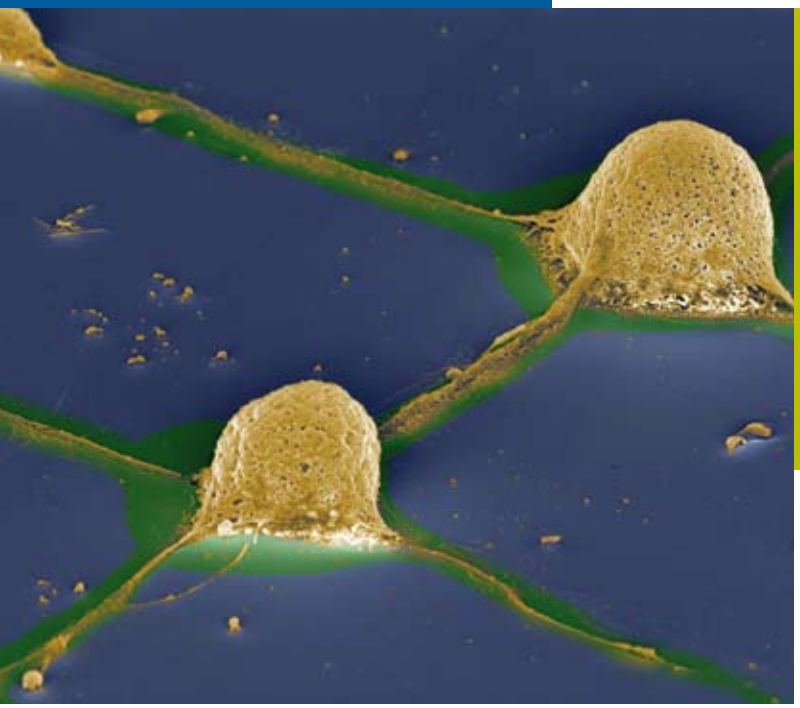
Der Wind pfeift durch das Gras, und die Grille sitzt ruhig am Boden. Da nähert sich eine Wolfsspinne, bereit zur Attacke – und das nahezu lautlos, im Vergleich zum Rascheln der Blätter und Halme. Aber die Grille spürt die charakteristischen Vibrationen durch den Räuber, blitzschnell bringt sie sich in Sicherheit. „Wie die Grille es schafft, in einer lauten Umgebung solche leisen Signale herauszufiltern, das würden wir gern genauer verstehen, auch damit wir es für technische Anwendungen nutzen können“, sagt Professor Dr. Andreas Offenhäusser vom Institut für Bio- und Nanosysteme am Forschungszentrum Jülich. Der Physiker koordiniert das europäische Projekt CILIA (Customized Intelligent Life-inspired Arrays), an dem Experten aus Biologie, Physik und Ingenieurwissenschaften aus den Universitäten in Bonn und München (TUM), Antwerpen, Belgien, und Twente aus den Niederlanden, aus dem dänischen Odense, dem britischen Reading, dem französischen Tours und aus Shandong in China beteiligt sind.

> „Wir interessieren uns vor allem für die Prinzipien, die Sensorsystemen von unterschiedlichen Lebewesen gemeinsam sind, weil wir daraus am meisten lernen können.“

Grillen, Fische, Fledermäuse und viele andere Lebewesen nutzen oft mehrere hundert empfindliche Sensoren, um sich zu orientieren oder Gefahren schnell zu erkennen. Dabei sind sowohl die geometrische Anordnung dieser Sensoren als auch die nachgeschaltete Verarbeitung der eingehenden Signale in Nervenzellen entscheidend dafür, wie effizient das Sensornetzwerk die wichtigen Signale aus dem Rauschen herausfiltert. Verglichen mit den Leistungen der Natur ist die Technik noch sehr primitiv und erreicht selbst mit mehr Aufwand an Bauelementen und mehr Einsatz an Energie ein deutlich schlechteres Ergebnis. Das erlebt jeder Hörgeräteträger, der sich auf einer lauten Party auf ein Gespräch konzentrieren möchte.
Der „Gefahrendetektor“ bei der Grille ist ein gabelförmiges Organ am Hinterleib (Cerci), das mit einigen hundert feiner Härchen besetzt ist. An den Haarwurzeln sitzen Nervenzellen, die durch die Auslenkung der Haare den Luftstrom messen. Diese Signale werden in einem Nervenknoten im Hinterleib der Grille verarbeitet, der aus nur wenigen hundert Nervenzellen besteht. Hier werden bereits unwichtige Informationen herausgefiltert, vermuten die Wissenschaftler, so dass die nachgeschalteten Nervenzentren nicht mit Daten überlastet werden und schnell die lebensrettenden Reflexe auslösen können. „Wir interessieren uns vor allem für die Prinzipien, die Sensorsystemen von unterschiedlichen Lebewesen gemeinsam sind, weil wir daraus am meisten lernen können“, erklärt Offenhäusser.

> „Die intelligente Vernetzung, die Grillen, Fische oder Fledermäuse in ihren Sensorfeldern im Lauf der Evolution optimiert haben, könnte sich auf den Entwurf von Schaltkreisen für die Technik übertragen lassen.“

Die Kollegen im französischen Tours simulieren im Labor die Luftbewegungen in unterschiedlichen ökologischen Situationen und testen, wie die Grille darauf reagiert. „Diese Versuche sind für uns sehr wichtig, damit wir wissen, wie die Eingangssignale aussehen, die im Nervenknoten verarbeitet werden“, erklärt Offenhäusser. Die Ingenieurwissenschaftler an der Universität Twente haben sogar bereits künstliche Sensoren nach dem Modell der Grillenhaare gebaut, die sie auch nach dem Vorbild Grille anordnen. Damit können sie untersuchen, wie die Sensoren zusammenwirken.
Offenhäusser und sein Team arbeiten daran, die Signalverarbeitung im Nervenknoten des Grillenhinterleibs zu entschlüsseln. Sie untersuchen sowohl an lebenden Grillen als auch an einzelnen Nervenzellen, wie Signale weitergeleitet werden und wie sich die Nervenzellen zu einem neuronalen Netz verschalten, das aus dem eingehendem „Lärm“ die richtige Reaktion errechnet. Dafür bringen sie Nervenzellen auf ein Substrat, auf dem sie sich miteinander verbinden können. Mit einem Verfahren, das an Kartoffeldruck erinnert, drucken sie zuvor nanometerfeine Muster aus bestimmten Proteinen auf das Substrat. Die Nervenzellen, die sie zuvor aus dem Hinterleibsnervenknoten der Grille extrahiert haben, haften an den Proteinen und



verschalten sich entlang der vorgeprägten Strukturen. So testet Offenhäusser, wie sich bestimmte Muster auf die Leistungsfähigkeit des neuronalen Netzes auswirken. Auf einer Linie hat jede Nervenzelle nur zwei Nachbarn, so dass die Komplexität gering ist, während in rechtwinkligen Netzen jede Zelle bereits mit vier Nachbarn kommunizieren kann und in wabenförmigen Strukturen sogar mit sechs Nachbarn. „Es ist allerdings ungeheuer schwierig, größere funktionierende Netze aus lebendigen Nervenzellen auf dieses Substrat zu bringen, wir arbeiten hier am Limit des Möglichen“, erklärt Offenhäusser.
Die Jülicher Arbeitsgruppe arbeitet auch an der Entwicklung von Schnittstellen zwischen biologischen und elektronischen Systemen, indem sie Nervenzellen mit Bauelementen wie Transistoren verbindet. Die intelligente Vernetzung, die Grillen, Fische oder Fledermäuse in ihren Sensorfeldern im Lauf der Evolution optimiert haben, könnte sich auf den Entwurf von Schaltkreisen für die Technik übertragen lassen, hoffen die CILIA-Partner. Und damit könnten sich langfristig auch Hörgeräte so verbessern lassen, dass auch Gespräche mitten in turbulenten Partys wieder Freude machen. ANTONIA RÖTGER

Forschungszentrum Karlsruhe

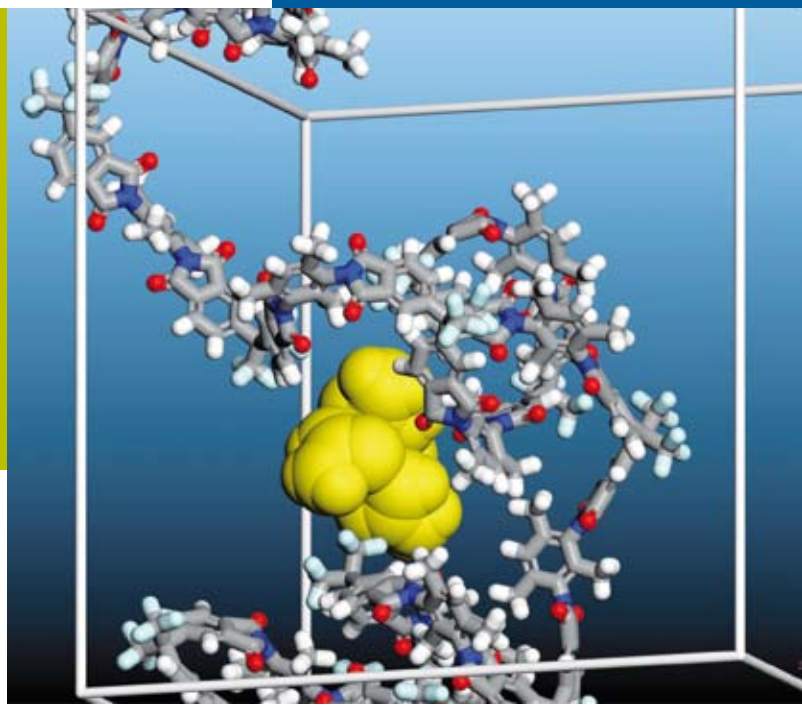
EIN NETZ FÄNGT DIE DATENFLUT AUS DER TEILCHENPHYSIK EIN

Allein die vier wichtigsten Experimente ALICE, ATLAS, CMS und LHCb am Large Hadron Collider am CERN in Genf werden jährlich etwa zwölf Millionen GigaByte an Daten und Simulationsdaten liefern. Diese Flut kann kein Rechenzentrum der Welt im Alleingang bewältigen. Daher werden in mehreren Ländern regionale Rechenzentren aufgebaut und über Hochgeschwindigkeitsleitungen vernetzt. Grid-Software sorgt für die automatische Daten- und Lastverteilung. In Deutschland hat das Forschungszentrum Karlsruhe diese Aufgabe übernommen. Mit dem Aufbau des Grid Computing Centre Karlsruhe, kurz GridKa, können die deutschen Elementarteilchengruppen auf Rechenleistung und Speicherkapazität zugreifen, um ihren Teil an der Datenanalyse der LHC-Experimente beizutragen.
GridKa beteiligt sich am weltweiten LHC Computing Grid Projekt als regionales Daten- und Rechenzentrum der Kategorie „Tier-1“ für die Experimente ALICE, ATLAS, CMS und LHCb. Forschergruppen aus Deutschland können GridKa jedoch auch nutzen, um ihre Experimente an anderen großen Teilchenbeschleunigern vom Fermilab oder CERN auszuwerten.

> „Außerdem entwickeln und testen wir mit GridKa neue Technologien, die die Auswertung von Experimenten der Hochenergiephysik erleichtern.“

„Außerdem entwickeln und testen wir mit GridKa neue Technologien, die die Auswertung von Experimenten der Hochenergiephysik erleichtern“, erklärt Klaus-Peter Mickel, Direktor am Steinbuch Centre for Computing im Karlsruher Helmholtz-Zentrum, der GridKa koordiniert. „Dabei gewinnen wir Erkenntnisse und Erfahrungen, die auch für andere Wissenschaftszweige mit ähnlichem Rechenzeitbedarf und Datenaufkommen nützlich sein werden.“ ARÖ

AM FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE WIRD EIN GRID COMPUTING CENTRE AUFGEBAUT, DAS WELTWEIT ÜBER HOCHGESCHWINDIGKEITSLEITUNGEN MIT ANDEREN RECHENZENTREN VERNETZT IST. Foto: FZK



GKSS-Forschungzentrum Geesthacht

BIOMATERIALIEN UND MEMBRANEN AUS DEM RECHNER

Auf dem Bildschirm von Professor Dr. Dieter Hofmann bildet sich ein wirres Ensemble aus Kugeln und Linien. „Wenn sich ein Wasserstoffatom seinen Weg durch eine Kunststoffschicht bahnt, ist es, als würde eine winzige Murmel durch ein Knäuel von Perlenketten irren“, erläutert Hofmann. Er kann vorhersagen, welchen Weg die Murmel ungefähr nehmen wird. Für viele praktische Anwendungen ist ein solcher Transportvorgang von großer Bedeutung. Zum Beispiel, wenn Wassermoleküle den Faden zersetzen sollen, mit dem Chirurgen die Wunde verschlossen haben. Oder bei Membranen, die in einer Brennstoffzelle die Wasserstoffatome in wohl dosierten Mengen zum Sauerstoff durchlassen, die Alkohol vom Bier trennen oder Medikamente in kleinsten Portionen aus Kapseln freisetzen. Biomaterialien und Membranen für besondere Anforderungen am Computer zu entwerfen, ist eine Spezialität von Dieter Hofmann vom GKSS-Forschungzentrum in Teltow bei Berlin. Der Physiker koordiniert das europäische Forschungsprojekt Multimatdesign. An konkreten Beispielen wie der Aufbereitung von Erdgas oder dem biologisch abbaubaren Wundnahtfaden erarbeiten elf europäische Partner neue Strategien zur computergestützten Materialentwicklung.

> „In den letzten zwanzig Jahren hat die Programmierung molekularer Abläufe große Fortschritte gemacht, darauf baut das Projekt Multimatdesign auf.“

Die Anforderungen an diese Materialien sind enorm: Sie sollen Stoffgemische präzise trennen oder in wässriger Umgebung leicht abbaubar sein. Dazu müssen sie gewisse Moleküle blockieren, andere durchlassen. Und je nach Anwendung sollen sie mechanisch stabil, mit anderen Stoffen verträglich und möglichst einfach herstellbar sein.
Bisher wurden solche hoch spezialisierten Kunststoffe durch systematisches Experimentieren entwickelt: Ausgehend von einer Idee für die passenden chemischen Bausteine haben die Forscher im Labor Polymere synthetisiert – lange Ketten aus komplexen Molekülen – und daraus beispielsweise eine Membran gefertigt, deren Eigenschaften dann getestet werden konnten. „Das ist sehr zeitintensiv und kostspielig“, sagt Hofmann. Warum diese Fleißarbeit nicht erstmal einem Computer überlassen? „In den letzten zwanzig Jahren hat die Programmierung molekularer Abläufe große Fortschritte gemacht“, weiß Hofmann. Und darauf hat das Projekt Multimatdesign aufgebaut.

> „Die französische Firma Air Liquide will die Ergebnisse bereits in Kürze für ganz reale Aufgaben im Bereich der Gastrennung nutzen.“

Auch für das virtuelle Reagenzglas wählen die Computerchemiker Moleküle mit günstigen Eigenschaften aus. Sie geben Informationen über deren Art und Größe hinzu sowie über die Stärke und Geometrie ihrer Bindung. Dann „köchelt“ der Computer. Er berechnet, wie sich die Molekülketten am Ende anordnen würden. „In dieser Modellierung steckt eine Menge Know-how“, betont Hofmann.
Die Wechselwirkung der vielen Atome in einem solchen Prozess ist sehr komplex. Auf verschiedenen Größenskalen kommen unterschiedliche Mechanismen zum Tragen: von der Quantenchemie, die die Atome und ihre Bindungen beeinflusst, bis hin zur Thermodynamik, die größere Teilchenansammlungen statistisch beschreibt. „Im Projekt Multimatdesign haben wir führende internationale Experten aus all diesen Gebieten vereint“, freut sich Hofmann. „So können wir ein Problem in seiner ganzen Bandbreite bearbeiten.“
Der Physiker und sein Team am Zentrum für Biomaterialentwicklung der GKSS haben beispielsweise verschiedene Modelle für ein Material zur Gastrennung entworfen. Bei der Aufbereitung von Erdgas könnte es die unerwünschten Komponenten Butan und Propan aus dem Methan herausfiltern. Auch die Eigenschaften der virtuellen Membran werden am Rechner getestet. Vor allem berechnen die Forscher, auf welchem Weg und wie schnell ein Propanmolekül durch das Polymer

IM COMPUTER WIRD SIMULIERT, WIE SICH DIE MOLEKÜLKETTEN ANORDNEN UND WELCHE EIGENSCHAFTEN DIE NEUEN MATERIALIEN BESITZEN. BILD: GKSS

hindurchwandert. Das hängt beispielsweise von der Größe und Verteilung des freien Volumens zwischen den wabernden Perlenketten ab, und davon, wie Propan mit dem Membranpolymer wechselwirkt – ob es gebunden, durchgelassen oder aktiv weitertransportiert wird. Am Teilprojekt zur Gasaufbereitung war auch ein italienisches Team von der Forschungseinrichtung ITM-CNR beteiligt. Die französische Firma Air Liquide will die Ergebnisse bereits in Kürze für ganz reale Aufgaben im Bereich der Gastrennung – etwa für die Erdgasaufbereitung – nutzen. Denn Multimatdesign ist längst nicht auf die virtuelle Chemie beschränkt. An jeder Stelle der Entwicklungskette werden Experimente gemacht, um zu testen, ob die Modelle und Simulationen auch mit der Realität übereinstimmen.
Der Einsatz der Computer dient aber nicht nur dazu, neue Materialien effizienter zu entwickeln. „Die Simulationen ermöglichen uns auch, grundlegende Vorgänge besser zu verstehen“, betont Hofmann. „Und das ist die Voraussetzung, um künftig auch ganz neue Ideen und Regeln für ein effektives Materialscreening zu entwickeln.“ UTA DEFFKE

Forschungszentrum Jülich

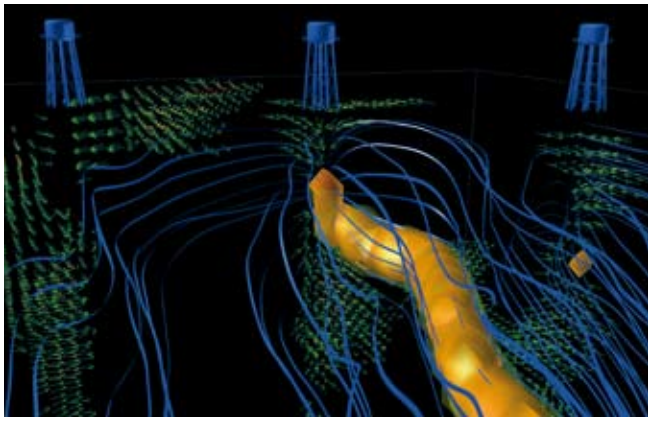
EINE SUPERCOMPUTER-INFRASTRUKTUR FÜR GANZ EUROPA

Ob für Klimamodellierungen, in der Molekularbiologie oder in der Materialforschung: Wissenschaftler brauchen Zugriff auf immer größere Rechenleistung, um komplexe Systeme realistisch zu simulieren. „Die großen Erkenntnissprünge der Zukunft werden mit Hilfe der Simulation Sciences entstehen“, erklärt Professor Dr. Dr. Thomas Lippert, Direktor des Jülich Supercomputing Centres (JSC) am Forschungszentrum Jülich. Das Helmholtz-Zentrum hat nicht nur mit dem IBM Blue Gene-Rechner JUGENE einen der leistungsstärksten Supercomputer der Welt aufgebaut, sondern treibt auch einen europaweiten Verbund voran: Im Projekt „Partnership for Advanced Computing in Europe“ bauen mittlerweile 16 Partnerländer eine gemeinsame Supercomputer-Infrastruktur für die Forschung auf. Im PRACE-Konsortium kooperieren Deutschland, England, Frankreich, Spanien, Finnland, Griechenland, Italien, die Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden und die Schweiz. Hinzugekommen sind die Türkei und Irland. Der deutsche Vertreter in PRACE ist das Gauss Centre for Supercomputing, das die Aktivitäten der drei Höchstleistungszentren in Jülich, Stuttgart und Garching koordiniert.

> „Die großen Erkenntnissprünge der Zukunft werden mit Hilfe der Simulation Sciences entstehen.“

Damit erhalten Forscher aus ganz Europa Zugriff zu Supercomputerleistung auf internationalem Spitzenniveau, wie sie nationale Rechenzentren nicht bieten können. Doch bis dahin gibt es noch viel zu tun: Hardware und Software sind europaweit aufeinander abzustimmen, Prototypen für künftige Supercomputer zu entwickeln und zu testen. Gleichzeitig wird die Installation des ersten Petaflop-Systems am Forschungszentrum Jülich vorbereitet. „Damit können unsere Wissenschaftler und viele europäische Kollegen ihre Führung auf dem Gebiet der Simulation Sciences weiter ausbauen. Das JSC unterstützt sie dabei durch Simulation Laboratories und Workshops“, erläutert Lippert. ARÖ

Weitere Informationen: www.prace-project.eu



SUPERCOMPUTER SIMULIEREN GRUNDWASSERSTRÖME, ETWA UM DIE SCHADSTOFFBELASTUNG (GELB) IM EINZUGSGEBIET VON BRUNNEN (GRÜN) ABZUSCHÄTZEN. Bild: FZJ

FORSCHUNGSBEREICH STRUKTUR DER MATERIE

DIE AUFGABE

Von den unvorstellbar kleinen Elementarteilchen bis zur Struktur des Universums: Im Helmholtz-Forschungsbereich „Struktur der Materie“ werden die Bestandteile der Materie und die zwischen ihnen wirkenden Kräfte in ganz unterschiedlichen Größenordnungen erforscht. Im Brennpunkt stehen dabei nicht nur einzelne Teilchen, sondern auch komplexe Phänomene in Festkörpern und Flüssigkeiten, die durch die Wechselwirkungen zwischen Myriaden von Atomen entstehen. Die Grundlagenforschung verhilft dabei auch zu Einsichten, die die Entwicklung von neuartigen Werkstoffen mit maßgeschneiderten elektronischen, mechanischen oder thermischen Eigenschaften ermöglichen.
Eine besondere Stärke der Helmholtz-Forschung kommt gerade in diesem Forschungsbereich zum Tragen: der Betrieb und der Einsatz von Großgeräten und komplexen Infrastrukturen für die Forschung. Ob Teilchenbeschleuniger, Synchrotronstrahlen oder Neutronen-Quellen – die Helmholtz-Gemeinschaft stellt große, zum Teil weltweit einzigartige wissenschaftliche Infrastrukturen zur Verfügung, die von zahlreichen Forschern aus dem In- und Ausland genutzt werden. Mit dem geplanten Röntgenlaser European XFEL, der am Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY in europäischer Zusammenarbeit gebaut wird, entsteht eine Röntgenquelle, deren Spitzenleistung zehn Milliarden mal höher ist als die aller bislang gebauten Geräte. Ein weiteres Großinstrument entsteht an der GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung in Darmstadt. Die „Facility for Antiproton and Ion Research FAIR“ ist eine Beschleunigeranlage der nächsten Generation, die Ionenstrahlen mit bisher unerreichter Intensität sowie sehr hohen Energien liefert.
Mit ihren Allianzen hat die Helmholtz-Gemeinschaft neue Strukturen geschaffen, um durch stärkere Vernetzung beste Forschungsbedingungen zu bieten. So entstanden im Forschungsbereich Struktur der Materie im Jahr 2007 zwei neue Helmholtz-Allianzen: „Physik an der Tera-Skala“ und „Kosmische Materie im Labor“. Das Netzwerk „Physik an der Tera-Skala“ bündelt die deutsche Spitzenforschung, die an der Grenze der erreichbaren Beschleunigerenergien forscht. Dadurch soll die Teilchenphysik in Deutschland in einer zunehmend globaler werdenden Forschungslandschaft an Profil und Schlagkraft gewinnen. Dazu haben sich Teilchenphysiker aus zwei Helmholtz-Zentren, dem Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY und dem Forschungszentrum Karlsruhe, mit Kollegen aus insgesamt 17 Universitäten und dem Münchner Max-Planck-Institut für Physik zusammengeschlossen. Die zweite Allianz „Kosmische Materie im Labor“ führt zur Gründung eines neuen Instituts „ExtreMe Matter Institute (EMMI)“ auf dem Gelände der GSI und zu einer weiteren Vernetzung der führenden Forschungsinstitutionen in diesem Bereich. Bei der Erforschung von Materie unter extremen Bedingungen, wie sie kurz nach dem Urknall herrschten, sind einzigartige Erkenntnisse zu erwarten. Sie werden einen wichtigen Beitrag bei der Planung von Experimenten an den neuen Großgeräten leisten, die an der GSI, am DESY und am CERN aufgebaut werden.
Eine wichtige Entscheidung fiel im Januar 2008: Zum Jahreswechsel 2009 wird das Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB, vormals Hahn-Meitner-Institut) mit dem Forschungszentrum BESSY zur größten Forschungseinrichtung in Berlin fusionieren: Unter dem Namen Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie. Das HMI hat sich bereits im Juni 2008 offiziell umbenannt.

Nach fünf Jahren Förderung unterziehen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Forschungsbereichs Struktur der Materie ihre Forschung im Rahmen der Programmorientierten Förderung einer Qualitätskontrolle. Wissenschaftler aus dem In- und Ausland werden in der ersten Hälfte des Jahres 2009 die strategische Ausrichtung des Forschungsbereichs und der Programme begutachten. Zum 1. Januar 2010 beginnt für den Forschungsbereich dann die zweite Runde der Programmorientierten Förderung.

„Wir entwickeln, bauen und nutzen einzigartige moderne Forschungsanlagen, um den Aufbau und die Funktion von Materie und Materialien zu verstehen. Unsere Anlagen werden jedes Jahr von mehreren Tausend Wissenschaftlern aus dem In- und Ausland genutzt, deren Forschung wir mit den Helmholtz-Großgeräten ermöglichen und die wir bei ihrer Arbeit unterstützen. Hierdurch tragen wir wesentlich zur Anziehungskraft Deutschlands als Forschungsstandort bei."

