

HELMHOLTZ – MIT ENERGIE IN DIE ZUKUNFT



GESCHÄFTSBERICHT 2010

DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT DEUTSCHER FORSCHUNGSZENTREN

INHALT

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

HELMHOLTZ – MIT ENERGIE IN DIE ZUKUNFT	04
BERICHT DES PRÄSIDENTEN	06
DIE PROGRAMMORIENTIERTE FÖRDERUNG – EINE LEISTUNGSBILANZ	12
AKTUELLES AUS DEN FORSCHUNGSBEREICHEN	14
Forschungsbereich Energie	16
Aufgabe und Programmstruktur	16
Die Programme in der Programmorientierten Förderung	18
Projekte aus der Forschung	20
Forschungsbereich Erde und Umwelt	30
Aufgabe und Programmstruktur	30
Die Programme in der Programmorientierten Förderung	32
Projekte aus der Forschung	34
Forschungsbereich Gesundheit	40
Aufgabe und Programmstruktur	40
Die Programme in der Programmorientierten Förderung	42
Projekte aus der Forschung	44
Forschungsbereich Schlüsseltechnologien	54
Aufgabe und Programmstruktur	54
Die Programme in der Programmorientierten Förderung	56
Projekte aus der Forschung	58
Forschungsbereich Struktur der Materie	62
Aufgabe und Programmstruktur	62
Die Programme in der Programmorientierten Förderung	64
Projekte aus der Forschung	66
Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr	72
Aufgabe und Programmstruktur	72
Die Programme in der Programmorientierten Förderung	74
Projekte aus der Forschung	76
ERWIN SCHRÖDINGER-PREIS 2010	80
DIE HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT IN ZAHLEN UND FAKTEN	82
Partner des Paktes für Forschung und Innovation	84
Technologietransfer	88
Talentmanagement	90
Leistungsbilanz	92
Programmorientierte Förderung	95
Kosten und Personal 2009	96
Die zweite Runde der Programmorientierten Förderung	99
Organe und zentrale Gremien	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
E-Mail info@helmholtz.de, www.helmholtz.de

Kommunikation und Medien

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

V.i.S.d.P.

Thomas Gazlig

Redaktion

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

Bildnachweise

Titelbild: gettyimages, S. 4: Helmholtz/D. Meckel, Ostkreuz; S. 14/15: ESA; privat; WiTech Engineering GmbH; privat; S. 16: KIT; S. 17: Siemens AG; S. 30: NASA; AWI; S. 31: privat; S. 40: DKFZ; HZI; S. 41: Boehringer Ingelheim GmbH; S. 54: Forschungszentrum Jülich; S. 55: privat; S. 62: GSI; S. 63: ETH Zürich; S. 72: DLR; S. 73: EADS; S.82/83: KIT, Urania Berlin e. V.; privat; privat
Auf den anderen Seiten finden Sie den Bildnachweis direkt am Bild.