PROF. DR. ALBRECHT WAGNER Vizepräsident für den Forschungsbereich Struktur der Materie, Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

DIE PROGRAMMSTRUKTUR

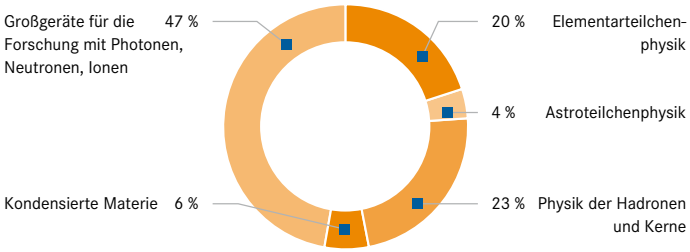
Im Forschungsbereich Struktur der Materie wirken sechs Helmholtz-Zentren zusammen: das Deutsche Elektronen-Synchrotron DESY, das Forschungszentrum Jülich, das Forschungszentrum Karlsruhe, das GKSS Forschungszentrum Geesthacht, das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung und das Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten zurzeit an fünf Programmen:

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

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

Die Struktur des Forschungsbereichs Struktur der Materie
Grundfinanzierte Kosten 2007: 449 Mio. Euro

Zusätzlich erhält der Forschungsbereich Struktur der Materie 61 Mio. Euro Drittmittel. Damit stehen ihm Gesamtmittel i.H.v. 510 Mio. Euro zur Verfügung.



DIE PROGRAMME

Das Programm Elementarteilchenphysik

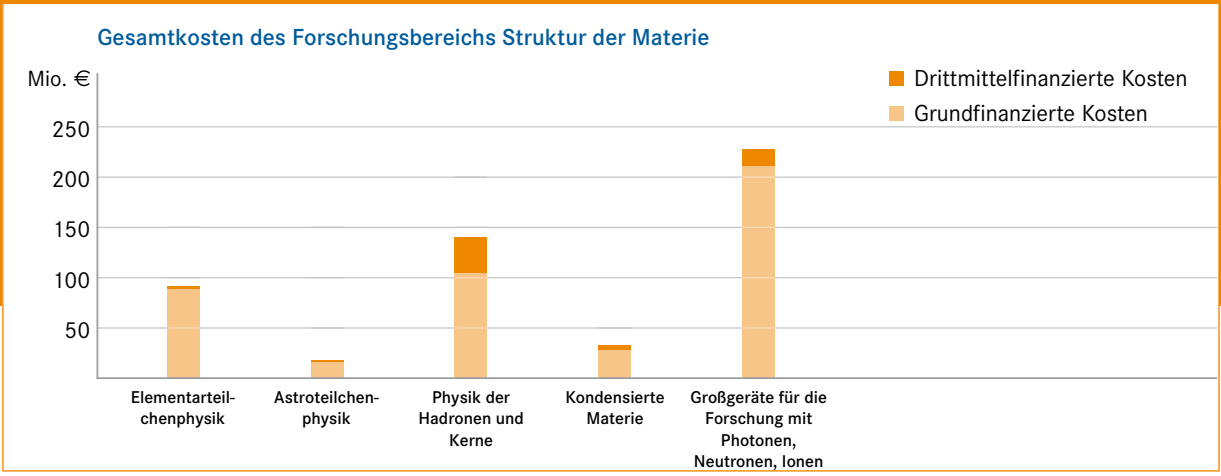
In diesem Programm werden die kleinsten Bausteine der Materie und die Kräfte zwischen ihnen untersucht. Die Erkenntnisse haben unmittelbare Auswirkungen auf unser Bild von der Evolution des frühen Universums. Der Ursprung der Masse, die Vereinigung aller fundamentalen Kräfte bei extrem hohen Energien sowie die Vereinheitlichung der Quantenphysik mit der allgemeinen Relativitätstheorie zählen zu den grundlegenden Fragestellungen der Physik. Dabei sind die Forscherinnen und Forscher auch auf den Spuren von neuen Teilchen und auf der Suche nach den Supersymmetrie-Partnern aller bekannter Teilchen. Außer den Beschleuniger-Kapazitäten in aller Welt stehen den Wissenschaftlern für diese Forschung auch Hochleistungsrechner für die Datenanalyse und für Fragen der Theoretischen Physik zur Verfügung. Mit dem Grid-Computing-Centre am Forschungszentrum Karlsruhe (GridKA) wurde ein leistungsfähiges Rechenzentrum aufgebaut, das international vernetzt ist und seit dem Jahr 2007 genutzt wird. Damit stehen jetzt starke Rechnerverbindungen zum CERN und zu allen anderen beteiligten Zentren in Europa, den USA und Asien gleichzeitig zur Verfügung. Dies wird eine wesentliche Rolle bei der Auswertung der großen Datenmengen spielen, die am Large Hadron Collider (LHC) des Europäischen Forschungszentrums CERN anfallen werden. Planmäßig abgeschlossen wurde der erfolgreiche Betrieb des HERA-Beschleunigers bei DESY. Nach 15 Jahren produktiver physikalischer Forschung konnte ein einmalig detailliertes Bild des Protons und der im Proton wirkenden Kräfte gewonnen werden, das über absehbare Zeit von keinem Beschleuniger der Welt übertroffen werden dürfte. Die Messungen haben das Verständnis der subatomaren Physik wesentlich erweitert und gingen bereits in die Physiklehrbücher ein. Sie stellen einen unverzichtbaren Ausgangspunkt für die neuen Experimente im Bereich der Forschung an der Tera-Skala dar.

Das Programm Astroteilchenphysik

Die Astroteilchenphysik ist ein relativ junges interdisziplinäres Forschungsgebiet. Sie verbindet die Untersuchung der kleinsten Bausteine mit der Erforschung der größten Strukturen des Universums. Astroteilchenphysiker untersuchen die Quellen kosmischer Strahlung und die Mechanismen kosmischer Beschleuniger. Sie erkunden, wie sich das All jenseits der Beobachtung mit klassischer elektromagnetischer Strahlung darstellt, wenn man Protonen und Kerne, Neutrinos und hochenergetische Gamma-Strahlung nachweist. Gleichzeitig erforschen die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter dieses Programms die so genannte Dunkle Materie, die sich bislang nur durch ihre Gravitationswirkung äußert. Das Programm umfasst gegenwärtig drei Schwerpunkte: die Erforschung elektrisch geladener kosmischer Strahlung bei hohen Energien (Pierre Auger-Observatory, Argentinien), die Suche nach hochenergetischen kosmischen Neutrinos (IceCube Neutrinoteleskop, Antarktis) und die Bestimmung der Neutrino-Masse mit bisher unerreichter Empfindlichkeit (KATRIN, Karlsruhe). Für diese Aufgaben muss der Forschungsbereich große Detektoranlagen mit leistungsfähiger Infrastruktur, zum größten Teil fernab von existierenden Forschungszentren, entwickeln, bauen und betreiben. Dabei feierten die Forscher im vergangenen Jahr zwei große Erfolge: Die IceCube-Kollaboration konnte bereits die Hälfte des einen Kubikkilometer großen Detektors in Betrieb nehmen. Der Pierre Auger-Kollaboration gelang im Jahr 2007 ein bahnbrechendes wissenschaftliches Ergebnis: Durch die Bestimmung der Ankunftsrichtung konnte die Herkunft der energiereichsten, auf der Erde nachweisbaren Teilchen mit der Position naher Galaxien in Zusammenhang gebracht werden.

Das Programm Physik der Hadronen und Kerne

Neutronen und Protonen (Hadronen) sind aus Quarks aufgebaut, die durch die starke Wechselwirkung zusammengehalten werden. Im Programm Physik der Hadronen und Kerne bearbeiten die Forscherinnen und Forscher hauptsächlich Themen wie den Quark-Einschluss in Hadronen, spontane Brechung der chiralen Symmetrie, Ursprung der Masse von Hadronen, Eigenschaften von nuklearen Vielteilchensystemen, exotische Kerne an der Grenze der Stabilität, Erzeugung superschwerer Elemente, Verhalten ausgedehnter nuklearer Materie in astrophysikalischen Objekten wie Neutronen-Sternen und Supernovae. Die Suche nach bisher unbekannten Materietypen wie dem Quark-Gluon-Plasma ist ein weiteres Forschungsthema. Im



Bereich Struktur der Kerne gelang es der SHIP-Kollaboration über so genannte warme Fusionsreaktionen das Element 112 zu erzeugen. Darauf basierend wächst die Hoffnung, in das seit langem gesuchte Gebiet sphärischer superschwerer Kerne vorzudringen.
Mit der Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR) entsteht an der GSI in internationaler Zusammenarbeit eine Beschleunigeranlage der nächsten Generation. Der Startschuss für den Aufbau von FAIR am GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung fiel in Darmstadt am 7. November 2007. Die ersten Experimente sollen bereits im Jahr 2013 stattfinden. FAIR wird Ionenstrahlen liefern, mit denen sich exotische Atomkerne und Antiprotonen erzeugen lassen, um das Quark-Gluonen-Plasmas zu erforschen und Materieformen, die den Beginn des Universums prägten. Weitere Untersuchungen zum Quark-Gluon-Plasma werden am CERN mit dem LHC durchgeführt.

Das Programm Kondensierte Materie

Der Höhepunkt des Jahres 2007 war die Verleihung des Nobelpreises für Physik an Peter Grünberg. Im Programm Kondensierte Materie werden Eigenschaften von Festkörpern, von so genannter weicher Materie und von Flüssigkeiten erforscht. Dazu untersuchen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Wechselwirkungen zwischen den Elektronen und Atomen, die die mechanischen, thermischen, elektronischen, magnetischen und optischen Eigenschaften der Materie bestimmen. Im Fokus stehen Systeme, die aus vielen Teilchen bestehen und neue komplexe Eigenschaften besitzen. Hierzu gehören Nanosysteme, die den Übergang von Atomen zu Festkörpern bilden. Hauptziel des Programms ist es, neue und ungewöhnliche Zustände in diesen Materialien zu erkunden. Das Programm profitiert von den Großgeräten im Forschungsbereich, die die Neutronen-, Ionen- und Synchrotron-Strahlen als Sonden zur Verfügung stellen. Ebenso nutzen die Wissenschaftler spektroskopische Verfahren, hochauflösende Elektronen-Mikroskopie sowie die Großcomputer, die ihnen die theoretische Modellierung und Simulation erlauben. Ab dem Jahr 2009 wird das Programm zum Forschungsbereich Schlüsseltechnologien gehören.

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

Dieses Programm umfasst die Großgeräte, die für die atomare und molekulare Physik, für Plasmaphysik und Physik der kondensierten Materie, für strukturelle Molekularbiologie, Chemie und Materialwissenschaften, für Geo- und Umweltforschung sowie das Ingenieurwesen besonders wichtig sind. Die Forschung im Programm konzentriert sich auf die effektive Nutzung vorhandener Photonen-, Neutronen- und Ionen-Quellen und deren permanente Anpassung an die Bedürfnisse der Nutzerschaft. Besonders hervorzuheben ist, dass im Jahr 2007 an der Freien-Elektronen-Laser-Anlage FLASH am DESY ein neuer Weltrekord aufgestellt wurde: Die Laserstrahlung erreichte mit der Maximalenergie des Elektronenstrahls von einem Gigaelektronenvolt und sechs Nanometern die kürzeste Wellenlänge, die je mit einem Freien-Elektronen-Laser erzeugt worden ist.
Ein weiterer Höhepunkt war der offizielle Start für das Projekt des European XFEL am 1. Januar 2008. Der European XFEL wird in enger Zusammenarbeit zwischen der European XFEL GmbH, dem Helmholtz-Zentrum DESY und weiteren internationalen Partnern aufgebaut und soll ab dem Jahr 2013 Röntgenblitze mit extrem hoher Intensität liefern. Damit können Wissenschaftler zum Beispiel Reaktionen in chemischen oder biologischen Systemen filmen und atomare Details von Molekülen entschlüsseln. Darüber hinaus wird am Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie der weltweit stärkste Magnet für Neutronenexperimente errichtet. In Kombination mit einer einzigartigen Probenumgebung versprechen sich die Wissenschaftler von seiner Nutzung große Fortschritte in der Materialforschung wie ein grundlegendes Verständnis der Hochtemperatur-Supraleitung. Seit Mitte des Jahres 2007 wird die Röntgenstrahlungsquelle PETRA III umgebaut: Grundsteinlegung und Richtfest wurden bereits gefeiert. Ab dem Jahr 2009 soll der Wissenschaft damit die weltbeste Speicherringquelle für harte Röntgenstrahlung zur Verfügung stehen.

FLASH LIEFERT HOCHINTENSIVE RÖNTGENBLITZE FÜR DIE FORSCHUNG VON DER BIOLOGIE BIS ZUR PHYSIK. FOTO: DESY

PROJEKTE

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

WELTREKORD-LASER AUS HAMBURG

Er ist der Primus einer neuen Lasergeneration: FLASH steht am Forschungszentrum DESY in Hamburg und feuert hochintensive Röntgenpulse auf winzige Materialproben. Die Maschine hält diverse Rekorde und fasziniert nicht nur deutsche Forscher, sondern Wissenschaftler aus aller Herren Länder.
FLASH ist ein 260 Meter langes Großgerät und zählt zur Gattung der „Freie-Elektronen-Laser“ (FEL). Das Prinzip: Ein supraleitender Beschleuniger bringt winzige Elektronenpakete nahezu auf Lichtgeschwindigkeit. Dann jagen die Elektronen durch so genannte Undulatoren – Magnetstrukturen aus vielen hundert Magnetpaaren. Sie zwingen die Elektronen auf einen Slalomkurs. „Während des Slaloms verlieren die Elektronen Energie, die sie als Laserblitze aussenden“, beschreibt DESY-Physiker Dr. Rolf Treusch.

> „FLASH ist eine weltweit einzigartige Maschine, die uns einen Riesenschritt voranbringt.“

„Es sind kurze, sehr starke Lichtblitze mit sehr kleinen Wellenlängen vom extremen Ultraviolett bis hin zur Röntgenstrahlung.“
In Zahlen: Bei einer Wellenlänge von 6,5 Nanometern („weiche Röntgenstrahlung“) besitzt jeder FLASH-Blitz eine Leistung von etwa einem Gigawatt –10.000mal mehr als bei allen bisherigen Röntgenlasern. Um das zu schaffen, müssen die Forscher ihre Anlage extrem gut im Griff haben. So dürfen die Elektronenpakete auf ihrem Zickzackkurs durch den Undulator nicht mehr als einen hundertstel Millimeter von ihrer Sollbahn abweichen. Denn schon die kleinste Störung kann ausreichen, um den Laser aus dem Takt zu bringen. „Morgens um acht, wenn die Hamburger ihre Kaffeemaschinen anschalten, bekommen wir das manchmal als Netzschwankung mit und müssen unsere Anlage nachregeln“, schmunzelt Treusch.
Die Schlüsselkomponenten von FLASH sind supraleitende Beschleunigungselemente, Kavitäten genannt. Unter dem Stichwort „TESLA-Technologie“ wurden sie seit den 90er Jahren bei DESY sowohl für die Teilchenphysik als auch für diese neue Lasergeneration entwickelt. Die neue Technologie stieß international auf reges Interesse: 52 Institute aus 13 Ländern beteiligten sich an der Entwicklung. Es entstand eine Testanlage, die im Februar 2000 die ersten kurzwelligen FEL-Blitze der Welt erzeugte und aus der schließlich FLASH hervorging. „Eine weltweit einzigartige Maschine, die uns einen Riesenschritt voranbringt“, sagt Professor Dr. Janos Hajdu von der Universität Uppsala in Schweden – und schwärmt vom Pioniergeist bei FLASH: „Es ist toll, in internationaler Kooperation an der Speerspitze der Forschung zu arbeiten.“

> „Es sind kurze, sehr starke Lichtblitze mit sehr kleinen Wellenlängen – vom extremen Ultraviolett bis hin zur Röntgenstrahlung.“

Seit dem Jahr 2005 läuft der Laser im Routinebetrieb und steht Forschern aus aller Welt zur Verfügung. Das Interesse ist enorm: FLASH ist total überbucht, längst nicht jeder Wissenschaftler, der mit den intensiven Röntgenblitzen arbeiten möchte, kommt zum Zuge. Bis heute haben fast 300 Fachleute aus 18 Ländern ihre Proben im hochintensiven Röntgenlicht studiert.
Die kurzen Wellenlängen der FLASH-Blitze sind unter anderem deshalb so interessant, weil sich mit ihnen feinste Details einer Probe abtasten lassen. Ein weiteres Plus: Die Pulse sind so stark, dass eine Messung oft schon nach einem einzigen Blitz im Kasten ist – eine wichtige Voraussetzung, um beispielsweise mikroskopisch kleine biologische Proben wie winzige Plankton-Lebewesen zu studieren. Für den Kohlenstoffkreislauf der Erde spielt dieses „Pikoplankton“ eine enorme Rolle, da es beträchtliche Mengen an CO_2 bindet.
Andere Wissenschaftler untersuchen mit FLASH einzelne Nanoteilchen von genau definierter Größe und hoffen, damit wichtige Grundlagen für die Nanotechnologie zu schaffen. Astrophysiker können mit Hilfe der leuchtstarken Röntgenblitze Materie analysieren, die man eigentlich nur im Weltall findet – hochgeladene Eisenionen zum Beispiel, wie sie in der Sonnenatmosphäre vorkommen. Und wieder andere Experten haben vor, chemische Reaktionen zu „filmen“ – der Fachmann spricht von pump- and

probe-Experimenten. Dazu ist in der Messhalle ein optischer Laser aufgebaut, er gibt den Startschuss für die chemische Reaktion. Während die Reaktion abläuft, beobachtet FLASH das mikroskopische Spektakel mit seinen kurzen Blitzen.
Doch FLASH fungiert nicht nur als Messinstrument, sondern auch als Pilotanlage für einen zehnmal größeren Laser: Ab dem Jahr 2014 soll in Hamburg der Europäische Röntgenlaser (European XFEL) aufleuchten – 3,5 Kilometer lang und eine Milliarde Euro teuer. Er soll extrem kurzwellige Strahlung um die 0,1 Nanometer produzieren, um den atomaren Aufbau von Molekülen und Kristallen weiter zu enträtseln. Dabei wollen die Forscher nicht nur wie bisher Momentaufnahmen machen, sondern unter anderem winzigen Biomaschinen wie Proteinen bei der Arbeit zusehen. FRANK GROTELÜSCHEN

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

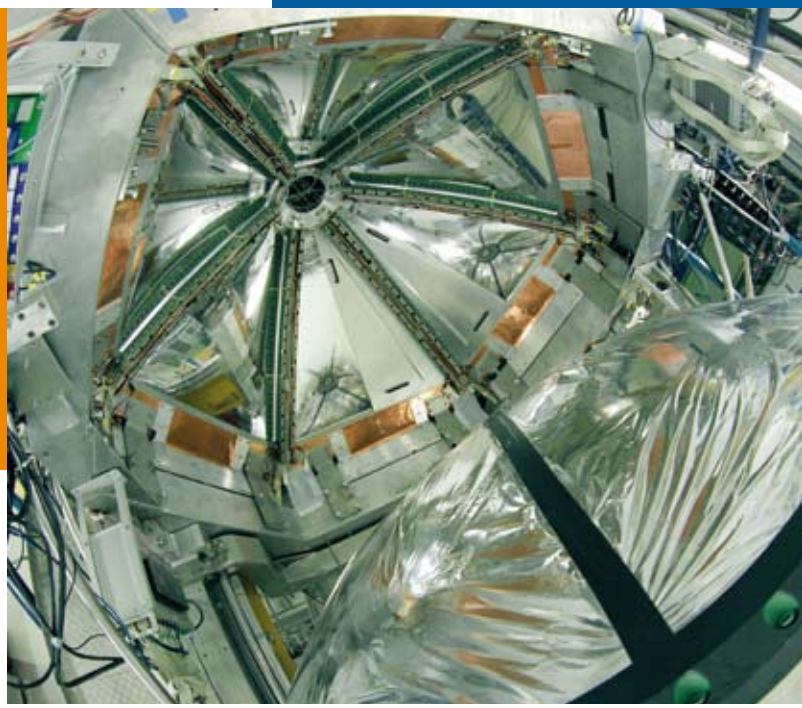
AUF DER SPUR DER DUNKLEN MATERIE

Nur einen kleinen Teil der Materie im Weltall können wir „sehen“ oder durch Instrumente erfassen, der größere Anteil wirkt als Dunkle Materie allein durch die Schwerkraft. Aber aus welchen Elementarteilchen die Dunkle Materie aufgebaut ist, ist unbekannt und lässt sich bislang nur vermuten. Wissenschaftler um Professor Dr. Wilfried Buchmüller vom Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY verfolgen gemeinsam mit Kollegen um Professor Dr. T. Yanagida von der Universität Tokio die Hypothese, dass die Dunkle Materie im Kosmos aus Gravitinos bestehen könnte. Dies sind die supersymmetrischen Partnerteilchen von Gravitonen, welche die Schwerkraft vermitteln, so wie Photonen die Träger der elektromagnetischen Kraft sind. Die theoretischen Physiker bauen ihre Hypothese auf neuen Erkenntnissen über die Frühzeit des Universums auf, in der die Materie die Oberhand gegenüber der Antimaterie gewonnen haben muss. Dieser Prozess erfolgte bei sehr hohen Temperaturen, bei denen auch Gravitinos thermisch erzeugt werden. Falls ihre Vermutung stimmt, gäbe es nun neue Möglichkeiten, Dunkle Materie durch Messungen zu erfassen. Denn dann wären Gravitinos überall und könnten – trotz ihrer extrem langen Lebensdauer – ebenso wie andere Teilchen gelegentlich in Photonen und Neutrinos, die leichtesten Elementarteilchen, zerfallen. Sowohl aus dem Inneren der Milchstraße als auch aus anderen Galaxien würden sie bei ihrem Zerfall Photonen mit charakteristischer Energie aussenden. Diese Photonen sollten dann noch im Jahr 2008 mit Hilfe des neu gestarteten Weltraumteleskops Gamma Ray Large Area Space Telescope GLAST beobachtet werden können.

> „Es könnte sein, dass das Geheimnis der Dunklen Materie in fünf Jahren aufgeklärt sein wird.“

Auch in Experimenten am Large Hadron Collider LHC am CERN könnte sich die Existenz von Gravitinos durch charakteristische Zerfälle sehen lassen. „Wir haben spannende Jahre vor uns. Es könnte sein, dass das Geheimnis der Dunklen Materie in fünf Jahren aufgeklärt sein wird“, so Buchmüller. ARÖ

DIE ÜBERLAGERUNG VON AUFNAHMEN MIT GRAVITATIONSLINSEN (BLAU) UND RÖNTGENTELESKOPEN (ROT) WEIST AUF DIE EXISTENZ DUNKLER MATERIE IM „BULLET CLUSTER“ HIN. Foto: NASA



GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung

NEUTRONENSTERN IM LABOR

Wie mag es in einem Neutronenstern aussehen? Die Frage klingt vermessen. Schließlich geht es um Extremgebilde in den Tiefen des Weltalls: Neutronensterne sind die Überreste massereicher Sterne, nachdem diese als Supernova explodiert sind. Neutronensterne sind nur 10 bis 20 Kilometer groß, haben aber die doppelte bis dreifache Masse der Sonne. Ihr Schwerefeld ist gewaltig: Auf ihrer Oberfläche würde ein gewöhnliches Centstück rund vier Millionen Tonnen wiegen. Und: Wegen der enormen Gravitation besteht die Materie im Inneren eines Neutronensterns nicht wie gewöhnlich aus Atomen, sondern aus dicht gepackten Kernteilchen – den Neutronen.

> „Mit HADES können wir fast direkt in die dichte Kernmaterie hineingucken."

Auch wenn es sich erstaunlich anhört: Diese extreme Materieform, im Fachjargon „Kernmaterie" genannt, lässt sich ansatzweise im Labor erzeugen. In Deutschland geschieht das am GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung in Darmstadt: Mit leistungsstarken Teilchenbeschleunigern feuern die Physiker zum Beispiel Goldkerne auf eine Zielscheibe, etwa eine Folie ebenfalls aus Gold. Der Zusammenprall der Goldkerne ist derart wuchtig, dass für einen winzigen Augenblick lang eine Art Feuerball entsteht – heiße, hochkomprimierte Kernmaterie, wie sie in ähnlicher, wenngleich deutlich kälterer Form in Neutronensternen vermutet wird.
Das Problem: Direkt beobachten lässt sich der Feuerball bei den Experimenten nicht, dazu existiert er viel zu kurz. Allerdings zerfällt die extrem heiße Kernmaterie in unzählige subatomare Teilchen – und die können die Physiker mit haushohen Detektoren verfolgen und präzise vermessen. Anschließend versuchen sie in mühevoller Detektivarbeit zu rekonstruieren, wie die Kernmaterie im Detail ausgesehen hat.
Einer dieser Detektoren heißt HADES (High Acceptance Di-Electron Spectrometer) – ein internationales Projekt, an dem rund 150 Physiker aus neun europäischen Ländern mitmachen. Das Besondere an HADES: Er hat es auf eine besondere Teilchengattung abgesehen, die bei den komplexen Zerfallsprozessen im Feuerball entstehen: Elektronen und ihre Antiteilchen, die Positronen. „Im Gegensatz zu den meisten anderen Teilchen werden die Elektronen im Feuerball kaum abgelenkt und können ihn relativ ungestört verlassen", beschreibt GSI-Forscher Joachim Stroth, Professor an der Universität Frankfurt und stellvertretender Sprecher von HADES. „Dadurch können wir fast direkt in die dichte Kernmaterie hineingucken."
Allerdings entstehen solche Elektronen bei den Zerfallsprozessen im Feuerball eher selten. „Deshalb haben wir HADES so konstruiert, dass er pro Sekunde bis zu 20.000 Reaktionen verarbeiten kann", beschreibt Stroth. Außerdem sprechen einige Komponenten des Detektors nur an, wenn Elektronen durch sie hindurchschießen. Dadurch ist gewährleistet, dass nur die relevanten Reaktionen aufgenommen und analysiert werden.
Seit dem Jahr 2002 liefert HADES Daten. Bislang haben die Physiker unter anderem herausgefunden, wie sich die Energie auf jene exotischen Teilchen verteilt, die kurzzeitig im Feuerball entstehen. „Das ist eine wesentliche Erkenntnis", sagt Stroth. „Wenn man weiß, wie sich diese Teilchen verhalten, kann man unter anderem auch Rückschlüsse auf das Geschehen in einem Neutronenstern mit seiner enormen Gravitation ziehen."

> „Wenn man weiß, wie sich diese Teilchen verhalten, kann man auch Rückschlüsse auf das Geschehen in einem Neutronenstern mit seiner enormen Gravitation ziehen."