Gestaltung

fachwerk für kommunikation, Düsseldorf

Druckerei

in puncto druck+medien GmbH, Bonn

Druck

7.500 Exemplare

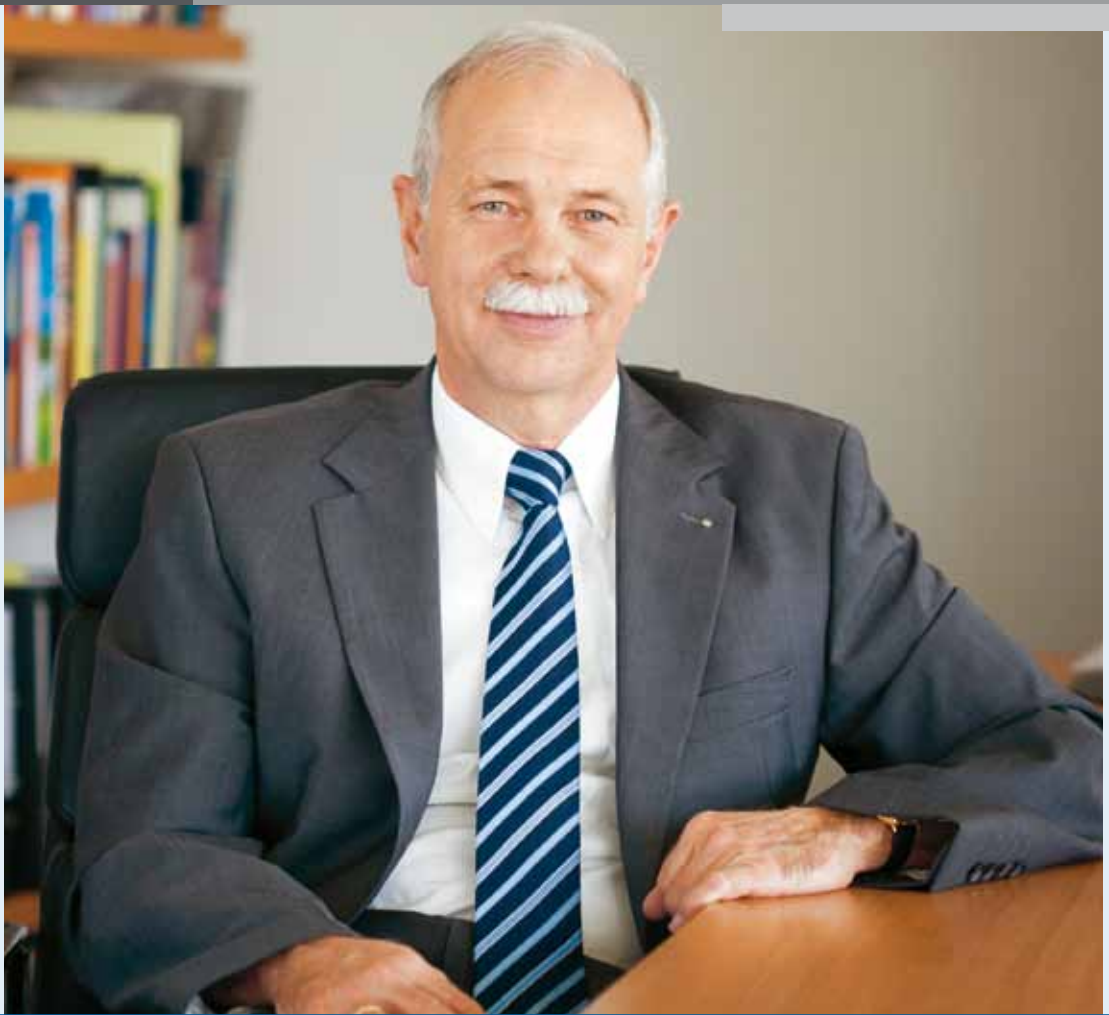
Stand: September 2010 · ISSN 1865-6439

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

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

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

Das ist unsere Mission.



PROFESSOR DR. JÜRGEN MLYNEK Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft

HELMHOLTZ – MIT ENERGIE IN DIE ZUKUNFT

Liebe Leserin, lieber Leser,

„Mit Energie in die Zukunft“ lautet das Motto, unter dem wir in diesem Jahr über unsere Aktivitäten in Forschung und Forschungspolitik berichten. Damit greifen wir das Thema des aktuellen Wissenschaftsjahres auf, denn Energie ist in der Tat eine Schlüsselfrage für unsere Zukunft. Unser aktueller Energiemix, der auf der Verbrennung fossiler Rohstoffe basiert, heizt den globalen Klimawandel an und der Untergang der Erdölförderplattform Deepwater Horizon im Golf von Mexiko hat uns vor Augen geführt, welche Folgen die Förderung von Erdöl-vorkommen mit sich bringen kann.

Die Versorgung der Bevölkerung mit sicherer und nachhaltiger Energie wird über den Wohlstand und die Lebensqualität der nächsten Generationen entscheiden. Dabei stecken einige Technologien noch in den Kinderschuhen. Daran arbeiten wir im Forschungsbereich Energie, indem wir die Wirkungsgrade von konventionellen Kraftwerken steigern, die Nutzung der Sonnenenergie und Biomasse vorantreiben und an der langfristigen Vision eines Fusionskraftwerks forschen. Gleichzeitig

bringen auch die Forschungsbereiche Schlüsseltechnologien, Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr und Erde und Umwelt neue Impulse für die Entwicklung von Energietechnologien ein. Das Motto lässt sich auch im übertragenen Sinn verstehen: Um die Zukunft zu sichern, müssen wir überlegt vorgehen und dann energisch handeln, ganz nach der Maxime von Hermann von Helmholtz, der auch von der Grundlagenforschung gefordert hat, Erkenntnisse zum Nutzen der Gesellschaft umzusetzen.

Wie wir das angehen, mit welchen Strategien wir zum Beispiel den Technologietransfer jetzt systematisch weiterentwickeln oder wie wir mit einem umfassenden Talentmanagement junge Menschen bei der Entfaltung ihres vollen Potenzials unterstützen, lesen Sie ebenfalls in diesem Geschäftsbericht.



Ihr Jürgen Mlynek

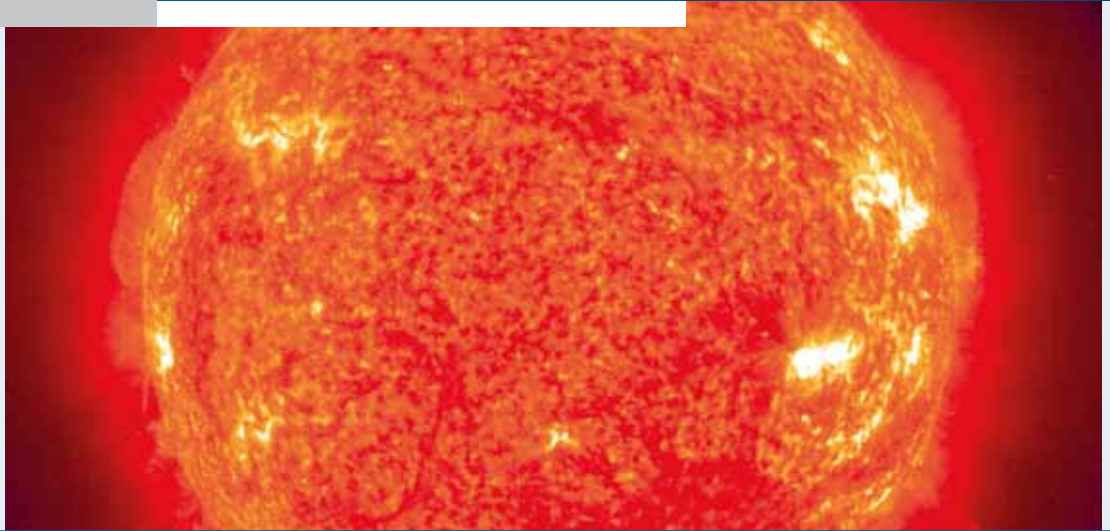
MIT ENERGIE IN DIE ZUKUNFT

Unser Ziel ist durch die gemeinsam erarbeitete Mission definiert: Wir leisten mit Spitzenforschung einen Beitrag zur Lösung der großen und drängenden Fragen, vor denen die Gesellschaft steht und tragen dazu bei, die Zukunft zu sichern. Dies erreichen wir, indem wir in einem breit angelegten Strategieprozess diese Fragen genau identifizieren und unsere Forschung daran ausrichten.

Eine der wichtigsten Fragen ist, wie wir in Zukunft den Energiebedarf der noch immer wachsenden Menschheit decken können, ohne den Klimawandel weiter zu beschleunigen. Aus diesem Grund hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung das Jahr 2010 zum „Jahr der Energie“ erklärt und eine Kampagne konzipiert, die eine breite Öffentlichkeit erreicht. Die Helmholtz-Gemeinschaft stand dabei von Anfang an beratend zur Seite und ist neben der übergreifenden Initiative „Wissenschaft im Dialog“ Partner des Wissenschaftsjahres der Energie. Sieben Helmholtz-Zentren arbeiten im Forschungsbereich Energie und leisten zusammen etwa die Hälfte der mit öffentlichen Mitteln geförderten Energieforschung. Dabei befassen wir uns mit allen relevanten Optionen der Energieversorgung. So untersuchen wir, wie sich Wirkungsgrade von konventionellen Kraftwerken steigern lassen und ob und wie sich das Treibhausgas Kohlendioxid abscheiden und sicher lagern lässt. Ein wichtiges Forschungsfeld ist auch die nukleare Sicherheit, sowohl beim Betrieb von Kernreaktoren als auch bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle. Die Helmholtz-Gemeinschaft

arbeitet auch daran, den Prozess der Kernfusion, aus dem die Sonne ihre Energie bezieht, hier auf der Erde für die Stromerzeugung zu nutzen. Und natürlich sind wir auf dem Gebiet der erneuerbaren Energien aktiv, wir haben Durchbrüche in der Solarzellenforschung erreicht, neue Komponenten für solarthermische Kraftwerke entwickelt und forschen an der Nutzung der Geothermie und Biomasse (mehr zur Energieforschung der Helmholtz-Zentren auf den S. 16ff.).