Bereits für den Bau von HADES haben die internationalen Partner manche Komponente beigesteuert und finanziert. „Außerdem zahlt jede Gruppe einen bestimmten Betrag pro Jahr, um zu den laufenden Kosten beizusteuern", beschreibt Stroth. Das Experiment läuft nicht ständig, sondern typischerweise einmal im Jahr in einem Block von vier Wochen. Um die knappe Zeit optimal zu nutzen, messen die Physiker rund um die Uhr im Schichtbetrieb. „Dann kommen viele der ausländischen Physiker nach Darmstadt, um Schichten zu übernehmen", erzählt Joachim Stroth. „Seit dem Start des Projekts im Jahr 1996 läuft das internationale Teamwork in perfekter Harmonie",

DER DETEKTOR HADES VERARBEITET PRO SEKUNDE BIS ZU 20.000 REAKTIONEN. FOTO: A. ZSCHAU/GSI

schwärmt Professor Piotr Salabura von der Universität Krakau und Sprecher von HADES. „Ganz besonders schätze ich die Zusammenarbeit mit den vielen Doktoranden aus den Partnerländern. Sie tragen einen Großteil der Arbeit."
Insbesondere die Auswertung der Daten ist zeitaufwändig. Regelmäßig tauschen sich die Physiker über die Zwischenergebnisse aus – in Telefonaten, auf Videokonferenzen oder auf einem der turnusmäßigen Meetings. Und die müssen nicht zwangsläufig an der GSI in Darmstadt stattfinden: Das HADES-Treffen des Jahres 2007 wurde im fernen Zypern ausgetragen – die dortige Universität ist einer der Projektpartner. Und gemeinsam wurde auch beschlossen, HADES ab dem Jahr 2009 umzubauen und fit für die Zukunft zu machen. Denn im kommenden Jahrzehnt soll er auch am neuen, leistungsfähigeren Schwerionenbeschleuniger seine Dienste tun – am Zukunftsprojekt FAIR. FRANK GROTELÜSCHEN

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie

HOCHTEMPERATUR-SUPRALEITUNG

Als im Jahr 1987 der Nobelpreis für die Entdeckung von Hochtemperatursupraleitern vergeben wurde, hoffte man, dass es in wenigen Jahren schon Materialien geben würde, die sogar bei Raumtemperatur verlustfrei Strom leiten. Doch diesen Wunderleiter gibt es bis heute nicht, schlimmer noch: Niemand versteht bisher genau, warum manche komplex aufgebauten keramischen Kristalle plötzlich bei minus 150 Grad supraleitend werden, obwohl sie bei Zimmertemperatur Isolatoren sind.
Einen neuen Einblick in die Prinzipien hinter der Hochtemperatursupraleitung haben nun Professor Pengcheng Dai und Dr. Stephen D. Wilson von der University of Tennessee zusammen mit Dr. Klaus Habicht vom Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie gewonnen. Sie untersuchten Supraleiter, in denen die elektrische Leitfähigkeit durch „überzählige" Elektronen getragen wird. Dabei sind Proben mit Elektronenüberschuss schwieriger herzustellen als die üblichen Hochtemperatursupraleiter, in denen „Löcher" – also Stellen, an denen ein Elektron fehlt – den Strom leiten. Am Helmholtz-Zentrum Berlin haben die Forscher die Proben mit Neutronen durchleuchtet und die magnetische innere Ordnung bei verschiedenen Temperaturen und äußeren Magnetfeldern beobachtet. Solange die Probe voll supraleitend war, gab es keine innere magnetische Struktur. Zerstörte aber ein starkes äußeres Magnetfeld die

> „Es muss sich also um ein grundsätzliches Phänomen der Hochtemperatursupraleitung handeln!"

Supraleitung, ordneten sich die Elementarmagnete in regelmäßigen Mustern an. Diese Konkurrenz der beiden Ordnungsphänomene, magnetische Ordnung einerseits und Supraleitung andererseits, ist von Proben, in denen Löcher den Strom leiten, wohlbekannt. Die Experimente zeigen weiter, dass der Übergang zwischen den beiden Zuständen direkt erfolgt. „Das ist bei konventionellen Supraleitern so nicht der Fall", sagt Habicht. „Es muss sich also um ein grundsätzliches Phänomen der Hochtemperatursupraleitung handeln, da es unabhängig vom Vorzeichen der Ladungsträger auftritt, auch wenn sich die elektronendotierten Supraleiter deutlich von den lochdotierten unterscheiden." ARÖ

UM DIE HOCHTEMPERATURSUPRALEITUNG IM MAGNETFELD ZU UNTERSUCHEN, FINDEN NEUTRONENSTREUEXPERIMENTE AN DIESEM DREIACHSENSPEKTROMETER STATT. Foto: HMI

1.600 SOLCHER WASSERTANKS UND VIER TELESKOPSTATIONEN SIND IN DER PAMPA VERTEILT, UM TEILCHENSCHAUER UND IHRE LEUCHTSPUREN ZU ERFASSEN. FOTO: FZK

Forschungszentrum Karlsruhe

TEILCHENSCHAUER ÜBER DER PAMPA

Die Erdatmosphäre ist einem unablässigen Beschuss von Teilchen aus dem Universum ausgesetzt. Obwohl dieses Phänomen der Kosmischen Strahlung seit über 90 Jahren bekannt ist, blieb die Herkunft der energiereichsten Partikel bis heute ein Rätsel. Eine Forscherkollaboration mit Mitgliedern aus 17 Staaten hat in der argentinischen Pampa eine weltweit einzigartige Anlage namens Pierre-Auger-Observatorium errichtet, mit der sie diese Frage beantworten will.
Die kosmischen Eindringlinge kommen mit ganz unterschiedlichen Energien bei uns an. Überwiegend handelt es sich wohl um Wasserstoffkerne (Protonen), von denen einige die Energie eines kräftig geschlagenen Tennisballs besitzen – hundert Millionen Mal mehr als im neuen Speicherring LHC am CERN in Genf.

> „Man kann sich das so vorstellen, als wolle man eine 30 Kilometer entfernte 40-Watt-Glühbirne aufnehmen, die mit nahezu Lichtgeschwindigkeit durch die Atmosphäre rast."

Stößt ein Proton in der Atmosphäre mit einem Atomkern der Luftmoleküle zusammen, so zerplatzen beide Partikel in viele neue Teilchen, die weiter in Richtung Erdboden rasen. Diese treffen erneut auf Atomkerne und lösen weitere Teilchen aus. Am Boden kommt schließlich eine aus Milliarden von Teilchen bestehende Lawine mit bis zu zehn Kilometern Durchmesser an. Diese so genannten Luftschauer entdeckte 1938 der französische Physiker Pierre Auger, dem zu Ehren das neue Observatorium benannt wurde.
Die Forscher wissen wenig über die energiereichsten Partikel, weil diese extrem selten sind. Auf einer Fläche von einem Quadratkilometer trifft durchschnittlich nur eines pro Jahrhundert auf die Atmosphäre. Für ihren Nachweis benötigt man deshalb eine Anlage mit einer großen Ausdehnung. Das Pierre-Auger-Observatorium erstreckt sich über 3.000 Quadratkilometer – mehr als der dreifachen Fläche von Berlin. Die Anlage besteht zum einen aus 1.600 Tanks, die in jeweils 1,5 Kilometern Abstand voneinander stehen. Jeder ist mit 12.000 Liter gereinigtem Wasser gefüllt. Rauschen Teilchen eines Luftschauers in die Flüssigkeit hinein, so lösen sie einen kurzen Lichtblitz aus, den empfindliche Detektoren im Innern registrieren. Im Normalfall werden mehrere Tanks getroffen. Das ermöglicht es, die Einfallsrichtung des Schauers und damit auch des ursprünglichen Primärteilchens zu berechnen.
Zudem kommen im Auger-Observatorium erstmals auch Teleskope zum Einsatz. Sie entstanden unter der Leitung des Forschungszentrums Karlsruhe. Ein Luftschauer erzeugt nämlich in der Hochatmosphäre auch eine schwache UV-Leuchtspur, die die Teleskope mit zehn Millionen Aufnahmen pro Sekunde aufzeichnen. „Man kann sich das so vorstellen, als wolle man eine 30 Kilometer entfernte 40-Watt-Glühbirne aufnehmen, die mit nahezu Lichtgeschwindigkeit durch die Atmosphäre rast", erklärt Professor Dr. Johannes Blümer von Forschungszentrum und Universität Karlsruhe.
Die elektronischen Teleskope sind eine Koproduktion von Deutschland, Italien und Tschechien, während in der Überwachung der Atmosphäre Australien, Deutschland, Slowenien und die USA aktiv sind. Die Wassertanks wurden in den USA entwickelt, in Argentinien, Brasilien und Mexiko gebaut und mit französischer Elektronik ausgerüstet – der zugehörige Datenfunk stammt aus Großbritannien.
Die Idee zu diesem größten Observatorium der Erde hatten Anfang der 1990er Jahre der Nobelpreisträger James Cronin von der Universität Chicago und Alan Watson von der Universität Leeds. Einige Jahre später machte sich Blümer für eine deutsche Beteiligung daran stark. Bis heute hat Deutschland zusammen mit den USA und dem Sitzland Argentinien die größten Beiträge zum Auger-Observatorium geleistet.
Wie erreicht man es, dass eine derart große, weltweite Kollaboration an einem Strang zieht? „Nicht durch eine zentralistische Führungsstruktur", sagt Blümer. „Die Aufgabenverteilung wird auf Konferenzen, Meetings und beim Kaffeetrinken erarbeitet." Es ist das gemeinsame Ziel, das die Forscher eint.
Im September letzten Jahres veröffentlichte die Auger-Kollaboration ihre ersten Ergebnisse. Demnach scheinen die Teilchen von entfernten aktiven Galaxien zu kommen, in deren Zentren

Astrophysiker supermassereiche Schwarze Löcher vermuten. Diese sind möglicherweise von starken Magnetfeldern umgeben, in denen die Teilchen beschleunigt werden. Doch die überaus spannende Identifikation einzelner Objekte ist noch unsicher.
Das Auger-Observatorium soll noch weitere 20 Jahre lang den Südhimmel beobachten. Derweil werben die Forscher für ein zweites, noch größeres Observatorium dieser Art auf der Nordhalbkugel. Ein geeigneter Standort ist bereits im US-Bundesstaat Colorado gefunden, aber die Finanzierung durch 17 Länder ist eine besondere Herausforderung. „Nur die Helmholtz-Gemeinschaft als größte Forschungsorganisation von Deutschland und hier das Forschungszentrum Karlsruhe im Karlsruher Institut für Technologie KIT können den führenden deutschen Beitrag aufbringen“, sagt Blümer. Sein Team arbeitet bereits mit Hochdruck daran, ebenso wie die Arbeitsgruppen an den Universitäten Aachen, Wuppertal und Siegen. Schon in zwei Jahren könnten sie mit dem Aufbau beginnen. THOMAS BÜHRKE

> „Wir sind mittlerweile sicher, dass die energiereichsten kosmischen Strahlungsteilchen von fernen Galaxien kommen.“

GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung

REKORD-IONENBESCHLEUNIGER

Am GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung wird zurzeit in internationaler Kooperation ein einzigartiges Großgerät gebaut, die Facility for Antiproton and Ion Research, kurz FAIR. In jahrelanger Vorbereitung haben viele Hunderte von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus aller Welt am Konzept von FAIR gearbeitet. Die Gesamtkosten für den Bau von FAIR von rund 1,2 Milliarden Euro werden von 14 Partnerländern mitfinanziert. Der Baubeginn ist für das Jahr 2009, die Fertigstellung für 2016 geplant „Mit FAIR holen wir die Physik des frühen Universums ins Labor“, erklärt der Wissenschaftliche Geschäftsführer der GSI Professor Dr. Horst Stöcker. Denn hier steht die Forschung noch vor großen Fragen: Warum kommt Antimaterie im Universum, bis auf winzige Reste, kaum vor – und warum ist die Materie, die uns umgibt, offensichtlich bevorzugt worden? Auch die Dunkle Materie, die einen Großteil der Masse im Universum ausmachen muss, könnte mit FAIR beobachtet werden.

> „Alle Materie besteht letztendlich aus Sternenstaub.“

An der geplanten Anlage wollen Forscher außerdem experimentell untersuchen, wie Sterne explodieren und welche Prozesse dabei ablaufen. Denn nach heutigem Wissensstand entstanden die chemischen Elemente in gewaltigen Sternexplosionen. „Das heißt, alle Materie – auch wir selbst – besteht letztendlich aus Sternenstaub, den Überresten von explodierten Sternen“, sagt Stöcker. Das Herzstück der FAIR-Anlage ist ein großer supraleitender Doppelringbeschleuniger mit 1.100 Metern Umfang. An diesen schließt sich ein komplexes System von Speicherringen und Experimentierstationen an. Dabei können die bereits existierenden GSI-Beschleuniger als Vorbeschleuniger genutzt werden. GSI

108 SOLCHER DIPOLMAGNETE WERDEN FÜR DEN GROSSEN KREISBESCHLEUNIGER DER FAIR-ANLAGE BENÖTIGT. FOTO: C. GRAU/GSI

FORSCHUNGSBEREICH VERKEHR UND WELTRAUM

Der Forschungsbereich „Verkehr und Weltraum“ wurde im Rahmen der Programmorientierten Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft im Frühjahr 2008 begutachtet. Der vorliegende Geschäftsbericht 2007/2008 gibt einen Überblick über die bisherige Aufgabenstellung und die wissenschaftliche Arbeit des Forschungsbereichs, die auf der Struktur der ersten Runde der Programmorientierten Förderung basieren. Zum 1. Januar 2009 wird sich der Forschungsbereich in „Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr“ umbenennen. Die drei Forschungsprogramme, die für die strategische Ausrichtung des Forschungsbereichs in den kommenden fünf Jahren stehen, stellen sich im Geschäftsbericht vor.

DIE AUFGABE

Mobilität, Kommunikation und Information sind für moderne Volkswirtschaften essenziell. Sie stehen als Beispiele für gesellschaftliche Herausforderungen, die die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Forschungsbereichs Verkehr und Weltraum aufgreifen. Angesichts zunehmender Umweltbelastungen, kapazitiver Engpässe und verschärfter Sicherheitsanforderungen erarbeiten sie neue Konzepte und technische Problemlösungen und beraten politische Entscheidungsträger. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt ist das einzige Zentrum im Forschungsbereich Verkehr und Weltraum. Gleichzeitig ist es das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Im Auftrag der Bundesregierung ist das DLR als Deutsche Raumfahrtagentur zudem für die Konzeption und Durchführung der Forschung im Rahmen des nationalen Raumfahrtprogramms und die Beiträge zur Europäischen Weltraumorganisation ESA zuständig. Die insgesamt 13 Standorte des DLR liegen in verschiedenen Bundesländern und sind intensiv mit Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen vernetzt. Zugleich kooperiert das DLR eng mit den anderen Forschungszentren in der Helmholtz-Gemeinschaft, insbesondere in den Forschungsbereichen Energie sowie Erde und Umwelt.

Im Forschungsbereich Verkehr und Weltraum wurden im vergangenen Jahr Kooperationen weiter ausgebaut und neue Forschungsinfrastrukturen aufgebaut: Nach nur sieben Monaten Anlaufzeit wurde im Mai 2008 am DLR-Standort Braunschweig ein Hochleistungsrechner, das Kernstück des Center for Computer Applications in AeroSpace Science and Engineering ($C^2A^2S^2E$), in Betrieb genommen. $C^2A^2S^2E$ ist als Forschungsumgebung mit Campus-Charakter realisiert worden und lässt eine unmittelbare Integration von Forschung, Entwicklung und industrieller Anwendung zu.
In der Helmholtz-Allianz „Planetenentwicklung und Leben“ arbeiten sechs DLR-Institute mit zwölf Partnern überwiegend aus dem universitären Bereich zusammen. Darüber hinaus wurde mit der Technischen Universität Hamburg-Harburg das Institut für Lufttransportkonzepte und Technologiebewertung gegründet. Die Kernaufgaben des Instituts umfassen die Bewertung neuer Konzepte für das Lufttransport- und Flugführungssystem.
Mit der Gründung des Instituts für Raumfahrtsysteme in Bremen im vergangenen Jahr wurde das Aufgabenspektrum im Bereich Raumfahrt des DLR vervollständigt. Aufgabe des Instituts ist die Bewertung und Analyse komplexer Systeme der Raumfahrt in technischer, wirtschaftlicher und gesellschaftspolitischer Hinsicht.

„Wir brauchen Lösungen, um gesellschaftliche Herausforderungen wie Mobilität, Kommunikation und Sicherheit für nachfolgende Generationen zu gewährleisten. Der Forschungsbereich wird zukünftig in noch stärkerer Weise entscheidende Beiträge dazu leisten. Als nationale Forschungseinrichtung vertreten wir hierbei im europäischen und internationalen Rahmen die Interessen der Bundesrepublik Deutschland, insbesondere in der Luft- und Raumfahrt."

PROF. DR. JOHANN-DIETRICH WÖRNER Vizepräsident für den Forschungsbereich Verkehr und Weltraum, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

DIE PROGRAMMSTRUKTUR IN DER FÖRDERPERIODE 2003*-2008

Die Forscherinnen und Forscher des DLR arbeiten in drei Programmen zusammen:

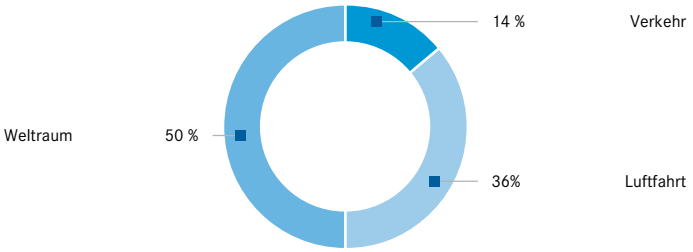
- Luftfahrt
- Weltraum
- Verkehr

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

*Im Forschungsbereich Verkehr und Weltraum begann die erste Förderperiode 2003 und wurde um ein Jahr bis 2008 verlängert.

Die Struktur des Forschungsbereichs Verkehr und Weltraum
Grundfinanzierte Kosten 2007: 193 Mio. Euro

Zusätzlich erhält der Forschungsbereich Verkehr und Weltraum 197 Mio. Euro Drittmittel. Damit stehen ihm Gesamtmittel i.H.v. 390 Mio. Euro zur Verfügung.



DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2003*-2008

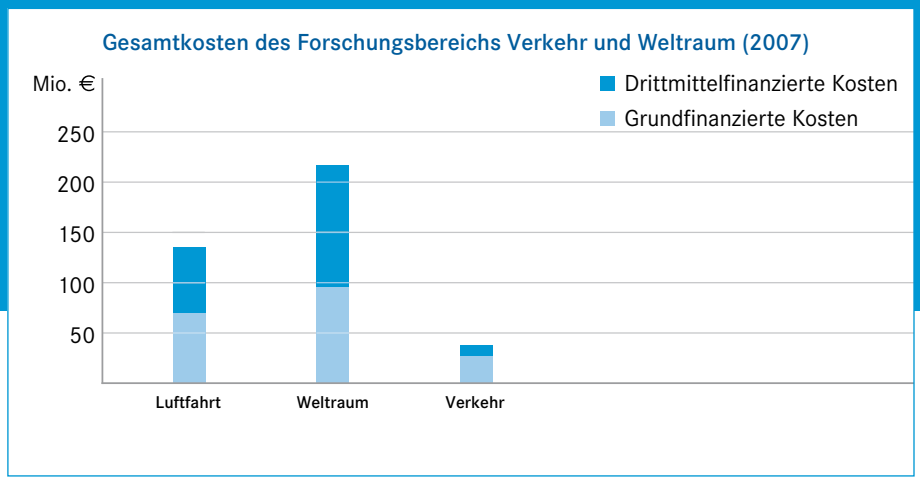
Das Programm Luftfahrt

Die Luftfahrtindustrie ist durch die europäische Integration geprägt. Deshalb wurde im Programm die Vernetzung mit europäischen Partnern vorangetrieben, insbesondere mit den französischen und niederländischen Partnerorganisationen ONERA und NLR. Im Vordergrund standen die Weiterentwicklung von Transportflugzeugen in Zusammenarbeit mit ONERA, der Flugführungstechnologie in Kooperation mit NLR und die Erweiterung des DLR-NLR-Windkanalverbundes um die ONERA-Windkanäle. Inhaltlich orientierte sich die Forschung an folgenden Zielen: Steigerung der Sicherheit, Reduktion von Fluglärm und Emissionen, Erhöhung der Wirtschaftlichkeit und Steigerung der Leistungsfähigkeit des Lufttransportsystems. In der Kooperation DLR/ONERA Aircraft Research sind die Arbeiten an Starrflügelflugzeugen gebündelt. Bei der Hubschrauber-Forschung in der Kooperation DLR/ONERA Rotorcraft Research ging es insbesondere darum, auch bei schwierigen Wetterbedingungen einen sicheren Flugbetrieb zu ermöglichen, den Einsatzbereich zu erweitern und die Umweltverträglichkeit dieses Flugverkehrssystems zu verbessern.
Ein weiteres Thema ist der effiziente und umweltfreundliche Antrieb. Die Forschung zum Programmthema „Sichere und effiziente Luftverkehrsführung“ konzentriert sich auf das Gebiet des Air Traffic Managements, vor allem für den Flughafennahbereich. Im Zentrum des Querschnittsthemas „Luftverkehr und Umwelt“ standen Arbeiten zum schadstoffarmen und leisen Luftverkehr, zu Wirbelschleppen sowie zur Anwendung von Brennstoffzellen in Flugzeugen. Im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) geförderten Projektes ELBASYS wurde eine Brennstoffzelle in das DLR-Forschungsflugzeug Airbus A320 ATRA integriert. Abgeschlossen wurde das Forschungsprojekt „Lärmoptimierte An- und Abflugverfahren“ (LAnAb).
Als Partner des EU-Projekts VITAL konnte die Luftfahrtforschung des DLR die Kohlendioxid-Emission von Triebwerken um etwa sieben Prozent und den Lärm um sechs Dezibel reduzieren. Die Firma Snecma entwickelte das Konzept eines gegenläufigen, langsam drehenden Schaufelrades, eines so genannten Fans, für ein Triebwerk mit hohem Nebenstromverhältnis. Das DLR ist im Rahmen dieses Projektes für die aerodynamische und aeroelastische sowie die akustische und mechanische Auslegung einer kostengünstigen Variante verantwortlich.

Das Programm Weltraum

Raumfahrt in Deutschland bedeutet Forschung und Entwicklung zum direkten Nutzen für die Menschen und Inspiration für die Zukunft zugleich. Die Herausforderungen zur langfristigen Sicherung unserer Lebensgrundlagen, die sich der Menschheit im Zuge einer sich verändernden Welt stellen, können wissenschaftlich nur angegangen werden, wenn entsprechend geeignete Daten und Informationen über die Erde und das Geschehen auf ihr vorliegen. Hierbei kommt der Raumfahrt eine wichtige Schlüsselrolle zu. Gleichzeitig bedeutet Raumfahrt auch, in völlig neue Dimensionen der Forschung vorzustoßen. Raumfahrt verändert das Bild der Erde und der Welt jenseits unseres Planeten tiefgreifend. Wie entstand der Kosmos? Gibt es Leben außerhalb der Erde? Wie beeinflussen die Weltraumbedingungen lebenswissenschaftliche und materialwissenschaftliche Prozesse?
Die strategischen und politischen Raumfahrtziele Deutschlands werden in einem integrierten Raumfahrtprogramm umgesetzt. Das Programm Raumfahrt ist – neben dem Nationalen und der deutschen Beteiligung bei ESA –Teil dieses integrierten Programms.
Ein Highlight in der Erdbeobachtung war die Entwicklung von TerraSAR-X und die Entscheidung, einen weiteren nahezu baugleichen Satelliten TanDEM-X in einer Public-Private-Partnership zu realisieren, der im engen Formationsflug mit TerraSAR-X die Erde umkreisen soll. Der Start von TerraSAR-X ist im Sommer 2007 erfolgt. TerraSAR-X lieferte schon nach wenigen Wochen hervorragende Bilder für zahlreiche Anwendungen.
Das DLR leitet das Europäische „Network of Excellence in Satellite Communication“. In der Satellitennavigation lag der Fokus auf den Vorarbeiten zu Galileo und dessen Anwendungen.

*Im Forschungsbereich Verkehr und Weltraum begann die erste Förderperiode 2003 und wurde um ein Jahr bis 2008 verlängert.

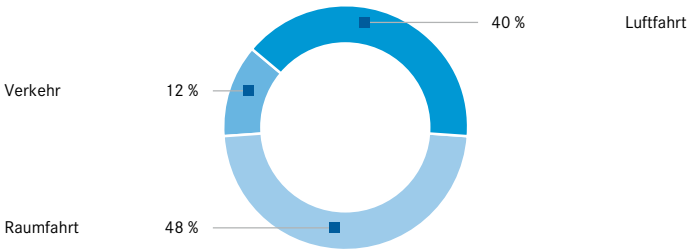


In den vergangenen Jahren konkretisierte sich die Erforschung des Weltraums in einer Beteiligung an internationalen Missionen wie Cassini (Saturnsystem), Venus Express, COROT (Suche nach extrasolaren Planeten), Vorbereitung von DAWN (Mission zu zwei Asteroiden), Vorbereitung der Mission Bepicolombo zum Merkur sowie Mars Express und Rosetta.
Im Programmthema Forschung unter Weltraumbedingungen wurden sowohl materialwissenschaftliche als auch lebenswissenschaftliche Fragestellungen unter den speziellen Randbedingungen der Schwerelosigkeit in Parabelflügen, Höhenforschungsraketen und auf der internationalen Raumstation untersucht.
Um die internationale Wettbewerbsfähigkeit des europäischen Trägers mit den steigenden Anforderungen an Zuverlässigkeit und Flexibilität zu gewährleisten, ist das validierte und grundlegende wissenschaftlich-technische Verständnis von Schlüsseltechnologien für Trägersysteme unverzichtbar. Dazu gehörten in den letzten Jahren Forschungsarbeiten zu Raumfahrtantrieben, hochbelastbaren Strukturen, innovativen Kühlungskonzepten auch für Antriebssysteme, numerische Simulationen sowie Modellierung und Flugführung.
Das Programmthema Technik für Raumfahrtsysteme schafft die Grundlage zukünftiger Raumfahrtsysteme und Missionen durch Entwicklung und Bereitstellung innovativer Technologien. Dazu stellt das DLR eine Auswahl von Technologie-Komponenten zur Verfügung. Hierzu zählen Robotik-Forschungsleistungen für das robotische Servicing im Weltraum, mit dem die Lebensdauer von Satelliten im Orbit verlängert werden kann, innovative Betriebstechnologien, Entwicklung und Qualifizierung von zeitgemäßen Satellitenkomponenten und der Beitrag zum „On-Orbit Verifikation“-Testprogramm des Nationalen Programms.