Der Ausbau der erneuerbaren Energien erfordert noch große technische Innovationen und Durchbrüche, vor allem brauchen wir neue Lösungen zur Speicherung und zum Transport von Energie. Hier haben wir systematisch unsere Forschung verstärkt, wobei auch die Unterstützung aus dem Konjunkturpaket II neue Möglichkeiten eröffnet hat: Insbesondere bauen wir mit Partnern aus Universitäten, Forschungseinrichtungen und der Wirtschaft zwei Kompetenzverbünde zur Batterieforschung auf, die von den Helmholtz-Zentren in Karlsruhe (Kompetenzverbund Süd) und in Jülich (Kompetenzverbund Nord) koordiniert werden. Zusätzlich starten wir eine Energie- und Wasserstoffspeicher-



DIE SONNE SCHLEUDERT GIGANTISCHE WOLKEN AUS HEISSEN, GELADENEN GASEN INS ALL. DEN NUTZEN AUS DER SONNENERGIE ZU STEIGERN, IST EINE AUFGABE DER GRUNDLAGENFORSCHUNG. Bild: ESA

initiative. Durch die Speicherung von Energie lässt sich der Energieverbrauch erheblich senken und viele sinnvolle Prozessoptimierungen werden erst durch den Einsatz von Speichern möglich. Die Helmholtz-Gemeinschaft hat im Jahr 2009 auf Wunsch des Bundeswirtschaftsministeriums Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Energieforschungspolitik der Bundesregierung ausgearbeitet und federführend an einem Konzept für ein integriertes Energieforschungsprogramm für Deutschland mitgearbeitet, das die Akademien der Wissenschaft (Leopoldina, acatech und BBAW) gemeinsam publiziert haben. Wir sind davon überzeugt, dass wir noch einige Jahrzehnte auf die Nutzung der so genannten Brückentechnologien wie die Kernenergie angewiesen sein werden. Langfristig geht die Forschung davon aus, dass die Energieversorgung weltweit auf einem Mix erneuerbarer Energieträger – ergänzt durch eine bis dahin hoffentlich erfolgreiche Kernfusion – basieren kann. Unsere Expertise auf dem Gebiet der Energieforschung ist weltweit anerkannt, genauso wie die Managementkompetenzen, um komplexe Kooperationen aufzubauen. Daher hat das Europäische Institut für Innovation und Technologie (EIT) auch das Konzept des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) InnoEnergy für die Gründung einer umfassenden und starken „Knowledge and Innovation Community“ (KIC) ausgewählt. Das EIT fördert in einer ersten Phase KIC InnoEnergy voraussichtlich mit jährlich rund 30 Mio. Euro bis zum Jahr 2014. Ziel ist, bis 2050 ein nachhaltiges Energiesystem für Europa zu schaffen. Das Konzept für den Aufbau der KIC InnoEnergy basiert auf bereits bestehenden Kooperationen, die das KIT mit Partnern in Frankreich, den Niederlanden, Spanien, Polen und Schweden unterhält. Sowohl bekannte Unternehmen als auch Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen sind

Langfristig geht die Forschung davon aus, dass die Energieversorgung weltweit auf einem Mix erneuerbarer Energieträger – ergänzt durch eine bis dahin hoffentlich erfolgreiche Kernfusion – basieren kann.

eingebunden. Auch an den zwei weiteren KICs, die das EIT ausgeschrieben hatte, ist die Helmholtz-Gemeinschaft beteiligt: Das Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungs-Zentrum GFZ und das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung in der Leibniz-Gemeinschaft werden mit der Climate-KIC die europäische Zusammenarbeit zur Klimaforschung und Anpassung an den globalen Wandel intensivieren. Und das KIT ist als Partner in die EIT-ICT-KIC zu Informations- und Kommunikationstechnologien eingebunden.

Mit PoF und Pakt erfolgreich in die neue Runde

Im vergangenen Jahr haben wir erfolgreich die Begutachtung aller Forschungsbereiche im Rahmen der Programmorientierten Förderung (PoF) abgeschlossen. Seit Januar 2010 sind auch die Forschungsbereiche Energie, Schlüsseltechnologien und Struktur der Materie in der zweiten Förderperiode und haben damit Planungssicherheit bis 2014. Insgesamt haben sich 347 Expertinnen und Experten internationaler Forschungseinrichtungen in den Begutachtungen engagiert und uns in unserem Bestreben unterstützt, die strategisch wichtigen Forschungsfelder noch genauer zu identifizieren und besonders dynamische Gebiete verstärkt zu fördern (mehr dazu auf S. 12f.). Die Programmorientierte Förderung hat sich als wertvolles Instrument erwiesen und wird nun in Diskussion mit den Zentren der Gemeinschaft sowie den Zuwendungsgebern Bund und Länder weiterentwickelt.

Der lebendige Austausch zwischen den Zentren lohnt sich, denn als Gemeinschaft haben wir mehr Gewicht, als ein einzelnes Zentrum es haben könnte, um als gestaltende Kraft im Forschungsraum Deutschland und Europa zu wirken. Zusammen mit unseren Partnern in der Allianz der Wissenschaftsorganisationen haben wir uns im vergangenen Jahr für die Fortsetzung des Pakts für Forschung und



IM STRAHLUNGSOFEN WERDEN HOCHTEMPERATURWERKSTOFFE ERFORSCHT UND GEPRÜFT, DIE DIE EFFIZIENZ VON KRAFTWERKEN VERBESSERN KÖNNTEN. Foto: FZJ

Innovation eingesetzt. Mit Erfolg: Der Pakt für Forschung und Innovation wird ab 2011 weitergeführt und der jährliche Aufwuchs auf das Budget der außeruniversitären Forschungseinrichtungen wird für die nächsten fünf Jahre von jetzt drei auf fünf Prozent wachsen.

Das Konzept der Helmholtz-Gemeinschaft zur Verwendung des Aufwuchses umfasst drei Bereiche: Die Stärkung der Forschungsarbeit in den Programmen, die Weiterentwicklung des Spektrums unserer Forschungsthemen über den Portfolio- und Foresight-Prozess und die Abstützung dieser Weiterentwicklung durch eine Anpassung des Investitions- und Impulsfondsbudgets. Auf diese Weise wird es möglich, die von den Programmgutachtern als besonders förderungswürdig eingestuften Forschungsinhalte noch besser auszustatten und gleichzeitig neue Themen in größerem Umfang aufzugreifen, wie zum Beispiel das Thema Wasserforschung. Dazu gehören auch der Aufbau wichtiger Forschungsinfrastrukturen wie beispielsweise der Kohorte für die Gesundheitsforschung, und forschungsübergreifende Querschnittsthemen wie etwa die Systemanalyse. Durch die Einbeziehung strategisch wichtiger Hochschulpartner wird ein weiteres Kernziel des Pakts für Forschung und Innovation, die Vernetzung im deutschen Wissenschaftssystem, erreicht.

Durch die Einbeziehung strategisch wichtiger Hochschulpartner wird ein Kernziel des Pakts für Forschung und Innovation, die Vernetzung im deutschen Wissenschaftssystem, erreicht.

Strategische Partnerschaften und Helmholtz-Institute

Zu den im Pakt vereinbarten Zielen zählt der Ausbau strategischer Partnerschaften. So vollzog sich im Oktober 2009 mit dem Inkrafttreten des KIT-Gesetzes die Fusion des Forschungszentrums Karlsruhe und der Technischen Universität Karlsruhe zum Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Zusammen mit dem Zukunftskonzept der „Jülich-Aachen Research Alliance – JARA“ des Forschungszentrums Jülich und der RWTH Aachen

hat die Helmholtz-Gemeinschaft mit ihren universitären Partnern so neue Strukturen und damit Voraussetzungen dafür geschaffen, um auch in der zweiten Runde der Exzellenzinitiative von Bund und Ländern die Forschungslandschaft in Deutschland erfolgreich weiter zu entwickeln.

Im Jahr 2009 sind drei Helmholtz-Institute in Bundesländern gegründet worden, in denen die Helmholtz-Gemeinschaft bislang nicht mit einem Zentrum vertreten war. Die Helmholtz-Institute intensivieren und institutionalisieren die Partnerschaft zwischen Universitäten und Helmholtz-Zentren. Als eine Art Außenstelle eines Helmholtz-Zentrums werden sie auf dem Campus der Universität aufgebaut, die leitenden Wissenschaftler werden

gemeinsam mit der Partneruniversität berufen. Die Helmholtz-Institute werden zu 90 Prozent vom Bund finanziert und zu 10 Prozent vom jeweiligen Sitzland und können mit bis zu etwa 5,5 Mio. Euro Jahresbudget im Endausbau rechnen. Im Saarland haben

das Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung in Braunschweig und die Universität des Saarlandes auf dem Campus in Saarbrücken das Helmholtz-Institut für Pharmazeutische Forschung Saarland gegründet. In Thüringen bringt das Helmholtz-Institut Jena die Kompetenzen der Friedrich-Schiller-Universität auf dem Gebiet der Hochleistungslaserphysik mit der Expertise in Beschleuniger-, Laser- und Röntgentechnologie der Helmholtz-Zentren DESY und GSI zusammen. Mit dem Helmholtz-Institut Mainz in Rheinland-Pfalz verstärken das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung in Darmstadt und die Johannes Gutenberg-Universität Mainz ihre langjährige Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Kernphysik und der Kernchemie, um Fragen zur Struktur, Symmetrie und Stabilität von Materie und Antimaterie zu erforschen. Von der Bündelung dieser Kräfte erwarten die Partner einen signifikanten Schub für die gemeinsame