Das Programm Verkehr

Das derzeit existierende Verkehrssystem ist in weiten Teilen überlastet und hat immer größere Schwierigkeiten, den steigenden Verkehr aufzunehmen. Diese chronische Überbeanspruchung gefährdet perspektivisch die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen und europäischen Wirtschaft. Das hohe Verkehrsaufkommen belastet aber auch die Umwelt, mindert die Lebensqualität der Menschen und geht mit spürbaren Unfallrisiken einher. Das Programm Verkehr orientiert sich deshalb an drei übergeordneten Zielen: Mobilität sichern, Umwelt und Ressourcen schonen, Sicherheit erhöhen. Um diese Ziele zu erreichen, entwickelt das DLR Lösungsansätze für bodengebundene Fahrzeuge, Verkehrsmanagement und das Verkehrssystem. Dabei werden spezifische Verkehrsexpertisen mit vorhandenen Kompetenzen aus Luft- und Raumfahrt sowie Energie verknüpft. Zentrale Themen bei der Entwicklung von Straßen- und Schienenfahrzeugen der nächsten Generation sind die Optimierung von Fahrzeugstrukturen und Energiesystemen, die Verminderung von Fahrwiderständen und Verschleiß, die Erhöhung des Komforts und zugleich die Reduzierung der negativen Umweltwirkungen. Individualisierte Assistenzsysteme stehen im Fokus, wenn es darum geht, die Sicherheit weiter zu erhöhen und Verkehrsteilnehmer situationsbezogen zu unterstützen. Neuartige Lösungen zum Straßen- und Schienenverkehrs- sowie Flughafenmanagement tragen dazu bei, Effektivität und Effizienz der Infrastrukturnutzung zu verbessern. Spezielle Verkehrsmanagement-Informationen und maßgeschneiderte Entscheidungshilfen greifen die Bedürfnisse von Einsatzkräften bei Großereignissen und Katastrophen auf. Neue Wege bei der Untersuchung des Verkehrssystems werden mit der integralen Betrachtung von Verkehrsentwicklung und Umweltwirkungen beschritten.

Die Struktur des Forschungsbereichs Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr
Grundfinanzierte Kosten Plan 2009: 227 Mio. Euro*



*Nicht berücksichtigt sind dabei die erst kürzlich gestarteten Aktivitäten „Raumfahrt-Institut Bremen“ und das „Leistungszentrum Robotik“, für die weitere 22 Millionen Euro zur Verfügung stehen.

DIE PROGRAMME IN DER PROGRAMMORIENTIERTEN FÖRDERUNG 2009-2013

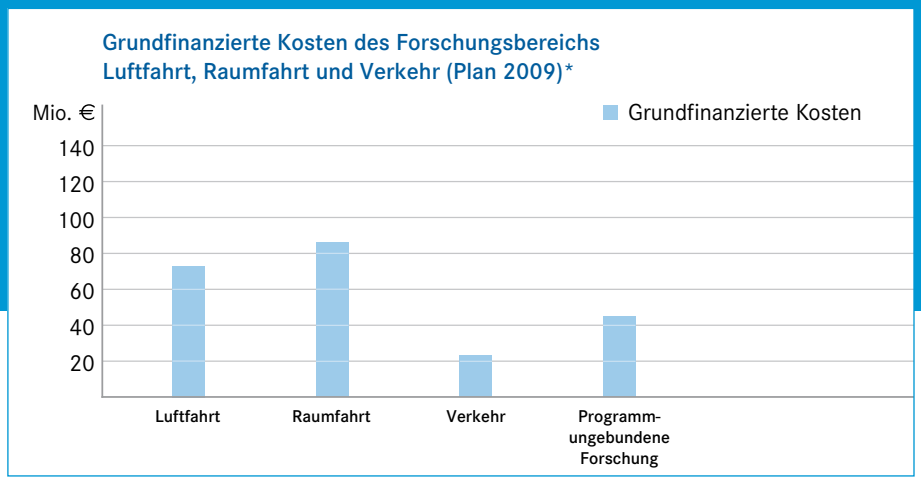
Die Symbiose der Programme Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr in einem Forschungszentrum ist in der europäischen Wissenschaftslandschaft einzigartig. Diese Position wird in den kommenden Jahren weiter ausgebaut. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt agiert hierbei nicht isoliert, sondern eingebettet in die nationale, europäische und internationale Forschungslandschaft. Hierzu gehört auch die Kooperation mit anderen Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft in den Forschungsbereichen Energie, Erde und Umwelt, Gesundheit und Schlüsseltechnologien. Wesentliche Beiträge zu leisten, um den ehrgeizigen Visionen in Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr deutlich näher zu kommen, ist die Aufgabe für die kommende Periode der Programmorientierten Förderung.

Luftfahrt

Vorrangiges Ziel der DLR-Luftfahrtforschung ist es, die Wettbewerbsfähigkeit der nationalen und der europäischen Luftfahrtindustrie und Luftverkehrswirtschaft zu stärken und den Anforderungen von Politik und Gesellschaft nachzukommen. Die wichtigsten Ziele der kommenden fünf Jahre basieren auf der Forschung aus der ersten Runde der Programmorientierten Förderung und führen diese in wesentlichen Zügen fort: Forschung, um die Leistungsfähigkeit des Lufttransportsystems zu steigern, Fluglärm und schädliche Emissionen zu reduzieren und die Sicherheit angesichts wachsender Risiken zu garantieren. Diese Ziele werden im Rahmen der europäischen Zusammenarbeit im Netzwerk EREA angestrebt. Die Forschung in diesen fünf Forschungsfeldern findet mit Hilfe von besonders ausgerüsteten Forschungsflugzeugen statt. Zu nennen sind hier vor allem die Forschungsflugzeuge HALO und ATRA.

Raumfahrt

Im Helmholtz-Programm Raumfahrt werden zukünftige Anwendungsmöglichkeiten der Raumfahrt entwickelt, technologische Lösungen erarbeitet, konkrete wissenschaftliche und anwendungsbezogene Missionen vorbereitet. All dies geschieht in Kooperation mit Partnern aus Industrie, Forschungseinrichtungen, Universitäten, Ämtern und staatlichen Einrichtungen und stellt damit ein zentrales Bindeglied zwischen allen an der Raumfahrt beteiligten Akteuren dar – von der Idee über die Realisierung bis zur Anwendung der Raumfahrt.
Die Ziele für die nächsten fünf Jahre basieren auf den Ergebnissen und Herausforderungen, die die erste Programmperiode gebracht hat.
In der Erdbeobachtung bilden die nationalen Missionen TerraSAR-X, TanDEM-X und EnMAP, die Missionen von ESA und EUMETSAT und die europäische GMES-Initiative einen Schwerpunkt. In der Satellitenkommunikation soll der breitere Einsatz von optischen Verbindungen bis hin zur Schaffung eines satellitenbasierten Terrabits/s Transport- und Verteilnetzes erforscht und entwickelt werden. Bei der Satellitennavigation stehen der Aufbau von Galileo und die Entwicklung von Anwendungen im Mittelpunkt. Von besonderem Interesse in der Erforschung des Weltraums werden zukünftig die Suche nach Leben auch in zurückge-



*Nicht berücksichtigt sind dabei die erst kürzlich gestarteten Aktivitäten „Raumfahrt-Institut Bremen“ und das „Leistungszentrum Robotik“, für die weitere 22 Millionen Euro zur Verfügung stehen.

führten Proben und die Erforschung der Lebenserhaltungsmöglichkeiten eines Planeten sein. Die Forschung unter Schwerelosigkeit, insbesondere auf der ISS, die vor ihrer vollen Nutzungsphase steht, fördert den Erkenntnisgewinn in Material- und Lebenswissenschaften. Für das zukünftige Nutzungsszenario der Raumfahrt (Wissenschafts-, Explorations-/Erkundungs-, Anwendungs-, Touristik- und Technologiemissionen) werden Schlüsseltechnologien zur Sicherstellung eines wirtschaftlichen Raumtransports verlangt, die im DLR erforscht werden. In der Technik für Raumfahrtsysteme werden Technologien für orbitale und planetare Missionen entwickelt und validiert.

Verkehr

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

BAUTEILE AUS ALUMINIUM (GRÜN) UND MAGNESIUM (GELB) MACHEN DAS AUTO UM 24 KILOGRAMM LEICHTER. BILD: DLR

PROJEKTE

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

SUPERLEICHT UND DOCH STABIL

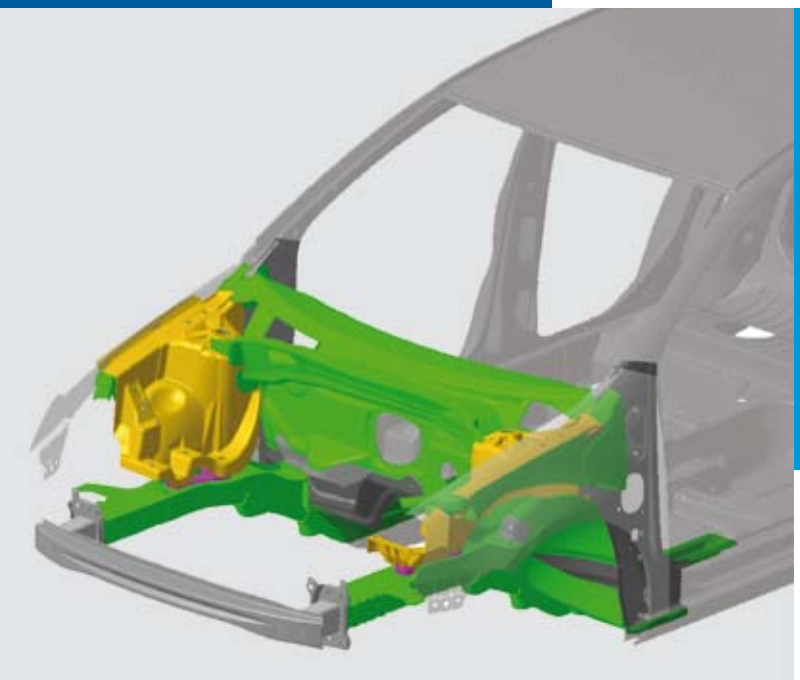
Weniger Gewicht heißt die Devise. Zukünftige Fahrzeuge sollen leichter gebaut sein, um den Verbrauch an Kraftstoff und damit die CO_2-Emissionen weiter zu reduzieren. Innovationen für Sicherheit und Komfort führten bis vor kurzem dazu, dass die Autos von einem Seriennachfolger zum nächsten immer schwerer wurden. „Dieser Trend ist mit den heutigen Serienfahrzeugen bereits gestoppt“, sagt Gundolf Kopp vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Stuttgart. Seit etwa zwei Jahren halten sie ihr Gewicht, und in Zukunft soll es rapide sinken. Ein Minus von dreißig Prozent in der Karosserie ist das Ziel, verglichen mit einem Mittelklasse-Fahrzeug aus Stahl. Das macht immerhin 85 Kilogramm – oder 6,8 Gramm CO_2 je Kilometer.

> „Ein Minus von dreißig Prozent in der Karosserie ist das Ziel, verglichen mit einem Mittelklasse-Fahrzeug aus Stahl.“

Strengere EU-Richtlinien für den CO_2-Ausstoß und stetig steigende Kraftstoffpreise verlangen, dass der Energieverbrauch gesenkt wird. Zum Beispiel durch den Einsatz leichterer Materialien. Für die Automobilindustrie ist die Entwicklung neuer Konzepte für den Leichtbau eine europäische Herausforderung. Unter Führung der Volkswagen AG haben sich 37 Partner aus neun Ländern zum Projekt Super Light Car (SLC) zusammengeschlossen. Sieben große Automobilhersteller holten sich Zulieferer und namhafte Forschungsinstitutionen mit ins Boot, darunter auch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt mit seinem Institut für Fahrzeugkonzepte in Stuttgart. Mit einem Gesamtbudget von 19,2 Millionen Euro entwickeln die Partner seit dem Jahr 2005 (im 6. EU-Rahmenprogramm) neue Leichtbaukonzepte.
Die Maxime lautet Multi Material Design. „Man könnte natürlich das Auto aus superleichten Kohlefasern (CFK) bauen, aber das kann niemand bezahlen“, sagt Gundolf Kopp, der beim DLR die Projektleitung für SLC hat. Stattdessen gelte es, den richtigen Werkstoff an der richtigen Stelle einzusetzen. Für jedes Bauteil prüfen die Forscher systematisch, ob es Einsparpotenzial gibt und welches Material aus der Leichtbaupalette – Magnesium, Aluminium, Stähle, CFK – am besten dafür geeignet ist. Dabei geht es nicht nur darum, die technischen Stärken der einzelnen Werkstoffe zu berücksichtigen. „Die Projektpartner haben den gesamten Lebenszyklus des Fahrzeuges im Blick, inklusive Recycling“, betont Kopp. Schließlich dürfen die Materialien nicht zu teuer sein, und die Hersteller müssen das Produkt auch fertigen können. Am Ende soll das Fahrzeug den Anforderungen der Automobilindustrie beispielsweise hinsichtlich Crashsicherheit, Korrosionsschutz und Materialermüdung genügen. Und das bei verkraftbaren Mehrkosten.
Ein Minus von etwa 24 Kilogramm geht auf das Konto des Teams beim DLR in Stuttgart. Für den Vorderwagen des Autos, den Raum um den Motor, haben die Ingenieure zum Beispiel einen Federbeindom aus Magnesium und einen Längsträger sowie weitere Teile aus Aluminium entworfen. „Das Magnesiumbauteil bietet gleich doppelte Sparmöglichkeit“, sagt Gundolf Kopp. Zum einen ist Magnesium leichter als Stahl oder Aluminium. Und zum anderen kann es als Gussteil ausgeführt werden. So können verschiedene Elemente in einem Bauteil vereint werden. Dadurch wird es möglich, sowohl die Zahl der Montageschritte als auch das Gewicht zu reduzieren.

> „Die Projektpartner haben den gesamten Lebenszyklus des Fahrzeuges im Blick, inklusive Recycling.“

Magnesium hat allerdings den Nachteil, dass es im Vergleich zu anderen Leichtmetallen nicht so dehnbar ist. Deshalb müssen die Ingenieure – zunächst in virtuellen Crashtests – überprüfen, ob die Bauteile bei einem schweren Unfall nicht zu früh versagen und dann möglicherweise in den Fahrerraum eindringen. „Diese vielen zum Teil gegensätzlichen Eigenschaften – leicht und sicher, innovativ, zuverlässig und kostengünstig – unter einen Hut zu bringen, ist für alle eine große Herausforderung“, erklärt Kopp. Deshalb sei es besonders wichtig, das unterschiedliche Know-how der internationalen Partner zu nutzen und sich bei den Teilprojekten zu unterstützen, zum Beispiel mit komplexen Berechnungen oder Materialprüfungen.



Die Stuttgarter Automobilingenieure bringen ihre Expertise für Konzeption, Konstruktion und Simulation und ihre Erfahrung mit unterschiedlichen Werkstoffen – unter anderem Magnesium als Leichtbaumaterial – ein. „Wenn es um die Verbindung verschiedener Materialien und Bauteile geht, zum Beispiel Federbeindom und Längsträger, ist der italienische Autokonzern Fiat für uns ein wichtiger Partner“, sagt Kopp. Enge Zusammenarbeit gibt es außerdem mit schwedischen Ingenieuren von Volvo. Ihre Spezialität ist es, die Wandstärken der Bauelemente zu optimieren. Die britische Firma ARUP simuliert schließlich das Gesamtfahrzeug im Rechner.
Bis zum Frühjahr 2009 wollen verschiedene Automobilhersteller und Lieferanten die Leichtbaukonzepte in die Praxis umsetzen. Sie werden mehrere Prototypen der neu entwickelten Strukturen bauen – von einzelnen Elementen über den Vorderwagen bis hin zur kompletten Karosserie. Diese Strukturen werden dann auf Herz und Nieren getestet – damit nicht nur die Fahrt auf die Waage die Erwartungen erfüllt. UTA DEFFKE

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

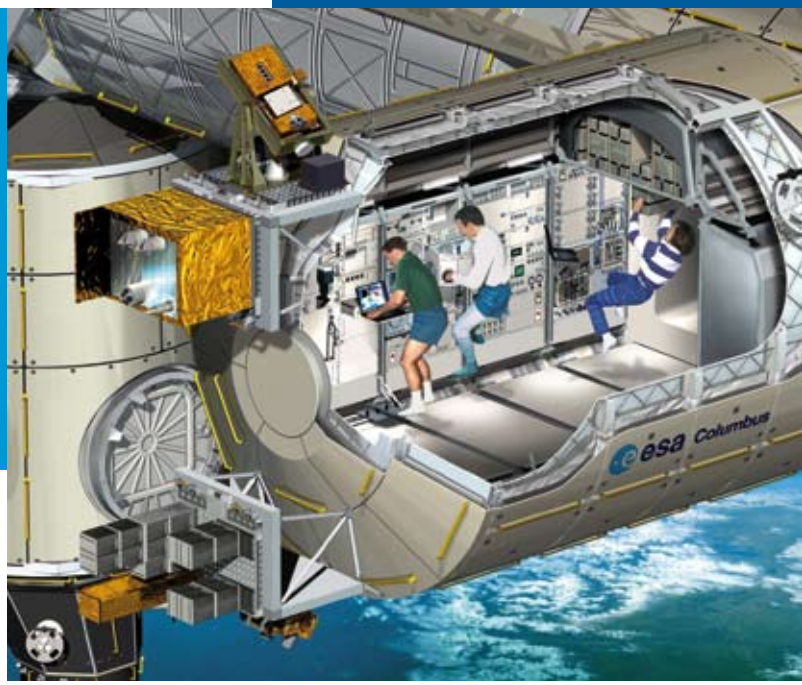
FLIEGENDES INTERNET

Als Passagier während des Flugs zu telefonieren oder im Internet zu surfen, ist ohne die nötigen technischen Voraussetzungen nicht ungefährlich, denn Funksignale von mobilen Geräten können unter bestimmten Voraussetzungen den Funkverkehr der Piloten oder die Bordelektronik stören. Auch Piloten haben derzeit keinen Zugriff auf neue Kommunikationsmedien und kommunizieren mit Fluglotsen überwiegend über analogen Sprechfunk sowie über kurze Textnachrichten der Größenordnung einer SMS. Das soll sich ändern: Unter Führung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt läuft das europäische Forschungsprojekt „Networking the Sky“, kurz NEWSKY, das Flugzeuge, Satelliten und Bodenstationen in einem auf Internet-Technologien basierten Netzwerk verbinden soll. Ingenieure von Thales Alenia Space, QinetiQ, Frequentis, Triagnosys, der Deutschen Flugsicherung sowie der Universität Salzburg arbeiten mit an der Vision eines „vernetzten Himmels“. „Wir brauchen neue Kommunikationsmöglichkeiten in der Flugführung, um die hohen Sicherheitsstandards bei wachsendem Flugverkehr zu erfüllen und die Umweltbelastung durch optimierte Flugbahnen zu reduzieren“, so Projektleiter Dr. Frank Schreckenbach. Piloten sollen zuverlässig mit den Fluglotsen kommunizieren und Informationsdienste wie Wetter- oder Verkehrsdaten empfangen können. Und zwar überall, in abgelegenen Gebieten über Ozeanen und Polarregionen genauso wie in dicht besiedelten Regionen.

> „In etwa zehn Jahren werden Passagiere und Piloten alle Möglichkeiten des Internets während des Flugs nutzen können.“

Das Konzept von NEWSKY ist modular: Es baut auf vorhandenen Technologien für Internet, Mobilfunk oder Cockpitkommunikation auf und kann neue Kommunikationstechnologien einfach integrieren. Dabei müssen Piloten automatisch „Datenvorfahrt“ bekommen, damit nicht etwa ein Video aus dem Web die Übertragung von wichtigen Daten für das Cockpit blockiert. „In etwa zehn Jahren werden sowohl Passagiere als auch Piloten alle Möglichkeiten des Internets auch während des Flugs nutzen können“, so Schreckenbach. ARÖ

FLUGZEUGE, SATELLITEN UND BODENSTATIONEN SOLLEN IM EU-PROJEKT NEWSKY ZU EINEM GEMEINSAMEN KOMMUNIKATIONSNETZ VERBUNDEN WERDEN. Bild: DLR



Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

RAUMLABOR COLUMBUS

Es soll die perfekte Kugel werden. Ohne den Einfluss der Schwerkraft, von elektromagnetischen Feldern aufgeheizt und in der Schwebe gehalten, wird der 1.500 Grad Celsius heiße Metalltropfen ein vollkommenes Rund bilden. Wenn ihn dieselben Felder in eine andere Form zwingen, so verrät die Abweichung vom Ideal etwas über die inneren Kräfte der Schmelze. Der Materialforscher Professor Dr. Andreas Meyer vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Köln will es ganz genau wissen: wie sich die Legierung aus Titan und Aluminium ausdehnt, wenn sie erwärmt wird, welche Oberflächenspannung sie hat, wie zäh sie ist. Er will auch wissen, welchen Einfluss Strömungen und die Konzentration der einzelnen Elemente auf die Erstarrung von Schmelzen haben. All dies soll künftig helfen, exaktere Computermodelle für die Simulation von metallischen Gussverfahren zu erstellen. So kann die Entwicklung neuer Materialien und Gießprozesse, zum Beispiel für extrem belastete Turbinenschaufeln oder Motorblöcke, beschleunigt werden.
„Wir untersuchen nicht den Einfluss der Schwerelosigkeit auf diese physikalischen Abläufe, sondern wollen die störende Wirkung auf den Materialfluss in der Schmelze unterdrücken“, erläutert Meyer. Er leitet beim DLR das Institut für Materialphysik im Weltraum. Weil es keine Maschine gibt, die die Schwerkraft ausschalten kann, brauchen die Forscher die Schwerelosigkeit des Alls.

> „Um Columbus in seinen geplanten zehn Lebensjahren möglichst effizient zu nutzen, werden nur die allerwichtigsten Experimente für das Raumlabor ausgewählt.“

Dort steht ihnen seit Anfang diesen Jahres das Europäische Raumlabor Columbus zur Verfügung. Am 7. Februar 2008 hob Columbus mit dem Space Shuttle Atlantis zur Internationalen Raumstation ISS ab. Bereits vier Tage später wurde es dauerhaft an die ISS montiert und an die Stromversorgung, Klimaanlage und das Computersystem angeschlossen. In dem Modul mit einer Länge von fast sieben und einem Durchmesser von 4,5 Metern ist Platz für bis zu 16 Racks, so heißen die Schränke für die Versuchsaufbauten. Und an der Außenwand bieten Plattformen die Möglichkeit, direkt den Einfluss des freien Weltraums zu untersuchen.
880 Millionen Euro haben die Europäer investiert und damit einen Anspruch auf 51 Prozent der Laborkapazitäten. „Um Columbus in seinen geplanten zehn Lebensjahren möglichst effizient zu nutzen, werden nur die allerwichtigsten Experimente für das Raumlabor ausgewählt“, sagt Andreas Meyer. In einem harten europäischen Wettbewerb. Ohne regen internationalen Austausch und intensive Kooperationen hätte da kein Projekt eine Chance, meint der Physiker.

> „Wir wollen die einzigartige Ressource Weltraum nutzen, um für künftige Experimente auf der Erde zu lernen.“

130 Experimente sind bereits geplant. Schon wenige Tage nach Andocken an die ISS haben die ersten Versuche begonnen. Im Biolab wird beispielsweise mit molekularbiologischen Methoden untersucht, wie Mikroorganismen, Pflanzen und wirbellose Tiere Schwerkraft wahrnehmen und verarbeiten. Federführend bei der Analyse der Weltraumstrahlung und ihrer Auswirkung auf den Organismus des Menschen ist der DLR-Forscher Rupert Gerzer, der in Köln das Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin leitet. Physiker und Ingenieure interessieren sich dagegen für unbelebte Materie. Im Projekt Geoflow wollen sie zum Beispiel anhand eines kleinen Modells die Strömungen im flüssigen äußeren Erdkern besser verstehen.
Noch nicht mit an Bord ist der Levitator, der die elektromagnetischen Felder für die perfekte Schmelzkugel erzeugen soll. Für den Materialforscher Meyer, dessen Institut an zehn Projekten beteiligt ist und fünf davon leitet, beginnen die Experimente im Weltraum erst 2009 und 2011. „Wir sind aber jetzt schon für Columbus im Einsatz, denn die Vorarbeiten laufen auf Hochtouren“, erzählt Meyer. Außerdem ist sein Institut im Auftrag der ESA für die Vorbereitung und Durchführung aller Experimente im Materials Science Lab des Raumlabors verantwortlich. Auf Parabelflügen und mit eins-zu-eins-Bodenmodellen werden alle

IM EUROPÄISCHEN RAUMLABOR COLUMBUS AUF DER INTERNATIONALEN RAUMSTATION ISS BETREUEN DIE ASTRONAUTEN EXPERIMENTE IN 16 „RACKS“. GRAFIK: ESA

Aufbauten akribisch getestet und automatisiert, um den Astronauten im All die Arbeit möglichst leicht zu machen. Denn deren Zeit ist knapp bemessen. Das meiste wird von der Bodenstation in Köln aus kontrolliert und durchgeführt. Vom europäischen Columbus-Kontrollzentrum in Oberpfaffenhofen aus leitet das DLR auch den Gesamtbetrieb des Weltraumlabors. Obwohl der gerade erst begonnen hat, müssen die Forscher schon weiter denken: „Unser Ziel ist es ja nicht, Wissenschaft im Weltraum zu machen“, betont Meyer. „Wir wollen die einzigartige, aber zeitlich und räumlich beschränkte Ressource Weltraum nutzen, um die Wissenschaft entscheidende Schritte voran zu bringen und für künftige Experimente auf der Erde zu lernen.“ Für die Zeit nach Columbus. UTA DEFFKE

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

VERKEHRSBELASTUNGEN IM ALPENRAUM

Die Alpenländer leiden besonders stark unter dem zunehmenden Transitverkehr, denn Schadstoffbelastungen und Lärm entlang der alpinen Hauptverkehrsstraßen sind je nach Wetterlage deutlich höher als im Flachland. Unter dem Namen ALPNAP haben Experten aus Universitäten und Forschungszentren Deutschlands, Österreichs, Italiens und Frankreichs ein alpenweites Netzwerk aufgebaut, um Maßnahmen zur Reduzierung der Lärmbelastung und des Schadstoffausstoßes im Alpenraum mit wissenschaftlichen Methoden zu unterstützen. Das europäische Projekt wurde vom DLR-Institut für Physik der Atmosphäre koordiniert. „Dabei war unser Ziel, dass der Verkehr nicht einfach auf andere Verkehrsachsen verlagert wird, sondern dass seine Auswirkungen auf die Anwohner reduziert werden“, betont Dr. Dietrich Heimann, Projektleiter am DLR. Die Szenarioberechnungen zeigten dabei manche Überraschung: So würde die Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene zwar die Belastung durch Schadstoffe und Lärm für einen großen Teil der Bevölkerung verringern, allerdings auf Kosten der Anwohner nahe der Bahnlinien, die unter mehr Lärm zu leiden hätten.