Forschung, insbesondere im Hinblick auf die künftigen Experimente am internationalen FAIR-Zentrum in Darmstadt. Im Forschungsbereich Gesundheit schaffen wir neue Strukturen, die die Gesundheitsforschung in ganz Deutschland stärken. Ein wichtiger Meilenstein für die Zusammenarbeit mit den Universitäten war im April 2009 die Gründung eines neuen Helmholtz-Zentrums, dem Deutschen Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE) in Bonn mit sechs universitären Standorten. Auch das im Juni 2009 gegründete Deutsche Zentrum für Diabetesforschung, an dem das HMGU maßgeblich beteiligt ist, trägt zur Bildung nationaler Konsortien zur Erforschung wichtiger Volkskrankheiten bei. In einem wettbewerblichen Verfahren entstehen derzeit um je ein Helmholtz-Kernzentrum vier Deutsche Zentren der Gesundheitsforschung, die weitere Impulse in der Gesundheitsforschung setzen. Diese Zentren richten sich entlang großer Volkskrankheiten wie Krebs, Herz-Kreislauf-, Lungen und Infektionserkrankungen aus und ergänzen die beiden bereits gegründeten Deutschen Zentren für Diabetesforschung und Neurodegenerative Erkrankungen. Durch diese langfristig angelegten Partnerschaften wird die Grundlagenforschung nachhaltig gestärkt und besonders die schnelle Translation der Forschungsergebnisse in die klinische Anwendung gefördert.

Neue Infrastrukturen

Der Bau und Betrieb großer Forschungsinfrastrukturen ist ein Alleinstellungsmerkmal der Helmholtz-Gemeinschaft. Auch künftig werden derartige Großgeräte stetig weiterentwickelt, um optimale Forschungsbedingungen für die wissenschaftliche Gemeinschaft im In- und Ausland zu gewährleisten. Die Realisierung von internationalen Großprojekten wie European XFEL und FAIR, die von der Helmholtz-Gemeinschaft koordiniert werden, ist im Berichtsjahr erheblich vorangetrieben

worden. So wurde das internationale Abkommen zum Bau der 3,4 Kilometer langen europäischen Röntgenlaseranlage XFEL bei DESY Ende 2009 unterzeichnet. XFEL wird ultrakurze Röntgenlaserblitze erzeugen, deren Leuchtstärke milliardenfach höher ist als die der besten Röntgenstrahlungsquellen herkömmlicher Art. Außerdem wurden Ende 2009 die Umbauarbeiten am Elektronenspeicherring PETRA bei DESY beendet. Nun steht dort die weltweit brillianteste Röntgenstrahlungsquelle PETRA III für die Wissenschaft zur Verfügung und bietet exzellente Experimentiermöglichkeiten. Im November 2009 wurde auch das Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum HIT eröffnet. Die neuartige Bestrahlungsanlage für eine Tumorthherapie mit Schwerionen wurde von Helmholtz-Experten aus GSI und DKFZ konzipiert, mit der Firma Siemens gebaut und wird nun vom Universitätsklinikum Heidelberg betrieben.

Um in der Zukunft den Bau von neuen Forschungsinfrastrukturen durch die Helmholtz-Gemeinschaft durch eine gemeinsame strategische Planung zu unterlegen, wird seit Beginn dieses Jahres an einer Helmholtz-Roadmap für Forschungsinfrastrukturen gearbeitet. Die Roadmap wird mit der nationalen

Der Bau und Betrieb großer Forschungsinfrastrukturen ist ein Alleinstellungsmerkmal der Helmholtz-Gemeinschaft.

Roadmap abgestimmt und in den europäischen Kontext eingebettet. In Verschränkung mit dem Portfolio-Prozess und dem Investitionsverfahren wird so ein kontinuierlicher Prozess zur strategischen Planung für die Errichtung von Forschungsinfrastrukturen in der Helmholtz-Gemeinschaft etabliert.

Eine ganz andere Form von Forschungsinfrastrukturen ist die in Aufbau befindliche Nationale Kohortenstudie. Sie ist eine von der Helmholtz-Gemeinschaft initiierte Langzeitstudie mit 200.000 gesunden Probanden und wird gemeinsam mit universitären Partnern realisiert. Ihr Ziel ist eine Bestimmung von Krankheitsrisiken sowie des Einflusses von Verhalten und Umweltfaktoren auf die Gesundheit.