Bei weiteren Untersuchungen stellte sich heraus, dass Lärmschutzwände entlang von Autobahnen in Tälern die Hang-Anwohner nur bedingt schützen und dass bestimmte Wetterlagen in den Tälern die Lärm- und Schadstoffbelastung verstärken. Auf Basis dieser Erkenntnisse können Verkehrsleitmaßnahmen nun wetterabhängig durchgeführt und Belastungsspitzen verhindert werden.

> „Der Verkehr soll nicht einfach auf andere Verkehrsachsen verlagert werden, sondern seine Auswirkungen auf die Anwohner sollen reduziert werden.“

In einem Handbuch haben die ALPNAP-Partner ihre Ergebnisse gesammelt. Konkrete Handlungsempfehlungen unterstützen die Behörden beim Planen von Maßnahmen wie Mauterhebungen, Geschwindigkeitsbegrenzungen oder zeitlich begrenzten Fahrverboten für den Schwerverkehr. Die Umsetzung möglicher Maßnahmen erfordere allerdings auch einen entsprechenden politischen Willen und eine Akzeptanz bei den Akteuren der Transportbranche, betont Heimann. ARÖ

DIE BRENNERAUTOBAHN FÜHRT VON ÖSTERREICH ÜBER DIE ALPEN NACH ITALIEN UND IST STARK BEFAHREN, SO DASS ANWOHNER UNTER LÄRM UND LUFTVERSCHMUTZUNG LEIDEN. Foto: Heimann/DLR

WECHSELWIRKUNGEN ZWISCHEN KÖRPEREIGENEN PROTEINEN KARTIERT

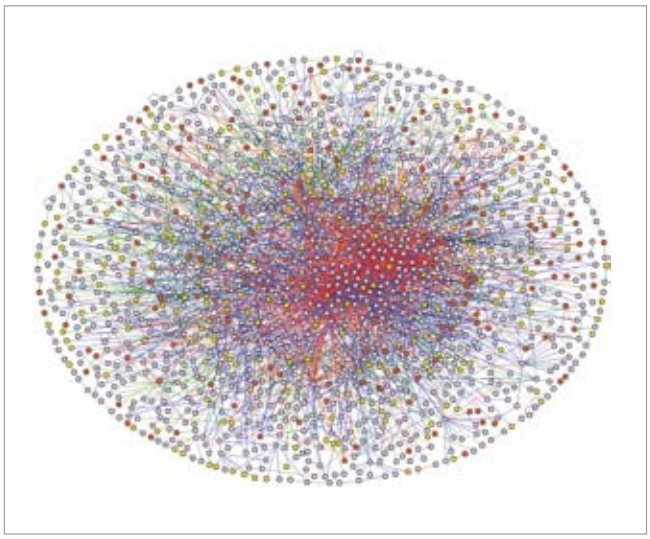
Ein Team um Professor Dr. Erich E. Wanker vom Max-Delbrück-Centrum in Berlin-Buch (MDC) hat erstmals ein großes Netzwerk der Protein-Protein-Wechselwirkungen im menschlichen Organismus erstellt. Diese Arbeit hat die Helmholtz-Gemeinschaft auf ihrer Jahrestagung am 11. September 2008 mit dem Erwin-Schrödinger-Preis ausgezeichnet, der mit 50.000 Euro dotiert ist.

Die Jury begründete ihre Entscheidung mit dem bedeutenden Erkenntnisfortschritt für die biologisch-medizinische Forschung sowie der Interdisziplinarität des Projekts, an dem Molekularbiologen, Bio-Informatiker und Ingenieure aus verschiedenen Forschungseinrichtungen mitgearbeitet haben.
Das menschliche Genom besteht aus rund 22.500 Genen. Doch Gene für sich genommen können nicht die zellulären Prozesse steuern, sie müssen zunächst aktiviert und ausgelesen werden, damit bestimmte Proteine produziert werden. Diese Proteine beeinflussen sich gegenseitig und halten miteinander den Organismus am Laufen. Ihre Wechselwirkungen oder Interaktionen zu kennen, ist daher entscheidend, um auch mögliche Fehlfunktionen und Krankheitsmechanismen zu verstehen, insbesondere bei genetisch bedingten Erkrankungen. Das Problem dabei ist die Komplexität der Aufgabe: „Man kann sagen, dass jedes Gen wenigstens für ein Protein kodiert. Es gibt also rund 22.500 Proteine. Und daher muss man für eine umfassende Interaktomstudie rund 250 Millionen Proteinpaare systematisch untersuchen“, erklärt Wanker.
Schon im Jahr 2002 hatten die Molekularbiologen Erich Wanker und Ulrich Stelzl mit der Untersuchung der Wechselwirkungen begonnen. Nur sehr wenige dieser Wechselwirkungen waren damals bekannt. Aber schnell wurde ihnen klar, dass sie diese Arbeit automatisieren mussten, und sie holten den Ingenieur Christian Hänig mit ins Team. „Per Hand konnten wir

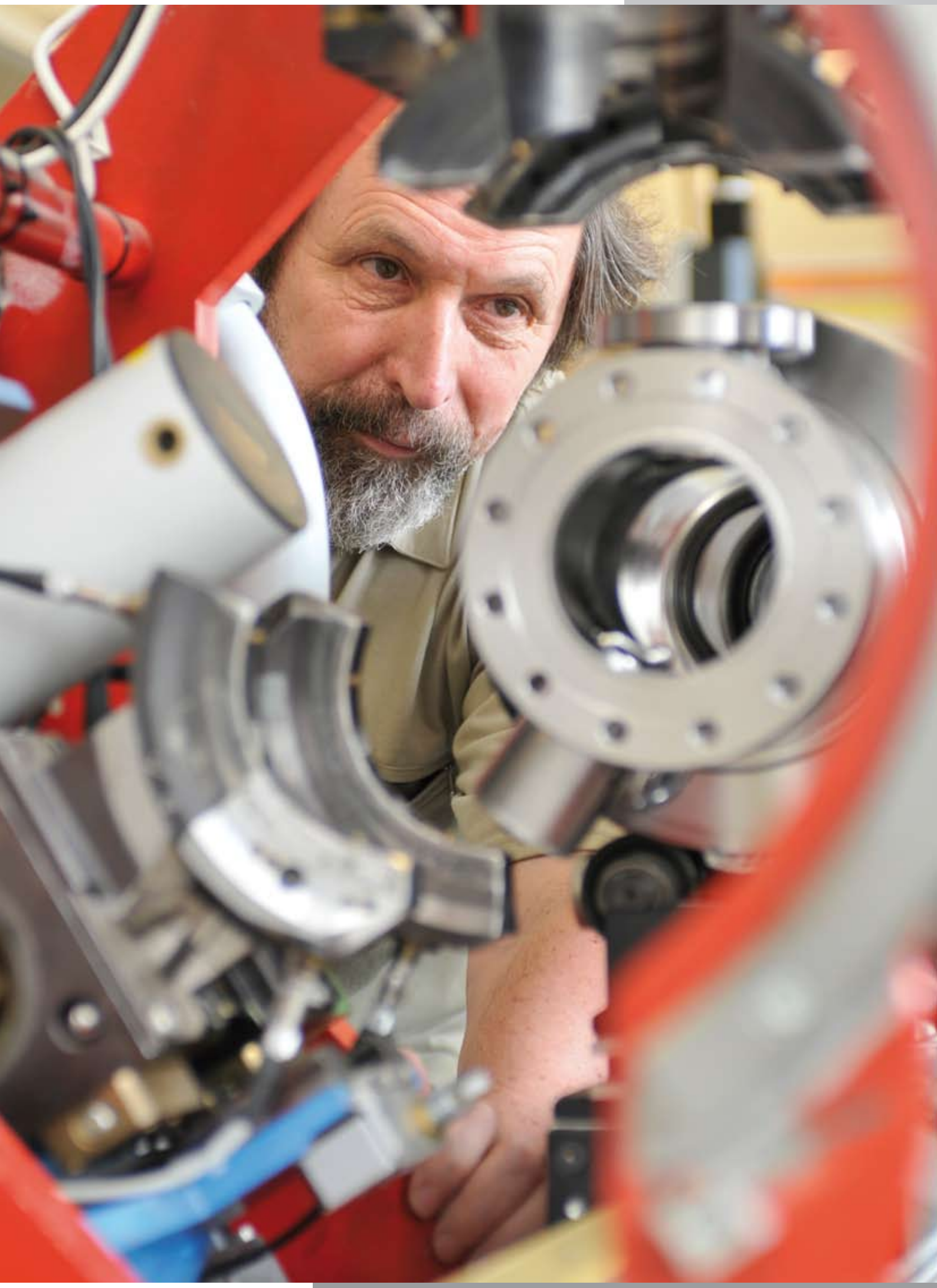
Der Erwin-Schrödinger-Preis ist mit 50.000 Euro dotiert und wird abwechselnd von der Helmholtz-Gemeinschaft und dem Stifterverband für die deutsche Wissenschaft für herausragende interdisziplinäre Arbeiten vergeben. Die Preisträger sind Professor Dr. Erich E. Wanker (MDC), Dr. Ulrich Stelzl (Max-Planck-Institut für Molekulare Genetik), Dipl.-Ing. Christian Hänig (MDC), Dr. Matthias Futschik und M.Sc. Gautam Chaurasia (Humboldt-Universität).

ERICH E. WANKER, ULRICH STELZL, JÜRGEN MLYNEK, CHRISTIAN HÄNIG, GAUTAM CHAURASIA UND MATTHIAS FUTSCHIK (VON LINKS NACH RECHTS). Foto: E. Fesseler/Helmholtz-Gemeinschaft

täglich etwa 750 Protein-Wechselwirkungen untersuchen, während wir mit unserem Roboterprozess täglich circa 125.000 Interaktionen analysieren können“, sagt Wanker. Gemeinsam mit Hänig automatisierten sie die so genannte „Hefe-2-Hybrid“-Technologie, um systematisch Protein-Protein-Wechselwirkungen nachzuweisen. Dabei steigerten sie nicht nur den Durchsatz um den Faktor 150, sondern verbesserten auch Qualität und Reproduzierbarkeit der einzelnen Experimente.
Als erste Anwendung konzentrierten sie sich auf Wechselwirkungen, die mit der Entstehung einer genetisch bedingten neurodegenerativen Erkrankung zusammenhängen, der Chorea Huntington. Die bislang unheilbare Krankheit wird durch ein einziges fehlerhaftes Gen auf dem kurzen Arm des vierten Chromosoms verursacht und manifestiert sich erst ab dem mittleren Erwachsenenalter, zunächst durch Bewegungsstörungen. „Wir haben bei diesem kleinen Netzwerk 165 neue potenzielle Huntington-Interaktoren gefunden und konnten 16 Proteinen eine Funktion zuordnen“, erklärt Hänig. Für die weitere Chorea-Huntington-Forschung ist das Netzwerk der Protein-Wechselwirkungen eine wertvolle Hilfe.
Nach diesem ersten Erfolg übertrugen sie die Technologie auf die Erstellung eines Netzwerks, das sich über den gesamten menschlichen Proteinbestand erstreckt. Mit einer eigens eingerichteten Robotereinheit testeten sie über 25 Millionen Protein-Paare und fanden dabei 3.200 Wechselwirkungen zwischen 1.700 Proteinen, die sie in einer Interaktomkarte aufzeichneten, einer Art Schaltplan der Lebensprozesse.
Mit dieser Interaktomkarte konnten sie 195 krankheitsrelevante Proteine mit vormals unbekannten Partnern in Verbindung bringen und 342 bisher nicht charakterisierte Proteine bekannten Signalwegen zuordnen. Die Roboterstudie ergänzten die Wissenschaftler um ein groß angelegtes Datenbankprojekt, das sie in Zusammenarbeit mit den Bioinformatikern Dr. Matthias Futschik und Gautam Chaurasia von der Humboldt-Universität entwickelten. Diese Datenbank stellt einerseits die eigenen Ergebnisse den Forscherkollegen zur Verfügung, andererseits wurden darin die weltweit wichtigsten vorhandenen Interaktionsdatensätze zu einer einzigartigen Megadatenbank zusammengefasst. Auf diese Informationen, die ständig aktualisiert und erweitert werden, können alle Forscher und Forscherinnen nun weltweit kostenlos zugreifen.
„Trotzdem, wir haben erst einen Bruchteil der Wechselwirkungen erfasst“, sagt Wanker. „Unsere Arbeit könnte der Ausgangspunkt für ein internationales Human-Interaktom-Projekt werden, das ähnlich wie das Human-Genom-Projekt sämtliche Proteinkomplexe im menschlichen Organismus nachzeichnet.“ Damit lassen sich Signalwege und Krankheitsmechanismen deutlich schneller als bisher aufklären.



DIE INTERAKTOMKARTE ZEIGT DIE WECHSELWIRKUNGEN DER KÖRPEREIGENEN PROTEINE. Grafik: C. Hänig/MDC



MENSCHEN UND MITTEL

Auf den kommenden Seiten dokumentieren wir, wie wir unsere Ressourcen investieren. Unser wichtigstes Kapital sind dabei unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die mit ihren Ideen, ihrer Kreativität und ihrem Engagement die Forschung vorantreiben.

PARTNER DES PAKTS FÜR FORSCHUNG UND INNOVATION

Die Helmholtz-Gemeinschaft leistet einen wichtigen Beitrag zu Wachstum und Wohlstand der Gesellschaft. Im Pakt für Forschung und Innovation hat sich die Gemeinschaft dazu verpflichtet, ihre Aktivitäten auf verschiedenen Handlungsfeldern weiter zu verstärken, um ihre Leistung noch zu steigern. Dazu gehören der Ausbau der Vernetzung mit Universitäten sowie nationalen und internationalen Forschungseinrichtungen, der Technologietransfer sowie die verstärkte Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses und der Chancengleichheit.

Ihre im Pakt formulierten Ziele konnte die Helmholtz-Gemeinschaft im vergangenen Jahr erneut deutlich voranbringen. Finanziert werden die Vorhaben einerseits durch die Programmorientierte Förderung, anderseits durch den Impuls- und Vernetzungsfonds des Präsidenten. Der Pakt für Forschung und Innovation stärkte beide Finanzquellen, insbesondere der Impuls- und Vernetzungsfonds konnte mit diesen Mitteln von 47 Millionen Euro im Jahr 2007 auf 57 Millionen im Jahr 2008 aufgestockt werden.

Forschung auf die Spitze treiben

Eines der wichtigsten Ziele des Pakts für Forschung und Innovation ist es, die Qualität der Forschung weiter zu steigern. Dies erreichen wir durch das Verfahren der Programmorientierten Förderung, mit dem wir die wissenschaftliche Qualität objektiv durch unabhängige Gutachter bewerten lassen. Dieses Verfahren ist in seiner Form einmalig in der deutschen Forschungslandschaft, da es alle Forschungsmittel im Wettbewerb vergibt und die Forschung in strategisch ausgerichteten Programmen bündelt. Kurz gefasst: Durch Wettbewerb und Kooperation werden Spitzenleistungen erreicht. In den Programmen werden die zentralen inhaltlichen Herausforderungen der Forschung formuliert sowie Ziele und Maßnahmen zum Erreichen dieser Ziele erarbeitet. Die in den Programmen zur Verfügung stehenden Ressourcen sind nicht an einzelne Institutionen gebunden, sondern in zentrenübergreifenden Forschungsprogrammen konzentriert, die sich untereinander im Wettbewerb befinden. Auf diese Weise werden Mittel in Höhe von 1.7 Milliarden Euro zur Erfüllung des Forschungspaktes eingesetzt. Wichtiger Meilenstein bei der leistungsorientierten Vergabe der Mittel sind die strategischen Begutachtungen der Forschungsbereiche. Im Frühjahr 2008 begann die zweite Runde der Programmorientierten Förderung mit den Begutachtungen in den drei Forschungsbereichen Verkehr und Weltraum, Gesundheit sowie Erde und Umwelt. Die Begutachtungen der Forschungsbereiche Energie, Struktur der Materie sowie Schlüsseltechnologien folgen im Jahr 2009. Die zweite Programmperiode beträgt fünf Jahre und beginnt im Jahr 2009 beziehungsweise im Jahr 2010. Erklärtes Ziel der Helmholtz-Gemeinschaft ist es, im vorgegebenen Finanzrahmen in dieser Zeit ihre mittelfristigen strategischen Forschungsziele durch strategisch fundierte, nachfolgende Vorhaben zu unterlegen.

In den letzten Jahren hat sich der Impuls- und Vernetzungsfonds zu einem zentralen Instrument für die Umsetzung der wissenschaftspolitischen Ziele der Helmholtz-Gemeinschaft entwickelt. Aus diesem Fonds werden zukunftsfähige neue Forschungsthemen in der Helmholtz-Gemeinschaft erschlossen, die Vernetzung mit Hochschulen ausgebaut, neue Maßnahmen zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses angestoßen sowie die Rahmenbedingungen für Spitzenforschung verbessert. Der Impuls- und Vernetzungsfonds bleibt auch künftig ein wesentliches Instrument für die Weiterentwicklung der Helmholtz-Gemeinschaft. Im Dezember 2007 wurde der Impuls- und Vernetzungsfonds evaluiert. Das Ergebnis zeigt, dass die zusätzlichen Mittel, die dem Fonds durch den Pakt für Forschung und Innovation zugeflossen sind, gut angelegt sind. Die externe Gutachtergruppe hob in ihrem Bericht hervor, dass der Impuls- und Vernetzungsfonds mit seinen Förderschwerpunkten „im Sinne der Erneuerungsfähigkeit der Helmholtz-Gemeinschaft von unschätzbarem Wert ist“. Der Fonds verfügt im Jahr 2008 über 57 Millionen Euro, die beim Präsidenten der Helmholtz-Gemeinschaft angesiedelt sind.

Mit starken Partnern kooperieren

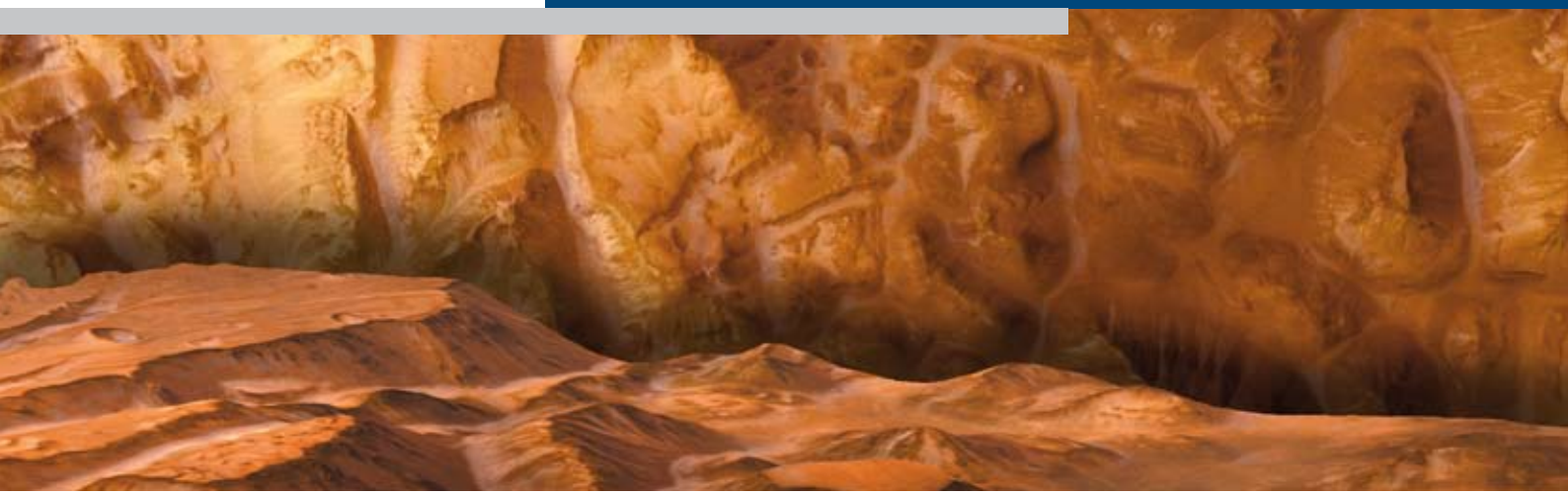
Die strategische Vernetzung mit Partnern in der Forschung wurde im Berichtszeitraum wesentlich vorangetrieben, da sich die Zentren intensiv an externen Wettbewerbsverfahren, wie zum Beispiel der Exzellenzinitiative von Bund und Ländern, beteiligten. In der nun beendeten zweiten Runde wurden fünf Graduiertenschulen, drei Exzellenzcluster und zwei Zukunftskonzepte – mit den Universitäten Heidelberg und RWTH Aachen – genehmigt. Die Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft sind insgesamt an 100 DFG-Schwerpunktprogrammen und 67 Sonderforschungsbereichen der Deutschen Forschungsgemeinschaft beteiligt. Im Spitzencluster-Wettbewerb des BMBF engagieren sich unter anderem die Zentren DLR, MDC, GKSS und FZJ.
Bewährte Instrumente, die Forschung und Nachwuchsförderung im Verbund stärken, konnten konsolidiert werden: Inzwischen arbeiten 87 Helmholtz-Virtuelle Institute mit über 52 verschiedenen Hochschulen und einer Reihe ausländischer Partner zusammen und werden durch den Impuls- und Vernetzungsfonds gefördert. Der Erfolg der Zentren im 7. Rahmenprogramm der EU wird voraussichtlich wieder deutlich über dem deutschen Durchschnitt liegen.
Besonders umfassende Vernetzungsprojekte stellen die Helmholtz-Allianzen dar. In diesen Clustern richten Helmholtz-Zentren und Partner aus den Hochschulen, aber auch aus anderen Forschungseinrichtungen, ausländischen Institutionen und der Wirtschaft, ihre Kräfte auf ein gemeinsames strategisches Ziel. Die Allianzen arbeiten orts- und fächerübergreifend und ermöglichen neue Schwerpunktsetzungen sowohl auf inhaltlichem als auch auf strukturellem Gebiet, zum Beispiel translationale Ansätze in der Gesundheitsforschung in den Allianzen „Immunotherapy of Cancer“ und „Mental Health in an Ageing Society“.
Mit Mitteln aus dem Pakt für Forschung und Innovation schafft die Helmholtz-Gemeinschaft auch durch Betrieb und Aufbau von teilweise weltweit einzigartigen Forschungsinfrastrukturen optimale Wettbewerbsvoraussetzungen für Spitzenforschung in Deutschland. An der GSI in Darmstadt wird die die Facility for Antiproton and Ion Research, kurz FAIR, aufgebaut, von der man sich unter anderem Aufschluss über die starke Kraft verspricht, die die Atomkerne zusammenhält. 15 Länder sind an diesem Großprojekt beteiligt.
Am Forschungszentrum Jülich, einem der drei Standorte des deutschen Gauß-Zentrums für Supercomputer wurde am 22. Februar 2008 einer der weltweit leistungsfähigsten zivil genutzten Supercomputer JUGENE (Jülicher Blue Gene) eingeweiht. Das Gauß-Zentrum übernimmt auf europäischer Ebene eine führende Rolle beim Aufbau des Europäischen Supercomputerzentrums: Die Simulation komplexer Vorgänge ist zu einer unverzichtbaren Methode beispielsweise in der Klimaforschung, der medizinischen Forschung, in der Hochenergie- und Plasmaphysik oder dem Fahrzeugbau geworden. An den Jülicher Supercomputern rechnen jedes Jahr rund 200 europäische Forschergruppen.

Wissen weiter bringen

Die Helmholtz-Gemeinschaft strebt den Transfer ihrer Forschungsergebnisse zum Nutzen von Wissenschaft, Gesellschaft und Wirtschaft an. Außerdem gehört auch die umfassende Aufklärung zu den drängenden Fragen und Problemen in der Gesellschaft aus wissenschaftlicher Perspektive zum Auftrag der Helmholtz-Gemeinschaft. Für den Wissenstransfer gibt es allerdings kein Patentrezept, sondern der optimale Weg richtet sich nach Forschungsthema und gesellschaftlicher Aufgabenstellung. In der Gesundheitsforschung hat die Helmholtz-Gemeinschaft gezeigt, dass sie die Basis für innovative Produkte legen kann. Beispiele hierfür sind Gardasil, ein am DKFZ entwickelter Impfstoff gegen Gebärmutterhalskrebs, Epothilon, ein am HZI entwickeltes Krebsmedikament, sowie die Ionenstrahlentherapie an der GSI. Das Heidelberg Ionenstrahl-Therapie-Zentrum (HIT), das von der Universitätsklinik Heidelberg betrieben wird, ist ein Beispiel für einen erfolgreichen Technologietransfer. Die Technik des HIT ist maßgeblich von der GSI entwickelt worden, dabei entstanden 40 Patente. HIT wird damit die erste marktreife Anlage für eine Therapie mit Ionenstrahlen. Bei Behandlungskosten von etwa 20.000 Euro können dort über 1.000 Patienten pro Jahr behandelt werden. Im Rahmen eines Lizenzvertrages mit Siemens Medical Solutions sind derzeit weitere Anlagen dieser Art im Bau oder in Planung. Die strategische Allianz bildet auch die Basis für die Errichtung von zwei Hochfeld-Magnetresonanz-Tomographie-Anlagen am DKFZ und am MDC, die für Forschung und Entwicklung wesentliche Erkenntnisse erbringen werden. Während der Partner Siemens Medical Solutions in ständigem Austausch mit den Anwendern steht, können die Gesundheitsforscher in der Helmholtz-Gemeinschaft mit diesen Großgeräten die Diagnostik bei Volkskrankheiten wie Krebs oder Herz-Kreislauferkrankungen, aber auch neurodegenerativen Krankheiten deutlich verbessern. Am Forschungszentrum Jülich wird seit dem Jahr 2007 in einer Public Private Partnership mit der Firma Siemens – unterstützt vom BMBF – ein neuartiger 9,4 Tesla Hochfeld-Hybridscanner entwickelt.