Aktivitäten Aufbau Ost

Im Ergebnis einer gezielten Förderpolitik des Bundes zusammen mit den Ländern konnten 20 Jahre nach der Wiedervereinigung zahlreiche Forschungseinrichtungen in den neuen Bundesländern ausgebaut und weiterentwickelt werden. Seit der Wiedervereinigung hat die Helmholtz-Gemeinschaft systematisch ausgewählte Wissenschaftseinrichtungen in den Neuen Bundesländern gefördert und aufgrund ihrer wissenschaftlichen Qualität und strategischen Orientierung in die Gemeinschaft aufgenommen. Die Gemeinschaft folgte in diesen Entscheidungen den Empfehlungen des Wissenschaftsrates. Auch infolge dieses nachhaltigen Agierens der Helmholtz-Gemeinschaft konnte so eine wichtige Forschungslandschaft in den fünf Neuen Bundesländern erhalten bzw. auf hohem wissenschaftlichen Niveau ausgebaut werden.

Für den strategischen Ausbau des Bereiches Erde und Umwelt wurden das UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle (heute Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ) mit seinen Standorten in Leipzig, Halle und Magdeburg und das GeoForschungsZentrum Potsdam (heute Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ) in die Gemeinschaft aufgenommen. Mit der Aufnahme des Max-Delbrück-Centrums in Berlin Buch konnte der wichtige Gesundheitsforschungsbereich in der Helmholtz-Gemeinschaft strategisch ausgebaut werden. Außerdem wurden forschungsbereichsübergreifend mehrere ostdeutsche Forschungsinstitute als Außenstellen von großen Helmholtz-Zentren übernommen und erweitert: Hierzu zählen die Standorte des AWI auf dem Telegrafenberg in Potsdam, das IPP-Teilinstitut in Greifswald, die Standorte des DESY in Zeuthen und der GKSS in Teltow sowie des DLR in Berlin-Adlershof und Neustrelitz. Hinzu kommen seit vergangenem Jahr Stand-

Seit der Wiedervereinigung hat die Helmholtz-Gemeinschaft Wissenschaftseinrichtungen in den Neuen Bundesländern gefördert.

orte des neu gegründeten DZNE in Magdeburg, Rostock-Greifswald und Dresden sowie das neue Helmholtz-Institut in Jena. Mit der Aufnahme des Forschungszentrums Dresden-Rossendorf (FZD), bislang in der Leibniz-Gemeinschaft, wird ab 2011 eine weitere Großforschungseinrichtung in den fünf Neuen Bundesländern zur Gemeinschaft der Helmholtz-Zentren gehören. Das neue Zentrum wird den Namen Helmholtzzentrum Dresden-Rossendorf annehmen. Mit dem Eintritt des Forschungszentrums in die Helmholtz-Gemeinschaft übernimmt der Bund 90 Prozent der Finanzierung, so dass die Potenziale des FZD weiter ausgebaut werden können.

Mit dem Programm „Spitzenforschung und Innovation in den Neuen Ländern“ hat das BMBF in jüngster Vergangenheit ein neues Förderinstrument geschaffen, bei dem die Helmholtz-Zentren auch in der zweiten Ausschreibungsrunde erfolgreich waren. Unter Leitung des Helmholtz-Zentrums Berlin wird ein Kompetenzzentrum zur Dünnschicht- und Nanotechnologie für

Photovoltaik aufgebaut.

Darüber hinaus sind das Helmholtz-Zentrum Potsdam und das AWI am Verbundprojekt „PROGRESS“ beteiligt, in dem Naturgefahren, Klimawandel und Nachhaltigkeit erforscht werden. Das GFZ war außerdem mit den Verbundprojekten

„GeoEn“ und „GeoX“ erfolgreich, in denen Technologien entwickelt werden, die eine klimaverträgliche und nachhaltige Nutzung von Ressourcen ermöglichen.

Die nächsten Schritte: Die Mission leben, Technologietransfer verstärken, Talente fördern

Die Helmholtz-Mission leben, bedeutet im ständigen Dialog mit der Gesellschaft, Politik und Wirtschaft zu bleiben und dabei die so genannten *grand challenges* zu identifizieren. Wir müssen prüfen, ob wir die richtigen Themen bearbeiten und ob wir



NEUARTIGE SOLARZELLEN VERSPRECHEN HOHE WIRKUNGSGRAD
BEI GERINGEREM MATERIALEINSATZ. Foto: HZB

dabei effizient und mit ausreichend kritischer Masse erfolgreich sein können. Unsere Forschung ist ein dynamischer Prozess. Deshalb sind wir regelmäßig zu Nachjustierungen in unseren Zielsetzungen bereit. Um diesen Weg zu strukturieren, arbeiten alle Helmholtz-Zentren zusammen am Portfolio- und Foresight-Prozess und der Roadmap zur Forschungsinfrastruktur der Zukunft. Im Rahmen dieses Portfolio- und Foresight-Prozesses hat die Helmholtz-Gemeinschaft Dialogplattformen mit den Zuwendungsgebern etabliert, um sich über langfristige Strategien abzustimmen. Aktuelle Beispiele sind die Themen Klimaforschung, Höchstleistungsrechnen und der Aufbau der Nationalen Kohortenstudie.