Im DLR als wichtigem Partner und Impulsgeber für die Industrie wurde ein Mikrowellenverfahren für Faserverbundtechniken entwickelt. Diese Entwicklung unterstützt die deutsche Industrie bei der Sicherung ihrer führenden Position im Bereich Leichtbau mit Faserverbundwerkstoffen. Mit Hilfe dieser neuartigen Technologie können großflächige Hochleistungsverbundbauteile aus kohlenfaserverstärkten Kunststoffen hergestellt, Energie eingespart und Prozesszeiten verkürzt werden. Das vom DLR mit Industriepartnern entwickelte Mikrowellenverfahren und ein speziell für diese Zwecke ausgerüsteter Großautoklav sind weltweit einzigartig.

Im Verbund mit Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft zur Lösung drängender gesellschaftlicher Probleme beizutragen, ist ein zentrales Anliegen in der Helmholtz-Gemeinschaft. Seit Juni 2007 kreist der deutsche Erdbeobachtungssatellit TerraSAR–X auf seiner Umlaufbahn und sendet detailscharfe Aufnahmen der Erdoberfläche, die im DLR-Standort Oberpfaffenhofen aufbereitet werden. Der Aufbau und Betrieb von TerraSAR–X wurden in einer Public-Private-Partnership zwischen dem DLR und der EADS-Astrium GmbH realisiert. Die Daten des neuen Satelliten können im Küsten- und Gewässerschutz, aber auch für die Vegetationsanalyse und Meteorologie genutzt werden. Daher spielt TerraSAR–X auch im europäischen Erdbeobachtungsprogramm „Global Monitoring for Environment and Security“ (GMES) eine wichtige Rolle. Als Antwort auf die wachsende Nachfrage nach regionalspezifischer Beratung und Information zum Klimawandel hat die Helmholtz-Gemeinschaft ein deutschlandweites Netz regionaler Klimabüros aufgebaut. In den regionalen Klimabüros werden Forschungsergebnisse gebündelt und vermittelt, die für die jeweilige Region besonders relevant sind. Landwirten, Küstenbauingenieuren, Stadtplanern, aber auch Entscheidungsträgern aus Politik und Unternehmen werden Informationen aus erster Hand geliefert, mit denen sie sich auf den Klimawandel in ihrer Region einstellen können.



AUSSCHNITT DER VALLES MARINERIS AUF DEM MARS. Bild: ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum)

Die Besten gewinnen

Um die wissenschaftliche Zukunft zu sichern, werden die führenden Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler in der Helmholtz-Gemeinschaft durch gezielte Maßnahmen unterstützt. Zusätzlich zu den Nachwuchsgruppen, die die Zentren aus Eigen- oder Drittmitteln eingerichtet haben, werden aus Mitteln des Impuls- und Vernetzungsfonds zurzeit 80 Helmholtz-Nachwuchsgruppen mit Tenure-Option gefördert. Für viele Nachwuchsgruppenleiter wird damit der Weg in eine wissenschaftliche Karriere wesentlich planbarer. In den bisherigen fünf Ausschreibungen konnten jeweils bis zu 20 Nachwuchsgruppen gefördert werden, die den hohen Qualitätsmaßstäben des Gutachterpanels entsprachen. Als besonderer Erfolg ist die Steigerung der international rekrutierten Nachwuchsgruppenleiter zu werten: Waren in der zweiten Ausschreibungsrunde lediglich 22 Prozent externe Bewerber, so steigerte sich ihre Zahl in der vierten Runde bereits auf 74 Prozent. Ebenso nahm der brain gain seit der ersten Ausschreibungsrunde durch Rückkehrer und Ausländer deutlich zu. Um die Forschungsbedingungen für die Nachwuchsgruppenleiter weiter zu verbessern, wurden mit den Mitteln des Pakts für Forschung und Innovation im vergangenen Jahr zusätzlich zu den großen Anstrengungen aus der Grundfinanzierung der Zentren durch den Impuls- und Vernetzungsfonds sieben Millionen Euro bereitgestellt. Diese dienten der Anschaffung von Geräten und Einrichtungen, die in der Grundfinanzierung nicht enthalten waren. Auch die strukturierte Graduiertenausbildung wird in der Gemeinschaft vorangetrieben: Im Jahr 2007 wurde die Förderung von zwei weiteren Helmholtz-Kollegs beschlossen.
In Erweiterung der bestehenden Ausbildungsangebote wird seit 2007 zudem aus Mitteln des Impuls- und Vernetzungsfonds die Einrichtung von Graduiertenschulen gefördert. Drei Graduiertenschulen nahmen im Jahr 2007 ihre Arbeit auf.

Mit der Einrichtung einer „Helmholtz-Akademie für Führungskräfte“ bietet die Helmholtz-Gemeinschaft den Nachwuchsführungskräften aus Forschung und Administration seit Herbst 2007 eine maßgeschneiderte Weiterbildung an, die sie für die Aufgaben der Zukunft vorbereitet. Das Exzellenz-Programm zur Förderung von W2/W3-Stellen für exzellente Professorinnen aus dem Impuls- und Vernetzungsfonds dient der Herstellung von Chancengleichheit und gewinnt gleichzeitig herausragende Köpfe für die Gemeinschaft. Ebenso bleibt mit der Einführung der Helmholtz-Professur für Seniorforscherinnen und -forscher das Potenzial der Forscherinnen und Forscher erhalten, die kurz vor ihrer Emeritierung oder Pensionierung stehen. Träger der ersten Helmholtz-Professur ist der Nobelpreisträger Peter Grünberg am Forschungszentrum Jülich.

Zukunft flexibel fördern

Der flexible Einsatz von Mitteln, die Bündelung von wissenschaftlicher Kompetenz über institutionelle Grenzen hinaus und die Bereitstellung von Forschungsinfrastrukturen sind entscheidende Maßnahmen, mit denen die Helmholtz-Gemeinschaft neue Forschungsbereiche erschließt. Denn: Innovative Vorhaben entziehen sich häufig einer langfristigen Planung. Deswegen halten die Forschungszentren 20 Prozent der Mittel flexibel. Zugleich ermöglicht der Impuls- und Vernetzungsfonds auch die rasche Finanzierung für Einzelmaßnahmen, mit denen neue strategische Entwicklungen aufgegriffen werden können. So besteht die Möglichkeit, neben der fünfjährigen Programmlaufzeit der Forschungsbereiche neue Themen zu identifizieren und so die Zukunftsfähigkeit der Helmholtz-Gemeinschaft zu sichern. Die Möglichkeit, schnell auf neue Entwicklungen reagieren zu können, wurde von den Gutachtern als strategisch besonders wichtiges Element des Impuls- und Vernetzungsfonds eingeschätzt.

ÜBERBLICK ÜBER DIE HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

LEISTUNGSBILANZ

Die Helmholtz-Gemeinschaft kann im Berichtszeitraum 2007 wie in den vergangenen Jahren eine solide Steigerung relevanter Leistungsindikatoren vorweisen. Die ausgewiesenen Zahlen im Berichtszeitraum 2007 basieren auf den Daten der 15 Forschungszentren in der Gemeinschaft.

Im Jahr 2007 haben die Helmholtz-Zentren zusätzlich zu ihren institutionell geförderten Kosten durch Bund und Länder in Höhe von insgesamt 1,644 Milliarden Euro Drittmittel in Höhe von 789 Millionen Euro eingeworben. Diese Drittmittel stammen in den anwendungsorientierten Forschungsbereichen überwiegend aus Kooperationen mit der Wirtschaft, in den eher grundlagenorientierten Forschungsbereichen handelt es sich überwiegend um wettbewerblich eingeworbene Fördermittel beispielweise aus Förderprogrammen der Europäischen Union, der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) oder der Bundes- und Landesministerien. Die hohen Drittmitteleinwerbungen sind ein Beweis für die Attraktivität der Helmholtz-Forschung für Wissenschaft und Wirtschaft.

Mehr Leistung durch Forschungsprogramme

Die Helmholtz-Gemeinschaft investiert ihre Ressourcen in zentrenübergreifenden Forschungsprogrammen, die sich untereinander im Wettbewerb befinden. Die Helmholtz-Zentren erfassen durch diese Programmorientierte Förderung den Fortschritt der Programme nicht nur anhand von inhaltlichen Berichten, sondern systematisch auch anhand von quantitativen Erfolgsindikatoren.
Je nach Aufgabenstellung kann der wissenschaftliche Erfolg nach verschiedenen Maßstäben gemessen werden, dennoch haben sich gemeinsame Bewertungskriterien für den Erfolg in der Forschung etabliert. Eine unserer wichtigsten Leistungen – wissenschaftliche Lösungen für gesellschaftliche Probleme zu erarbeiten – läßt sich im starren Schema einer Leistungsbilanz nicht adäquat erfassen. Welche gesellschaftlich relevanten Fragen in den sechs Forschungsbereichen der Helmholtz-Gemeinschaft erforscht werden, stellt eine Auswahl von Beispielen aus der Forschung mit internationalem Bezug im wissenschaftlichen Teil dieses Geschäftsberichts dar.

Wissenschaftliche Exzellenz

Wissenschaftliche Stärke und eine Führungsrolle in der jeweiligen Fachdisziplin kann auf ganz verschiedenartige Weise ausgedrückt werden: Von der Rezeption von Spitzenforschung in Fachkreisen zeugen die ISI-Zitationen; über die Attraktivität unter den besten Nachwuchswissenschaftlern spricht die Zahl der Nachwuchsgruppen. Ausgewählte Zahlen sollen daher an dieser Stelle einen Eindruck von der Leistungsstärke der wissenschaftlichen Arbeit in der Helmholtz-Gemeinschaft liefern:

- Im Jahr 2007 unterhielt die Helmholtz-Gemeinschaft 6.200 wissenschaftliche Kooperationen, dies bedeutet eine Steigerung um neun Prozent im Vergleich zum Vorjahr und 78 Prozent in den vergangenen fünf Jahren.

- Die Helmholtz-Zentren sind an 100 DFG-Schwerpunktprogrammen und 67 Sonderforschungsbereichen im Jahr 2007 beteiligt. Im Jahr 2006 war die Helmholtz-Gemeinschaft an 95 DFG-Schwerpunktprogrammen und 86 Sonderforschungsbereichen beteiligt.

- Im Jahr 2007 wurden 107 Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler auf eine W2- beziehungsweise W3-Professur an Hochschulen berufen. Dies ist eine Steigerung von 54 Prozent gegenüber dem Jahr 2006 mit 70 Berufungen.

Nachwuchsförderung

- Im Jahr 2007 wurden die Dissertationen von 4.124 Doktoranden an den Helmholtz-Zentren wissenschaftlich betreut. Im Vergleich zu 3.800 Doktoranden im Jahr 2006 wurden somit 8,5 Prozent mehr Doktoranden wissenschaftlich betreut. In den vergangenen fünf Jahren gab es hier eine Steigerung um 76 Prozent oder auch durchschnittlich 15 Prozent pro Jahr.

- 1.492 Post-Doktoranden wurden im Jahr 2007 betreut. Im Vergleich zum Vorjahr gab es hier keine wesentlichen Veränderungen.

- Im den Jahren 2006 und 2007 habilitierten sich 42 Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler, und zwölf erhielten eine Juniorprofessur. In den Jahren von 2003 bis 2007 wurden 242 Habilitationen in der Helmholtz-Gemeinschaft betreut.

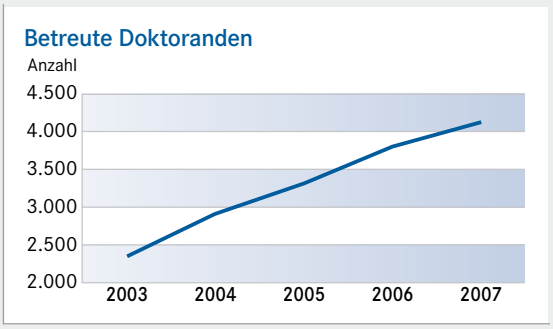
- Helmholtz-Zentren sind an 52 Graduiertenkollegs der Deutschen Forschungsgemeinschaft beteiligt. Im Vergleich zum vergangenen Berichtsjahr sind das zwölf Beteiligungen mehr.

- Helmholtz-Zentren sind an 42 Marie-Curie-Fördermaßnahmen im Nachwuchsförderprogramm der Europäischen Union beteiligt. Im Jahr 2006 waren es 65 Beteiligungen.

- Die Zahl der Nachwuchsgruppen in der Helmholtz-Gemeinschaft wurde von 132 auf 142 Gruppen gesteigert.

- Die Helmholtz-Gemeinschaft sorgt mit 23 Schülerlabors und der Initiative „Haus der kleinen Forscher“ mit einem Netzwerk von derzeit rund 3.000 Kitas für den wissenschaftlichen Nachwuchs der Zukunft

- Im Jahr 2007 erlernten 1.620 Auszubildende ihren Beruf in der Helmholtz-Gemeinschaft. Dies entspricht einer Ausbildungsquote von 6,8 Prozent, bezogen auf das Gesamtpersonal ohne Doktoranden.

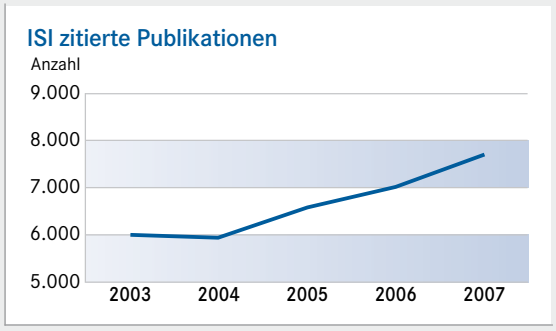


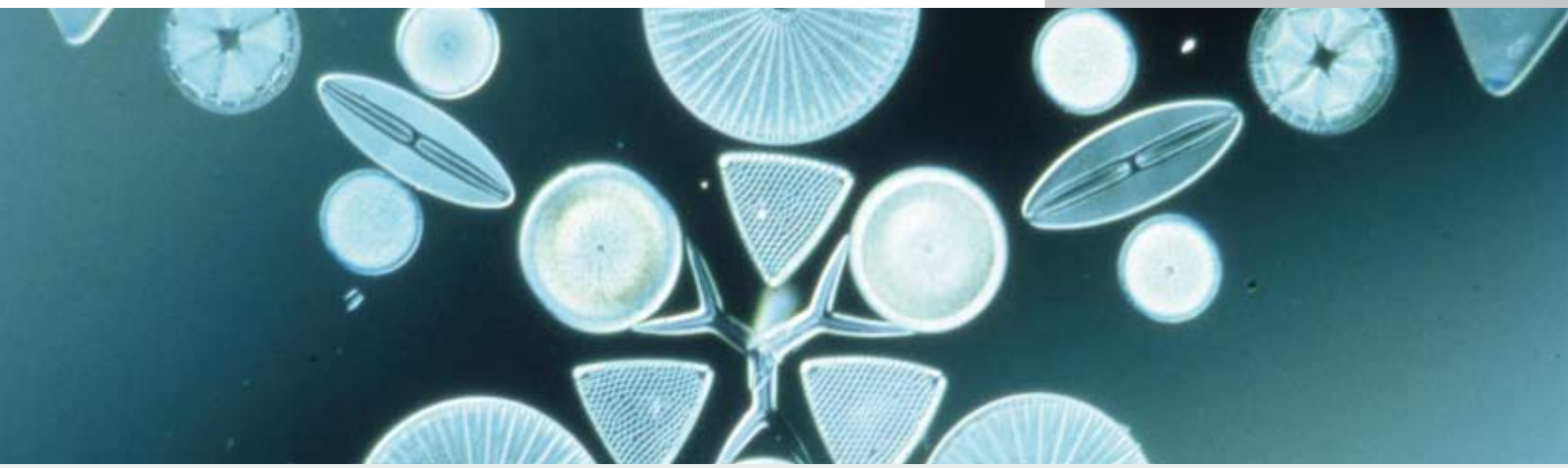
Publikationen

- Im Jahr 2007 erschienen 12.617 wissenschaftliche Publikationen, 7.631 Publikationen davon sind in ISI zitierten Fachjournalen.

- Gegenüber dem Vorjahr stieg die Zahl der Publikationen um 5,5 Prozent, in den vergangenen fünf Jahren um 25 Prozent an.

- Von 2005 bis 2007 wurden pro Jahr jeweils rund 1.500 Fachbücher in der Helmholtz-Gemeinschaft verfasst.





KIESELALGEN ODER DIATOMEEN SIND HAUPTBESTANDTEIL DES MEERESPHYTOPLANKTONS UND VERANTWORTLICH FÜR EINEN GROSSEN TEIL DER GLOBALEN CO_2-FIXIERUNG. Foto: AWI

Personal

Wissenschaftliches Personal

Das Gesamtpersonal der Helmholtz-Gemeinschaft umfasste im Jahr 2007 27.962 Mitarbeiter (Vorjahr: 26.558), davon waren 8.763 Wissenschaftler (Vorjahr: 7.986), 4.124 betreute Doktoranden (Vorjahr: 3.762) und 1.620 Auszubildende (Vorjahr: 1.613). Im wissenschaftlich-technischen und administrativen Bereich arbeiteten 13.455 (Vorjahr: 13.197) Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

Frauen in der Wissenschaft

Der Anteil der Frauen an den Wissenschaftlern beträgt 21 Prozent, bei den Nachwuchswissenschaftlern 37 Prozent. Betrachtet man die Entwicklung der Frauen im Wissenschaftsmanagement auf Ebene der Instituts- und Abteilungsleitungen, ist eine deutlich steigende Tendenz sichtbar. Insgesamt beträgt der Anteil von Frauen in bestehenden wissenschaftlichen, technischen und administrativen Führungspositionen 16 Prozent, im Jahr 2006 waren es 14 Prozent.

Gäste in der Helmholtz-Gemeinschaft

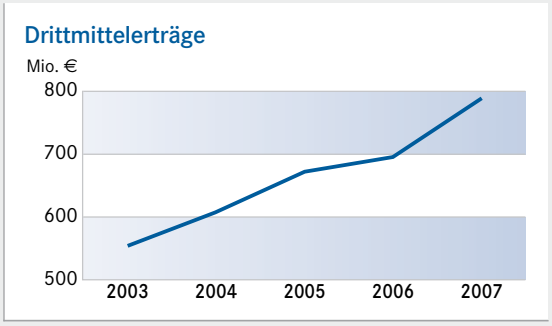
Ungebrochen ist die internationale wissenschaftliche Attraktivität der Forschungszentren für ausländische Wissenschaftler. Dies zeigt sich an der steigenden Zahl der Gäste, die im Jahr 2007 zum wissenschaftlichen Austausch und zur Arbeit an den Forschungsinfrastrukturen an die Zentren kamen. Knapp 4.500 Wissenschaftler aus aller Welt (2006: rund 3.700) nutzen die Forschungsmöglichkeiten in den Helmholtz-Zentren.

Partner der Wirtschaft

Drittmittelerträge

- Im Jahr 2007 wurden Drittmittel in Höhe von 789 Millionen Euro eingeworben, was einer Steigerung von 13 Prozent im Vergleich zum Vorjahr 2006 entspricht. 2006 waren es 696 Millionen Euro.

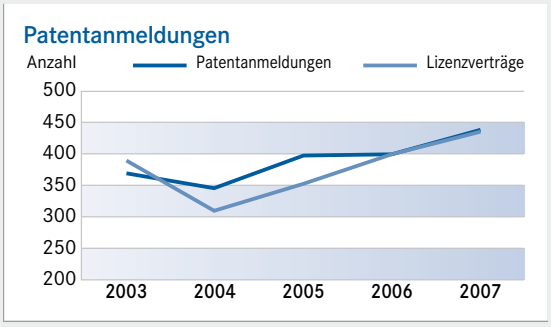
- In den vergangenen fünf Jahren ist bei der Drittmitteleinwerbung somit eine Steigerung um 42 Prozent zu verzeichnen oder auch durchschnittlich neun Prozent pro Jahr.



Patentanmeldungen und Lizenzverträge

- Im Berichtsjahr 2007 wurden 440 Patente angemeldet. In den Jahren 2005 und 2006 gab es jeweils rund 400 Patentanmeldungen. Im Vergleich bedeutet dies eine Steigerung um zehn Prozent.

- Bei den Lizenzverträgen kann mit 436 im Jahr 2007 abgeschlossenen Verträgen eine Steigerung gegenüber dem Vorjahr um neun Prozent berichtet werden. Der finanzielle Umfang der Lizenzerträge betrug pro Jahr rund elf Millionen Euro, im Jahr 2007 sogar 15 Millionen Euro.



PROGRAMMORIENTIERTE FÖRDERUNG

Die Programmorientierte Förderung ist das Prinzip für die Finanzierung der Forschung in der Helmholtz-Gemeinschaft. Der Kern der Programmorientierten Förderung ist die Finanzierung von Programmen auf der Basis strategischer Begutachtungen. Durch diese Förderart ist die wissenschaftliche Arbeit an Forschungsprogrammen ausgerichtet, wodurch die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler über die Grenzen von Institutionen und Disziplinen hinweg kooperieren. Die Programmorientierte Förderung fördert jedoch auch den Wettbewerb der 15 Forschungszentren und Programme untereinander um die Forschungsmittel. Ihre Höhe ist für die Laufzeit der Programme von jeweils fünf Jahren an die Ergebnisse strategisch-programmatischer Begutachtungen gekoppelt. Mit Einführung der Programmorientierten Förderung macht die Helmholtz-Gemeinschaft seit dem Jahr 2003 Kosten und Personalkapazitäten in den sechs Forschungsbereichen transparent.

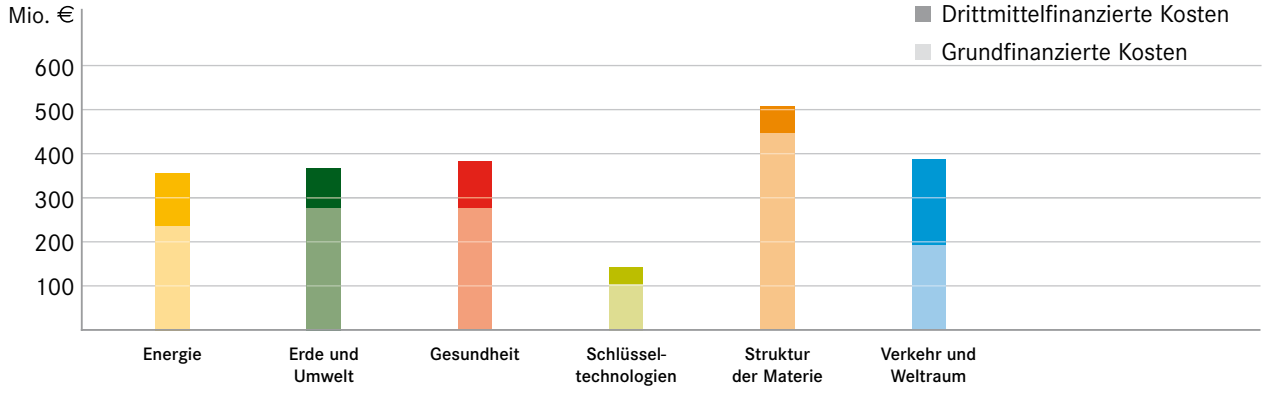
Forschen in Programmen

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

Besondere Aufgaben

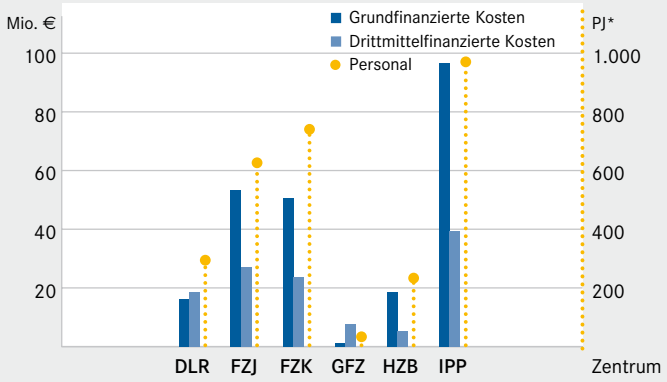
In den Sonderaufgaben werden Aufgaben der Zentren gebündelt, die sie unabhängig von ihrer wissenschaftlichen Aufgabenstellung und Zielsetzung erbringen. Beispielhaft sei hier die Ausbildung junger Menschen in technischen und kaufmännischen Berufen genannt oder die Wahrnehmung von speziellen wissenschaftlich-technischen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

Grund- und Drittmittelfinanzierte Kosten der Forschungsbereiche 2007

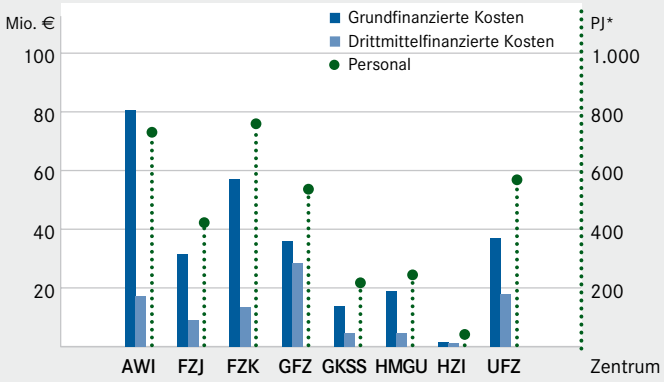


KOSTEN UND PERSONAL 2007

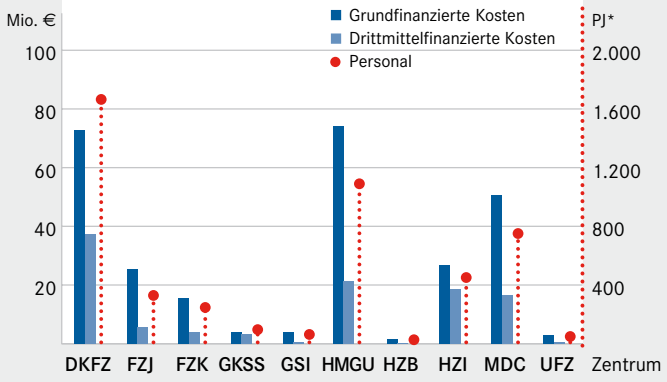
Forschungsbereich Energie



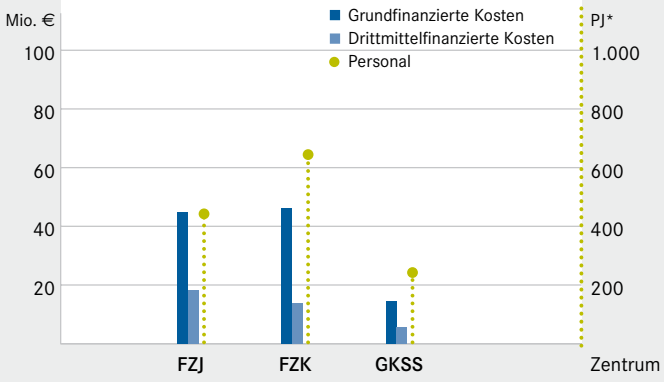
Forschungsbereich Erde und Umwelt



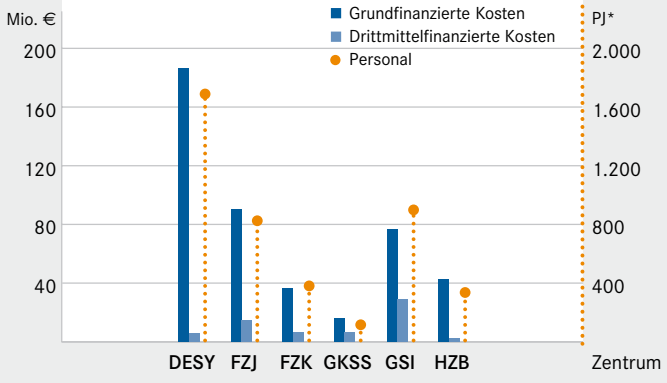
Forschungsbereich Gesundheit



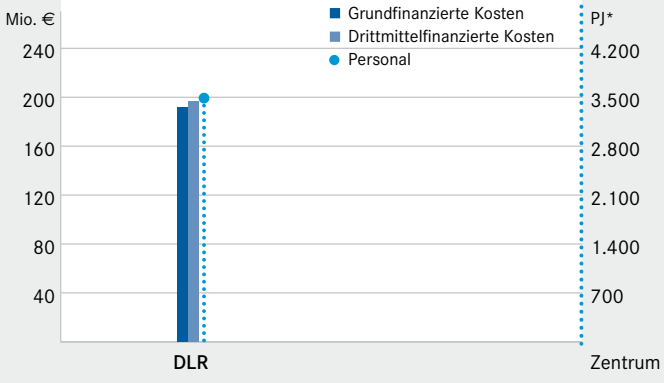
Forschungsbereich Schlüsseltechnologien



Forschungsbereich Stuktur der Materie



Forschungsbereich Verkehr und Weltraum



Kosten und Personal der Helmholtz-Gemeinschaft als Gesamtübersicht	Kosten Grundfinanzierte Kosten T€	Kosten Drittmittelfinanzierte Kosten T€	Kosten Gesamtkosten T€	Personal Gesamtpersonal PJ*
Summe Forschungsbereiche	1.537.534	619.304	2.156.838	20.012
Programmungebundene Forschung***	32.443	14.808	47.251	638
Sonderaufgaben	74.176	155.097	229.273	2.789
Summe Helmholtz-Gemeinschaft	**1.644.153**	**789.208**	**2.433.362**	**23.439****

** In natürlichen Personen sind das 27.962 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Helmholtz-Gemeinschaft.

	Grundfinanzierte Kosten T€	Drittmittelfinanzierte Kosten T€	Gesamtkosten T€	Gesamtpersonal PJ*
Forschungsbereich Energie				
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	16.244	18.637	34.881	290
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	53.201	27.222	80.423	622
Forschungszentrum Karlsruhe (FZK)	50.554	23.856	74.410	736
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)	18.510	5.292	23.802	229
Helmholtz-Zentrum Potsdam (GFZ)	1.241	7.560	8.801	29
Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP)	96.701	39.331	136.032	966
Summe Forschungsbereich Energie	**236.450**	**121.900**	**358.350**	**2.872**
Forschungsbereich Erde und Umwelt				
Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI)	80.535	17.239	97.774	726
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	31.388	8.883	40.271	418
Forschungszentrum Karlsruhe (FZK)	57.149	13.348	70.497	755
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht (GKSS)	13.922	4.474	18.396	213
Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI)	1.682	1.172	2.854	37
Helmholtz Zentrum München (HMGU)	18.754	1.801	20.555	240
Helmholtz-Zentrum Potsdam (GFZ)	36.117	28.519	64.635	532
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)	37.137	17.945	55.082	564
Summe Forschungsbereich Erde und Umwelt	**276.684**	**93.380**	**370.064**	**3.485**
Forschungsbereich Gesundheit				
Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg (DKFZ)	72.605	37.347	109.952	1.656
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	25.293	5.539	30.833	320
Forschungszentrum Karlsruhe (FZK)	15.662	3.952	19.614	238
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht (GKSS)	4.039	3.248	7.287	87
GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung (GSI)	3.751	510	4.261	54
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)	1.657	127	1.784	18
Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI)	26.719	18.498	45.217	442
Helmholtz Zentrum München (HMGU)	74.146	21.302	95.448	1.081
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)	2.976	643	3.619	40
Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC)	50.514	16.527	67.041	742
Summe Forschungsbereich Gesundheit	**277.362**	**107.693**	**385.056**	**4.678**
Forschungsbereich Schlüsseltechnologien				
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	44.817	18.304	63.121	438
Forschungszentrum Karlsruhe (FZK)	46.324	13.663	59.988	640
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht (GKSS)	14.330	5.707	20.037	238
Summe Forschungsbereich Schlüsseltechnologien	**105.472**	**37.675**	**143.146**	**1.316**
Forschungsbereich Struktur der Materie				
Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY)	186.585	5.914	192.499	1.680
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	90.355	14.693	105.048	816
Forschungszentrum Karlsruhe (FZK)	36.687	6.713	43.400	372
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht (GKSS)	16.073	2.306	18.379	107
GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung (GSI)	76.856	29.314	106.170	890
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)	42.493	2.466	44.958	327
Summe Forschungsbereich Struktur der Materie	**449.048**	**61.406**	**510.454**	**4.192**
Forschungsbereich Verkehr und Weltraum				
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	192.518	197.250	389.768	3.469
Summe Forschungsbereich Verkehr und Weltraum	**192.518**	**197.250**	**389.768**	**3.469**

*Personenjahre (Vollzeitäquivalente) **In natürlichen Personen sind das 27.962 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Helmholtz-Gemeinschaft.

***Die Mittel für die Programmungebundene Forschung betragen 20 Prozent der insgesamt eingeworbenen Programmmittel. Nutzen Zentren diese Mittel zur Verstärkung der bestehenden Forschungsprogramme, werden diese direkt den Kosten des jeweiligen Programms zugeordnet.

Das jährliche Budget der Helmholtz-Gemeinschaft setzt sich aus Grundfinanzierung und Drittmitteln zusammen. Die Grundfinanzierung wird vom Bund und den jeweiligen Sitz-Ländern der Mitgliedszentren im Verhältnis von 90 Prozent zu 10 Prozent getragen. Rund 30 Prozent des Gesamtbudgets werben die Zentren selbst als Drittmittel ein. Diese grundfinanzierten sowie drittmittelfinanzierten Kosten werden im Geschäftsbericht für den Berichtszeitraum 2007 dargestellt. Aufgrund der strategischen Ausrichtung der Helmholtz-Gemeinschaft in sechs Forschungsbereichen werden die Gesamtkosten nach Forschungsbereichen (s. S. 95) aufgeführt. Für eine übersichtlichere Darstellung der den Zentren zur Verfügung stehenden Finanzmittel wird diese Übersicht analog auf Zentrenebene (siehe unten) dargestellt. Ergänzt wird diese Übersicht durch die Angabe der Personalzahlen in Vollzeitäquivalenten – ebenso auf Forschungsbereichsebene (s. S. 95) wie auch auf Zentrenebene (siehe unten).

Kosten und Personal nach Zentren 2007	Grundfinanzierte Kosten T€	Drittmittelfinanzierte Kosten T€	Gesamtkosten T€	Gesamtpersonal PJ*
Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI)	80.535	17.239	97.774	726
Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY)	186.585	5.914	192.499	1.680
Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg (DKFZ)	72.605	37.347	109.952	1.656
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	208.762	215.887	424.649	3.759
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	245.054	74.642	319.696	2.613
Forschungszentrum Karlsruhe (FZK)	206.376	61.533	267.908	2.741
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht (GKSS)	48.364	15.735	64.099	646
GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung (GSI)	80.607	29.825	110.431	944
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)	62.660	7.885	70.545	574
Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI)	28.401	19.670	48.071	479
Helmholtz Zentrum München (HMGU)	92.900	23.103	116.003	1.321
Helmholtz-Zentrum Potsdam (GFZ)	37.357	36.079	73.437	561
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)	40.113	18.588	58.701	604
Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC)	50.514	16.527	67.041	742
Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP)	96.701	39.331	136.032	966
Programmungebundene Forschung	**32.443**	**14.808**	**47.251**	**638**
Sonderaufgaben	**74.176**	**155.097**	**229.273**	**2.789**
Summe Helmholtz-Gemeinschaft	**1.644.153**	**789.208**	**2.433.362**	**23.439**

*Personenjahre (Vollzeitäquivalente)

ZWEITE RUNDE DER PROGRAMMORIENTIERTEN FÖRDERUNG 2009 BIS 2013

Forschungsbereiche Erde und Umwelt | Gesundheit | Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr

Mit dem Jahr 2009 beginnt die zweite Programmperiode im Rahmen der Programmorientierten Förderung, zunächst für die Forschungsbereiche Erde und Umwelt, Gesundheit und Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr. Die an diesen Forschungsbereichen beteiligten Zentren haben sich dafür neu aufgestellt und ihre FuE-Kapazitäten in diesen Bereichen zu insgesamt 13 neuen Programmen gebündelt. Die als Ergebnis der Begutachtung vom Senat empfohlene Finanzierung dieser 13 Programme ist für 2009 dargestellt. Berechnungsgrundlage sind dabei die grundfinanzierten Vollkosten, die im Unterschied zu den Angaben für die erste Programmperiode auch die Infrastrukturkosten enthalten. Um die tatsächlichen Veränderungen zwischen erster und zweiter Programmperiode sichtbar zu machen, wurden die Infrastrukturkosten für das Berichtsjahr 2007 mittels eines internen Schlüssels ebenfalls den einzelnen Programmen zugerechnet.

	Grundfinanzierte Kosten T€
Forschungsbereich Erde und Umwelt*	
Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI)	85.694
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	28.567
Forschungszentrum Karlsruhe (FZK)	17.575
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht (GKSS)	18.954
Helmholtz Zentrum München (HMGU)	18.090
Helmholtz-Zentrum Potsdam (GFZ)	38.190
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)	44.091
Summe Forschungsbereich Erde und Umwelt	**251.161**
Forschungsbereich Gesundheit	
Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg (DKFZ)	111.002
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	29.139
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht (GKSS)	4.892
GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung (GSI)	3.680
Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI)	41.540
Helmholtz Zentrum München (HMGU)	76.363
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)	5.234
Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC)	55.543
Summe Forschungsbereich Gesundheit	**327.329**
Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr	
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	248.981
Summe Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr	**248.981**

In den drei Forschungsbereichen, die im Jahr 2008 begutachtet wurden, ergeben sich ab dem 1. Januar 2009 neue Strukturen der Forschungsprogramme. Grafiken mit der Darstellung der neuen Mittelverteilung auf Programmebene befinden sich neben der inhaltlichen Beschreibung der neuen Programme auf den Seiten der Forschungsbereiche Erde und Umwelt (s. S. 30ff.), Gesundheit (s. S. 44/45) sowie Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr (s. S. 76/77) im wissenschaftlichen Teil des Geschäftsberichtes.

*Bitte beachten: Aufgrund der Klimainitiative der Helmholtz-Gemeinschaft sind die Kosten im Bereich Erde und Umwelt nur vorläufige Zahlen. Die endgültigen Zahlen werden zu Beginn 2009 erwartet.

ORGANE UND ZENTRALE GREMIEN

Stand: Oktober 2008

Präsident

Prof. Dr. Jürgen Mlynek

Vizepräsidenten

Vizepräsident für den Forschungsbereich Energie
Prof. Dr. Eberhard Umbach, Vorsitzender des Vorstandes des Forschungszentrums Karlsruhe

Vizepräsident für den Forschungsbereich Erde und Umwelt
Prof. Dr. Georg Teutsch, Wissenschaftlicher Geschäftsführer des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung – UFZ

Vizepräsident für den Forschungsbereich Gesundheit
Prof. Dr. Otmar D. Wiestler, Vorstandsvorsitzender des Deutschen Krebsforschungszentrums

Vizepräsident für den Forschungsbereich Schlüsseltechnologien
Prof. Dr. Achim Bachem, Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums Jülich

Vizepräsident für den Forschungsbereich Struktur der Materie
Prof. Dr. Albrecht Wagner, Vorsitzender des Direktoriums des Deutschen Elektronen-Synchrotrons

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

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

Kaufmännischer Vizepräsident
Dr. Bernhard Raiser, Administrativer Vorstand des Helmholtz-Zentrums Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum - GFZ

Geschäftsstelle

Dr. Tania Lieckweg, Kommissarische Geschäftsführerin bis 15.9.2008
Dr. Rolf Zettl, Geschäftsführer ab 1.10.2008

Mitglieder des Senats

GEWÄHLTE MITGLIEDER

Prof. Dr. Max M. Burger, Vorsitzender Novartis Science Board, Novartis International AG, Basel/Schweiz

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

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Robert Rosner, Director, Argonne National Laboratory, USA

Prof. Dr. Ulrich Seiffert, Geschäftsführer, WiTech Enegineering GmbH, Braunschweig

Prof. Dr. Klaus Töpfer, ehem. Under Secretary General, United Nations

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

Prof. Dr. Alexander J. B. Zehnder, triple Z, Zürich, Schweiz

MITGLIEDER DES SENATS EX OFFICIO

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

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

Werner Gatzer, Staatssekretär im Bundesministerium der Finanzen, Berlin

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

Jochen Homann, Staatssekretär im Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Berlin

Michael Kretschmer, Mitglied des Deutschen Bundestages, Berlin

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

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

Dr. Annette Schavan, Bundesministerin für Bildung und Forschung

Jörg Tauss, Mitglied des Deutschen Bundestages, Berlin

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

GÄSTE

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

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

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

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

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

Mitgliederversammlung

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

Dr. Bernhard Raiser, Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft, Administrativer Vorstand des Helmholtz-Zentrums Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum - GFZ

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

Prof. Dr. Dr. Ernst Rietschel, Präsident der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz (WGL), Berlin

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

Prof. Dr. Georg Teutsch, Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft, Wissenschaftlicher Geschäftsführer des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung – UFZ, Leipzig

Prof. Dr. Eberhard Umbach, Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft, Vorsitzender des Vorstandes des Forschungszentrums Karlsruhe

Prof. Dr. Albrecht Wagner, Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft, Vorsitzender des Direktoriums des Deutschen Elektronen-Synchrotrons, Hamburg

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

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

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, SdöR
Prof. Dr. Karin Lochte, Direktorin,
Dr. Heike Wolke, Verwaltungsdirektorin

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, SdpR
Prof. Dr. Albrecht Wagner,
Vorsitzender des Direktoriums,
Christian Scherf, Administrativer Direktor

Deutsches Krebsforschungszentrum, SdöR
Prof. Dr. Otmar D. Wiestler,
Vorsitzender des Stiftungsvorstandes,
Dr. Josef Puchta, Administrativ-kaufmännischer Vorstand des Stiftungsvorstandes

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
Prof. Dr. Johann-Dietrich Wörner,
Vorsitzender des Vorstandes,
Klaus Hamacher, Stellvertretender Vorsitzender des Vorstandes

Forschungszentrum Jülich GmbH
Prof. Dr. Achim Bachem,
Vorsitzender des Vorstandes,
Dr. Ulrich Krafft, Stellvertretender Vorsitzender des Vorstandes

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Prof. Dr. Eberhard Umbach,
Vorsitzender des Vorstandes,
Dr. Alexander Kurz, Stellvertretender Vorsitzender des Vorstandes

GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH
Prof. Dr. Wolfgang Kaysser,
Wissenschaftlich-technischer Geschäftsführer,
Michael Ganß,
Kaufmännischer Geschäftsführer

GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH
Prof. Dr. Horst Stöcker,
Wissenschaftlicher Geschäftsführer,
Christiane Neumann,
Kaufmännische Geschäftsführerin

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH
Prof. Dr. Anke Pyzalla,
Wissenschaftliche Geschäftsführerin
Dr. Ulrich Breuer,
Kaufmännischer Geschäftsführer

Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung GmbH
Prof. Dr. Rudi Balling,
Wissenschaftlicher Geschäftsführer,
Dr. Georg Frischmann,
Administrativer Geschäftsführer

Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt GmbH
Prof. Dr. Günther Wess,
Wissenschaftlich-Technischer Geschäftsführer,
Dr. Nikolaus Blum,
Kaufmännischer Geschäftsführer

Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum – GFZ, SdöR
Prof. Dr. Reinhard Hüttl,
Wissenschaftlicher Vorstand,
Dr. Bernhard Raiser,
Administrativer Vorstand

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ
Prof. Dr. Georg Teutsch,
Wissenschaftlicher Geschäftsführer,
Dr. Andreas Schmidt,
Administrativer Geschäftsführer

Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch, SdöR
Prof. Dr. Walter Birchmeier,
Vorsitzender des Stiftungsvorstandes,
Cornelia Lanz,
Administrativer Vorstand

Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, GmbH (assoziiertes Mitglied)
Prof. Dr. Alexander M. Bradshaw,
Wissenschaftlicher Direktor,
Dr. Karl Tichmann,
Kaufmännischer Geschäftsführer

SENATSKOMMISSIONEN

Stand: Oktober 2008

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

STÄNDIGE MITGLIEDER

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

Forschungsbereich Erde und Umwelt
Prof. Dr. Volker Josef Mosbrugger
Direktor des Forschungsinstituts und Naturmuseums Senckenberg

Forschungsbereich Gesundheit
Prof. em. Dr. Heidi Diggelmann
Université de Lausanne, Schweiz, und ehem. Präsidentin des Forschungsrats des Schweizerischen Nationalfonds

Forschungsbereich Schlüsseltechnologien
Dr. Thomas Grandke
Leiter Corporate Technology Materials & Microsystems, Siemens AG, Berlin

Forschungsbereich Struktur der Materie
Prof. Dr. Vera Lüth
Stanford Linear Accelerator Center, Stanford, USA

Forschungsbereich Verkehr und Weltraum
Prof. Dr. Hans Michael Kappler
ehem. Direktor European Space Agency

Vertreter des Bundesministeriums für Bildung und Forschung
Dr. Christian D. Uhlhorn
Ministerialdirigent, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn

Ländervertreter
Dr. Beate Wieland
Ministerialdirigentin, Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf

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

Die ständigen Mitglieder gehören allen sechs Senatskommissionen an.

SENATSKOMMISSION Forschungsbereich Energie

Senatsvertreter **Prof. Dr. Hermann Requardt** Mitglied des Vorstandes der Siemens AG, München
Senatsvertreter **Prof. Dr. Ulrich Wagner** Technische Universität München
Vertreter des Bundes **Dr. Knut Kübler** Ministerialrat, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bonn

Vorsitzende der Gutachtergruppen*

Erneuerbare Energien **Prof. Dr. Louis Schlapbach** ETH Zürich, Schweiz
Kernfusion **Prof. Dr. Walter F. Henning** Argonne National Laboratory, Illinois, USA
Nukleare Sicherheitsforschung **Dr. Phillip Finck** Idaho National Laboratory, Idaho Falls, USA
Rationelle Energieumwandlung und -nutzung **Prof. Dr. Alexander Wokaun** Paul-Scherrer-Institut, Villigen, Schweiz
Technologie, Innovation und Gesellschaft **Prof. Dr. Ortwin Renn** Universität Stuttgart

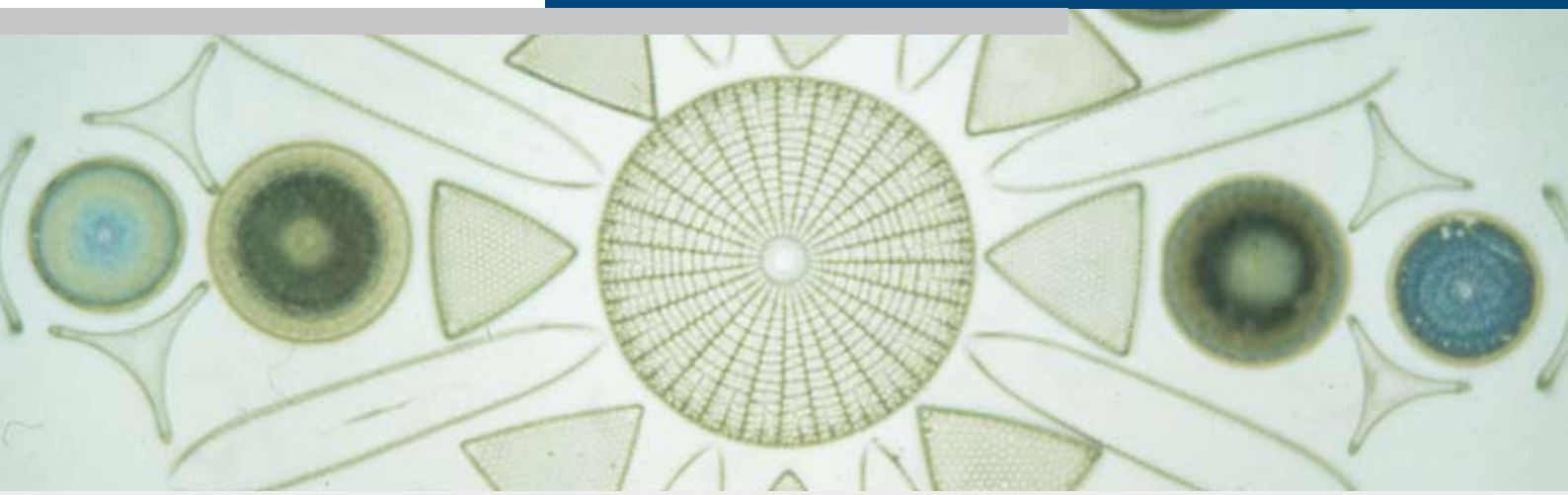
SENATSKOMMISSION Forschungsbereich Erde und Umwelt

Senatsvertreter **Prof. Dr. Klaus Töpfer** ehem. Under Secretary General United Nations
Senatsvertreter **Prof. Dr. Alexander J.B. Zehnder** triple Z, Zürich, Schweiz
Vertreter des Bundesministeriums für Bildung und Foschung **Hartmut Grübel** Ministerialdirigent, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn

Vorsitzende der Gutachtergruppen*

Geosystem: Erde im Wandel **Prof. Dr. Roy H. Gabrielsen** Dept. of Geosciences, University of Oslo, Norwegen
Marine, Küsten- und Polare Systeme **Prof. Dr. Guy Brasseur** National Center for Atmospheric Research, Boulder, USA
Atmosphäre und Klima **Prof. Dr. Thomas Stocker** Institut für Klima- und Umweltphysik, Universität Bern, Schweiz
Terrestrische Umwelt **Prof. Dr. Johan Bouma** ehem. Wageningen Agricultural University, Niederlande

*Die Gutachtergruppen beziehen sich auf die Programmstruktur der zweiten Förderperiode der Programmorientierten Förderung.



DIE ANZAHL DER DIATOMEENARTEN WIRD AUF ÜBER 100 000 GESCHÄTZT, IHRE GEOMETRISCHEN ZELLWÄNDE SIND AUS SILIZIUMDIOXID AUFGEBAUT. Foto: AWI

SENATSKOMMISSION
Forschungsbereich Gesundheit

Senatsvertreter **Prof. Dr. Dr. Max M. Burger** Vorsitzender des Novartis Science Board, Novartis International AG, Basel, Schweiz
Senatsvertreter **Prof. Dr. Mary Osborn** Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie, Göttingen
Vertreter des Bundesministeriums für Bildung und Foschung
Dr. Peter Lange Ministerialdirigent, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin

Vorsitzende der Gutachtergruppen*

Krebsforschung **Prof. Dr. em. Paul Neiman** Mitglied und Direktor em., Division of Basic Sciences, Fred Hutchinson Cancer Research Center, Seattle, USA
Herz-Kreislauf und Stoffwechselforschung **Prof. Dr. Thomas F. Lüscher** Direktor, Klinik für Kardiologie, Universitäts-Spital Zürich, Schweiz
Funktion und Dysfunktion des Nervensystems **Prof. Dr. Mark Hallett** Leiter, Human Motor Control Section, National Institute of Neurological Disorders and Stroke NINDS, Bethesda, USA
Infektion und Immunität **Prof. Dr. Dennis L. Kasper** Channing Laboratory, Department of Medicine, Harvard Medical School, Boston, USA
Umweltbedingte Störungen der Gesundheit **Prof. David A. Schwartz** Direktor, National Institute of Environmental Health Sciences, Research Triangle Park, USA
Systemische Analyse von multifaktoriellen Erkrankungen
Prof. Dr. Nouria Hernandez Direktor, Center for Integrative Genomics, Université de Lausanne, Schweiz

SENATSKOMMISSION
Forschungsbereich Schlüsseltechnologien

Senatsvertreter **Prof. Dr. Gerd Litfin** Vorsitzender des Aufsichtsrats, Linos AG, Göttingen
Senatsvertreterin **Prof. Dr. Katharina Kohse-Höinghaus** Universität Bielefeld
Vertreter des Bundesministeriums für Bildung und Forschung
Dr. Wolf-Dieter Lukas Ministerialdirigent, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn

Vorsitzende der Gutachtergruppen*

Supercomputing **Prof. Dr. Horst Simon** Direktor, Associate Laboratory, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, USA
Grundlagen für die zukünftige Informationstechnologie **Prof. Dr. Michael M.T. Loy** Chair Professor, Department of Physics, The Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong
BioSoft: Makromolekulare Systeme und biologische Informationsverarbeitung **Prof. Dr. Georg Maret** Soft Matter Physics, Universität Konstanz
NANOMIKRO: Wissenschaft, Technologie und Systeme
Prof. Dr. Erich Gornik Institut für Festkörperelektronik und Zentrum für Mikro- und Nanostrukturen, Technische Universität Wien, Österreich
BioGrenzflächen: Molekulare und zelluläre Interaktion an funktionellen Grenzflächen **Prof. Dr. Ernst Hafen** Department für Biologie, ETH Zürich, Schweiz
Funktionale Werkstoffsysteme **Prof. Dr. Berthold Scholtes** Institut für Werkstofftechnik, Universität Kassel

SENATSKOMMISSION
Forschungsbereich Struktur der Materie

Senatsvertreter **Prof. Dr. Robert Rosner** Direktor Argonne National Laboratory, USA
Senatsvertreter **Prof. Dr. Ralph Eichler** Präsident ETH Zürich
Vertreterin des Bundesministeriums für Bildung und Forschung
Dr. Beatrix Vierkorn-Rudolph Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn

Vorsitzende der Gutachtergruppen*

Astroteilchenphysik **Prof. Dr. Roger Blandford** Kavli Institut for Particle Astrophysics and Cosmology, Stanford, USA
Elementarteilchenphysik **Prof. Dr. Michael Davier** Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire, Université Paris-Sud, Frankreich
Physik mit Hadronen und Kernen **Prof. Dr. Barbara Jacak** State University of New York, USA
Forschung mit Photonen, Neutronen und Ionen
Prof. Dr. Joël F. Mesot Paul-Scherrer-Institut, Villigen, Schweiz

SENATSKOMMISSION
Forschungsbereich Verkehr und Weltraum

Senatsvertreter **Prof. Dr. Ulrich Seiffert** Geschäftsführer WiTech Engineering GmbH, Braunschweig
Senatsvertreter **Dr. Detlef Müller-Wiesner** Senior Vice-President, Chief Operating Officer Innovation und CTO Deputy Corporate Technical Office, EADS
Vertreter des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie
Helge Engelhard Ministerialdirigent, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bonn

Vorsitzende der Gutachtergruppen*

Luftfahrt **Prof. Dr. Jürgen Klenner** Senior Vice President Flight Physics, Airbus Engineering, Blagnac, Frankreich
Raumfahrt **Dipl.-Ing. Jürgen Breitkopf** Geschäftsführer Kayser-Threde GmbH, München
Verkehr **Prof. Dr. George A. Giannopoulos** Head Hellenic Institute of Transport, Thessaloniki, Griechenland

*Die Gutachtergruppen beziehen sich auf die Programmstruktur der zweiten Förderperiode der Programmorientierten Förderung.

WISSENSCHAFTLICHE PREISE FÜR FORSCHERINNEN UND FORSCHER IN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

ab der Preissumme 10.000 Euro, Zeitraum 2007/2008, Stand Oktober 2008

A | **Hannes Alfvén-Preis 2007 der Europäischen Physikalischen Gesellschaft (EPS)**
Professor Dr. Friedrich Wagner, Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, ass. Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft

B | **Behnken-Berger-Preis für Strahlenreduzierung in der medizinischen Bildgebung**
Dr. Christoph Hoeschen, Helmholtz Zentrum München - Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (2007)

Dr. Hella Bühler-Preis
Dr. Stefan Pfister, Deutsches Krebsforschungszentrum (2007)

C | **Communicator-Preis 2007 des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft**
EPICA Abeitsgruppe, Prof. Heinz Miller, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

Coolidge Award 2007
Dr. Marc-André Weber, Deutsches Krebsforschungszentrum

D | **René Descartes Forschungspreis der Europäischen Union**
Projekt EPICA, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

René Descartes Forschungspreis der Europäischen Union
Projekt VIRLIS, Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung

do it.software-award, 2. Platz
Thomas Horn, Zeynep Arziman, Dr. Michael Boutros, Deutsches Krebsforschungszentrum (2007)

E | **Energy Globe Award**
Kooperationsprojekt SOWARLA, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, beteiligte Unternehmen

F | **Felix Wankel Tierschutz Forschungspreis 2007**
Dr. Jürgen Biederer, Deutsches Krebsforschungszentrum

For Women in Science-Förderpreis des UNESCO-L'Oréal-Förderprogramms in Partnerschaft mit der Christiane Nüsslein-Volhard-Stiftung
Dr. Maïwen Caudron-Herger, Deutsches Krebsforschungszentrum (2007)

Friedens-Nobelpreis 2007
Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) und Albert A. Gore, unter Mitarbeit am IPCC von Prof. Peter Lemke, Dr. Annette Rinke, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, und weiteren Forschern aus der Helmholtz-Gemeinschaft

G | **Gairdner International Award**
Prof. Dr. Harald zur Hausen, ehem. Stiftungsvorstand des Deutschen Krebsforschungszentrums (2007)

H | **Heinrich-Hertz-Preis 2007**
Prof. Dr. Peter Komarek, Forschungszentrum Karlsruhe

I | **Innovation Award 2007 des Wirtschaftsmagazins The Economist**
Prof. Dr. Peter Grünberg, Forschungszentrum Jülich

Investigator Grant des European Research Council ERC
Dr. Björn Rost, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (2008)

K | **Krebshilfe Preis 2006 (verliehen 2007)**
Prof. Dr. Harald zur Hausen, ehem. Stiftungsvorstand des Deutschen Krebsforschungszentrums Heidelberg

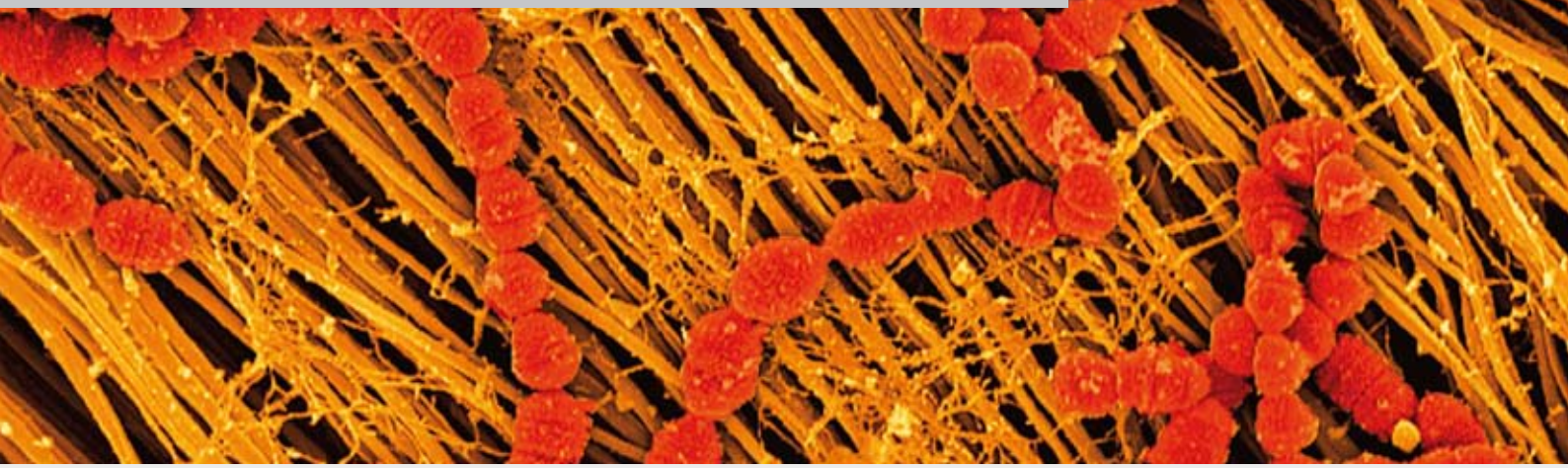
L | **Gottfried Wilhelm Leibniz Preis 2008**
Prof. Dr. Stefan Hell, Kooperationsabteilung am Deutschen Krebsforschungszentrum

M | **Curt-Meyer-Gedächtnispreis**
Dr. Martin Janz, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch, und
Dr. Stephan Mathas, Charité - Universitätsmedizin Berlin

N | **Nachwuchswissenschaftlerpreis des Landes Brandenburg**
Prof. Dr. Ulrike Herzschuh, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

Georg-von-Neumayer-Medaille
Prof. Dr. Jörn Thiede, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (2007)

Novartis Preis Junge Endokrinologie
Dr. Alexandros Vegiopoulos, Deutsches Krebsforschungszentrum



ELEKTRONENMIKROSKOPISCHE AUFNAHME VON STREPTOKOKKEN-BAKTERIEN, DIE SICH GERADE AN KOLLAGENFASERN ANLAGERN. Bild: HZI

Novartis Preis für therapierelevante pharmakologische Forschung 2006
Prof. Dr. Frank Lyko, Deutsches Krebsforschungszentrum (verliehen 2007)

Jean-Pierre Noblanc Award des EU-Netzwerkes für Mikroelektronik MEDEA+
Projekt Silonis der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Siegfried Mantl, Forschungszentrum Jülich (2007)

Nobelpreis für Medizin 2008
Prof. Dr. Harald zur Hausen, ehem. Stiftungsvorstand des Deutschen Krebsforschungszentrums, Heidelberg, mit Prof. Dr. Françoise Barré-Sinoussi, Institut Pasteur Paris, France; Prof. Dr. Luc Montagnier, World Foundation for AIDS Research and Prevention, Paris, France

Nobelpreis für Physik 2007
Prof. Dr. Peter Grünberg, Forschungszentrum Jülich, zusammen mit Prof. Albert Fert von der Universität Paris-Süd

Novartis Award for Hypertension Research von Novartis und der American Heart Association
Prof. Dr. Friedrich C. Luft, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch (2007)

O | **Outstanding Volunteer Award for Excellence in Cancer Control**
Prof. Dr. Harald zur Hausen, ehem. Stiftungsvorstand des Deutschen Krebsforschungszentrums

P | **Pecora Award**
Deutsch-amerikanisches GRACE-Team, Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum – GFZ (2008)

R | **Ernst von Rebeur-Paschwitz-Medaille**
Dr. Winfried Hanka, Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungs-Zentrum – GFZ (2008)

S | **Salvatore-Medaille der meeresbiologischen Station „Anton Dohrn“**
Prof. Victor Smetacek, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

Science and Engineering Grant 2007 von DuPont
Dr. Kai Uwe Goss, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ

Hans Stille-Medaille der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften
Prof. Dieter Fütterer, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

T | **Technologietransfer-Preis 2008**
Dr. Rüdiger Giese, Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungs-Zentrum – GFZ

Tycho Brahe Award 2007 des amerikanischen Institute of Navigation ION
Dr. Oliver Montenbruck, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

W | **Anita- und Cuno-Wieland Preis 2007**
Prof. Dr. Lutz Gissmann, Deutsches Krebsforschungszentrum

Sir Geoffrey Wilkinson Preis 2007 für Numerische Software
Dr. Ralf Hartmann, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

Wilhelm P. Winterstein-Preis
Dr. Martin Bergmann, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch

Wissenschaftspreis des Stifterverbands 2008
Dr. Ralf Bischoff, Dr. Frank Breitling, Dr. Thomas Felgenhauer, Dr. Simon Fernandez, Klaus Leibe, Dr. Volker Stadler, Deutsches Krebsforschungszentrum

Georg Wüst Preis 2007
Dr. Eberhard Fahrbach, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

HELMHOLTZ-HUMBOLDT-FORSCHUNGSPREISTRÄGER

Prof. Dr. Roberto Bassi, Universita degli Studi di Verona, Italien
Prof. Dr. Shigemasa Suga, Osaka Universität, Japan
Prof. Dr. Pulickel M. Ajayan, Rensselaer Polytechnic Institute, USA

DIE GOVERNANCESTRUKTUR DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

AUSSCHUSS DER ZUWENDUNGSGEBER

Der Ausschuss der Zuwendungsgeber – Bund und Sitzländer – beschließt die forschungspolitischen Vorgaben einschließlich der Forschungsbereiche für eine mehrjährige Laufzeit und beruft die Mitglieder des Senats.

SENAT

Der extern besetzte Senat ist neben der Mitgliederversammlung das zentrale Gremium der Helmholtz-Gemeinschaft. Die Mitglieder des Senats sind „ex officio“ Vertreter von Bund und Ländern, Parlament und Wissenschaftsorganisationen sowie für drei Jahre gewählte Persönlichkeiten aus Wissenschaft und Wirtschaft. Im Senat werden alle wichtigen Entscheidungen beraten. Der Senat wählt den Präsidenten und die Vizepräsidenten.

SENATSKOMMISSION

Um seine Beratungen über die Empfehlung zur Finanzierung der Programme auf der Basis der Ergebnisse der Programmbegutachtung und über die Investitionspriorisierung vorzubereiten, hat der Senat die Senatskommission eingerichtet. Ihr gehören als ständige Mitglieder „ex officio“ Vertreter von Bund und Ländern sowie externe Vertreter für die sechs Forschungsbereiche, aber auch – je nach beratenem Forschungsbereich – wechselnde Mitglieder an.

PRÄSIDENT

Der hauptamtliche Präsident vertritt die Helmholtz-Gemeinschaft nach außen und moderiert den Dialog zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Er ist zuständig für die Vorbereitung und die Umsetzung der Empfehlungen des Senats zur Programmförderung. Er koordiniert die forschungsbereichsübergreifende Programmentwicklung, das zentrenübergreifende Controlling und die Entwicklung der Gesamtstrategie.

VIZEPRÄSIDENTEN

Der Präsident wird von acht Vizepräsidenten unterstützt, beraten und vertreten. Sechs wissenschaftliche Vizepräsidenten sind zugleich die Koordinatoren der sechs Forschungsbereiche. Der kaufmännisch-administrative Bereich ist durch zwei administrative Vizepräsidenten vertreten.

GESCHÄFTSSTELLE

Die Geschäftsstelle und internationale Büros in Brüssel, Moskau und Peking unterstützen den Präsidenten und die Vizepräsidenten bei der Erfüllung ihrer Aufgaben.

Energie | Erde und Umwelt | Gesundheit | Schlüsseltechnologien | Struktur der Materie | Verkehr und Weltraum

FORSCHUNGSBEREICHE

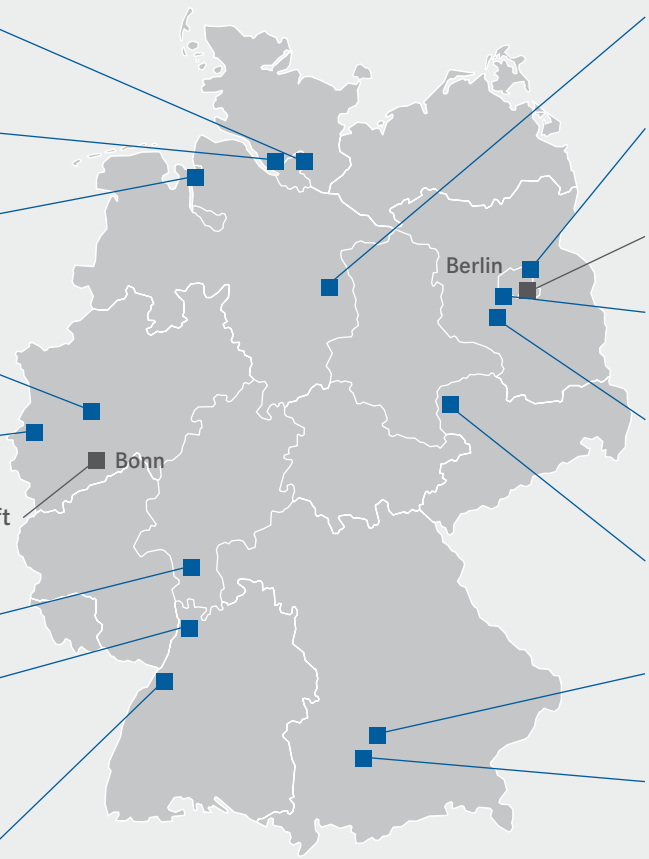
In sechs Forschungsbereichen, die auf Grundlage der Programmorientierten Förderung forschen, kooperieren Helmholtz-Wissenschaftler zentrenübergreifend mit externen Partnern – interdisziplinär und international.

MITGLIEDERVERSAMMLUNG

Die Helmholtz-Gemeinschaft ist ein eingetragener Verein, ihre Mitglieder sind 14 rechtlich selbstständige Forschungszentren und ein assoziiertes Mitglied. Zentrales Gremium der Gemeinschaft ist – neben dem Senat – die Mitgliederversammlung, der die wissenschaftlich-technischen und kaufmännischen Vorstände der Mitgliedszentren angehören. Die Mitgliederversammlung ist zuständig für alle Aufgaben des Vereins. Sie steckt den Rahmen für die zentrenübergreifende Erarbeitung von Strategien und Programmen ab und hat Vorschlagsrecht für die Wahl des Präsidenten und der Mitglieder des Senats.

- Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung
- Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY
- Deutsches Krebsforschungszentrum
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
- Forschungszentrum Jülich
- Forschungszentrum Karlsruhe
- GKSS-Forschungszentrum Geesthacht
- GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung
- Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie
- Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung
- Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt
- Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum – GFZ
- Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
- Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch
- Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (assoziiertes Mitglied)

DIE STANDORTE DER FORSCHUNGSZENTREN



GKSS-Forschungszentrum Geesthacht
www.gkss.de

Deutsches Elektronen-Synchrotron
www.desy.de

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung
www.awi.de

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
www.dlr.de

Forschungszentrum Jülich
www.fz-juelich.de

Sitz der Helmholtz-Gemeinschaft
Geschäftsstelle Bonn
www.helmholtz.de

GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung
www.gsi.de

Deutsches Krebsforschungszentrum
www.dkfz.de

Forschungszentrum Karlsruhe
www.fzk.de

Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung
www.helmholtz-hzi.de

Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch
www.mdc-berlin.de

Helmholtz-Geschäftsstelle Berlin
www.helmholtz.de

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie
www.helmholtz-berlin.de

Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungs-Zentrum – GFZ
www.gfz-potsdam.de

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
www.ufz.de

Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (assoziiertes Mitglied)
www.ipp.mpg.de

Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt
www.helmholtz-muenchen.de

DIE MITGLIEDSZENTREN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

Stand: Oktober 2008

ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG

VORSTAND: Prof. Dr. Karin Lochte, Direktorin,
Dr. Heike Wolke, Verwaltungsdirektorin
Am Handelshafen 12, 27570 Bremerhaven
Telefon 0471 4831-0, Telefax 0471 4831-1149
E-Mail info@awi.de, www.awi.de

DEUTSCHES ELEKTRONEN-SYNCHROTRON DESY

DIREKTORIUM: Prof. Dr. Albrecht Wagner, Vorsitzender des Direktoriums, Christian Scherf, Administrativer Direktor, Prof. Dr. Rolf-Dieter Heuer, Direktor für den Bereich Hochenergiephysik und Astroteilchenphysik, Prof. Dr. Edgar Weckert, kommissarischer Direktor für den Bereich Forschung mit Photonen, Dr. Reinhard Brinkmann, Direktor für den Bereich Beschleunigerphysik
Notkestraße 85, 22607 Hamburg
Telefon 040 8998-0, Telefax 040 8998-3282
E-Mail desyinfo@desy.de, www.desy.de

DEUTSCHES KREBSFORSCHUNGSZENTRUM

VORSTAND: Prof. Dr. Otmar D. Wiestler, Vorsitzender des Vorstandes,
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, www.dkfz.de

DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT

VORSTAND: Prof. Dr. Johann-Dietrich Wörner, Vorsitzender des Vorstandes,
Klaus Hamacher, Stellvertretender Vorsitzender des Vorstandes,
Prof. Dr. Joachim Szodruch, Mitglied des Vorstandes,
Dr. Ludwig Baumgarten, Mitglied des Vorstandes,
Thomas Reiter, Mitglied des Vorstandes
Linder Höhe, 51147 Köln
Telefon 02203 601-0, Telefax 02203 67310
E-Mail kommunikation@dlr.de, www.dlr.de

FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH

VORSTAND: Prof. Dr. Achim Bachem, Vorsitzender des Vorstandes,
Dr. Ulrich Krafft, Stellvertretender Vorsitzender des Vorstandes,
Prof. Dr. Harald Bolt, Mitglied des Vorstandes,
Dr. Sebastian Schmidt, Mitglied des Vorstandes
Wilhelm-Johnen-Straße, 52425 Jülich
Telefon 02461 61-0, Telefax 02461 61-8100
E-Mail info@fz-juelich.de, www.fz-juelich.de

FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

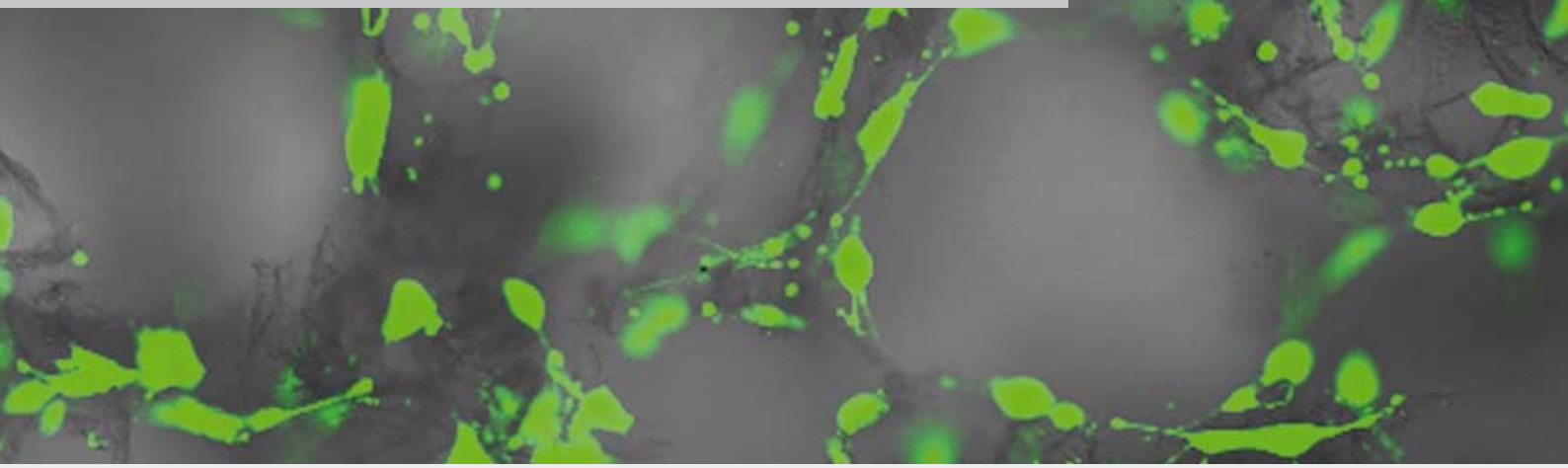
VORSTAND: Prof. Dr. Eberhard Umbach, Vorsitzender des Vorstandes,
Dr. Alexander Kurz, Stellvertretender Vorsitzender,
Mitglieder des Vorstandes:
Dr. Peter Fritz, Prof. Dr. Horst Hippler,
Prof. Dr. Detlef Löhe
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen
Telefon 07247 82-0, Telefax 07247 82-5070
E-Mail info@fzk.de, www.fzk.de

GKSS-FORSCHUNGSZENTRUM GEESTHACHT

VORSTAND: Prof. Dr. Wolfgang Kaysser, Wissenschaftlich-technischer Geschäftsführer,
Michael Ganß, Kaufmännischer Geschäftsführer
Max-Planck-Straße 1, 21502 Geesthacht
Telefon 04152 87-0, Telefax 04152 87-1403
E-Mail presse@gkss.de, www.gkss.de

GSI HELMHOLTZZENTRUM FÜR SCHWERIONENFORSCHUNG

VORSTAND: Prof. Dr. Horst Stöcker, Wissenschaftlicher Geschäftsführer,
Christiane Neumann, Kaufmännische Geschäftsführerin
Planckstraße 1, 64291 Darmstadt
Telefon 06159 71-0, Telefax 06159 71-2785
E-Mail info@gsi.de, www.gsi.de



BINDEGEWEBSZELLEN AUF EINER DREIDIMENSIONALEN POLYMER-GERÜSTSTRUKTUR. Bild: GKSS 2007

HELMHOLTZ-ZENTRUM BERLIN FÜR MATERIALIEN UND ENERGIE

VORSTAND: Prof. Dr. Anke Pyzalla,
Wissenschaftliche Geschäftsführerin
Prof. Dr. Michael Steiner,
Wissenschaftlicher Geschäftsführer,
Dr. Ulrich Breuer, Kaufmännischer Geschäftsführer
Glienicker Straße 100, 14109 Berlin
Telefon 030 8062-0, Telefax 030 8062-2181
E-Mail info@helmholtz-berlin.de, www.helmholtz-berlin.de

HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR INFEKTIONSFORSCHUNG

VORSTAND: Prof. Dr. Rudi Balling,
Wissenschaftlicher Geschäftsführer,
Dr. Georg Frischmann, 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 MÜNCHEN – DEUTSCHES FORSCHUNGSZENTRUM FÜR GESUNDHEIT UND UMWELT

VORSTAND: Prof. Dr. Günther Wess,
Wissenschaftlich Technischer Geschäftsführer,
Dr. Nikolaus Blum, Kaufmännischer Geschäftsführer
Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg
Telefon 089 3187-0, Telefax 089 3187-3322
E-Mail presse@helmholtz-muenchen.de, www.helmholtz-muenchen.de

HELMHOLTZ-ZENTRUM POTSDAM DEUTSCHES GEOFORSCHUNGSZENTRUM – GFZ

VORSTAND: Prof. Dr. Reinhard F. Hüttl, Vorsitzender
des Vorstandes und wissenschaftlicher Vorstand,
Dr. Bernhard Raiser, Administrativer Vorstand
Telegrafenberg, 14473 Potsdam
Telefon 0331 288-0, Telefax 0331 288-1600
E-Mail presse@gfz-potsdam.de, www.gfz-potsdam.de

HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR UMWELTFORSCHUNG – UFZ

VORSTAND: Prof. Dr. Georg Teutsch,
Wissenschaftlicher Geschäftsführer,
Dr. Andreas Schmidt, Administrativer Geschäftsführer
Permoserstraße 15, 04318 Leipzig
Telefon 0341 235-0, Telefax 0341 235-2791
E-Mail info@ufz.de, www.ufz.de

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

STIFTUNGSVORSTAND: Prof. Dr. Walter Birchmeier,
Wissenschaftliches Mitglied und
Vorsitzender des Siftungsvorstandes,
Cornelia Lanz, Administrativer Vorstand,
Prof. Dr. Thomas Sommer, Stellvertretender 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. Alexander M. Bradshaw,
Wissenschaftlicher Direktor,
Dr. Karl Tichmann, Geschäftsführer und
Mitglied des Direktoriums,
Prof. Dr. Sibylle Günter, Mitglied des Direktoriums,
Prof. Dr. Thomas Klinger, Mitglied des Direktoriums,
Dr. Rem Haange, Mitglied des Direktoriums (beratend)
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