In Zukunft werden wir den Technologietransfer verstärken: Erkenntnisse aus der Forschung sollen rascher als bisher in Produkte, Verfahren oder Dienstleistungen umgesetzt werden können, von denen die Gesellschaft, die Menschen und die Wirtschaft profitieren. Wir haben deshalb zusätzlich zu den etablierten Maßnahmen wie Helmholtz-Enterprise einen Validierungsfonds eingerichtet, mit dem Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Helmholtz-Zentren ihre Forschungsergebnisse zu vermarktbareren Produkten und Dienstleistungen weiterentwickeln können (mehr zum Technologietransfer S. 88f.). Basis unseres Erfolgs ist die Talentförderung. Auch dazu haben wir mit Mitteln des Pakts für Innovation und Forschung neue Strukturen aufgebaut. Im vergangenen Jahr konnten weitere Helmholtz-Graduiertenschulen und Helmholtz-Kollegs eingerichtet werden, um Doktorandinnen und Doktoranden an Helmholtz-Zentren optimal in ihrer Promotion zu begleiten. Mit der Helmholtz-Akademie für Führungskräfte haben wir ein attraktives Weiterbildungsangebot für die mittlere Führungsebene entwickelt, zusätzlich kommen nun Angebote für die Helmholtz-Nachwuchsgruppenleiter sowie ein Programm

für die Programmsprecher, Instituts- und Abteilungsleiter dazu. Das Mentoringprogramm „In Führung gehen“ ermöglicht hochqualifizierten Frauen den Austausch mit erfahrenen Mentorinnen und Mentoren aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik und unterstützt sie bei der Planung ihrer beruflichen Laufbahn (mehr zu den vielfältigen Maßnahmen des Talentmanagements auf S. 90f.). Mit bewährten Instrumenten wie den Helmholtz-Schülerlaboren und dem „Haus der kleinen Forscher“ sowie neuen Angeboten wie der Wanderausstellung „Wunderkammer Wissenschaft“ und dem „Zentrum Neue Technologien“ im Deutschen Museum in München führen wir gezielt Kinder und Jugendliche an die Forschung heran und zei-

gen ihnen, dass Wissenschaft und Technik attraktive Berufsfelder sind. Ein umfassendes Talentmanagement mit Angeboten auf allen Ebenen gehört zum Kern der Helmholtz-Kultur, um weltweit die besten

Ein umfassendes Talentmanagement mit attraktiven Angeboten auf allen Ebenen gehört zum Kern der Helmholtz-Kultur.

Köpfe für uns zu gewinnen. Denn es sind die Menschen, die unsere Zukunft gestalten. Mit vollem Einsatz arbeiten sie an Lösungen für die großen Herausforderungen, ob es um die Gesundheit in einer schnell alternden Gesellschaft geht, um den Klimawandel oder um Versorgung mit Wasser oder Energie. Diesen Gedanken greifen wir im übertragenen Sinne auch mit unserem Jahresmotto auf: Mit Energie in die Zukunft!

Am Ende des Berichtszeitraumes überschattete der unerwartete Tod eines unserer Vorstände das erfolgreiche Geschäftsjahr: Prof. Dr. Jürgen Wehland, Wissenschaftlicher Geschäftsführer des Helmholtz-Zentrums für Infektionsforschung in Braunschweig, verstarb am 16. August 2010. Er hat die Gesundheitsforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft wesentlich mitgestaltet und geprägt. Wir werden seine Arbeit mit vereinten Kräften in seinem Sinne weiterführen.

DIE PROGRAMMORIENTIERTE FÖRDERUNG IN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

EINE LEISTUNGSBILANZ

Die Helmholtz-Gemeinschaft blickt auf fast zehn Jahre Programmorientierte Förderung zurück. Dieses Verfahren ist zum wichtigsten Instrument für die strategische Ausrichtung der Forschung und die transparente Vergabe der Forschungsmittel in Kooperation und Wettbewerb geworden.

Mit diesem Instrument setzt die Gemeinschaft klare Schwerpunkte bei zentrenübergreifender inhaltlicher Profilierung, strategischer Relevanz, wettbewerblicher Verteilung der zur Verfügung gestellten Mittel und bei interner sowie externer Vernetzung. Dadurch ist die Helmholtz-Gemeinschaft in der Lage, den zentralen Herausforderungen von Wissenschaft, Politik und Gesellschaft noch besser zu begegnen und international wettbewerbsfähige Spitzenforschung zu leisten.

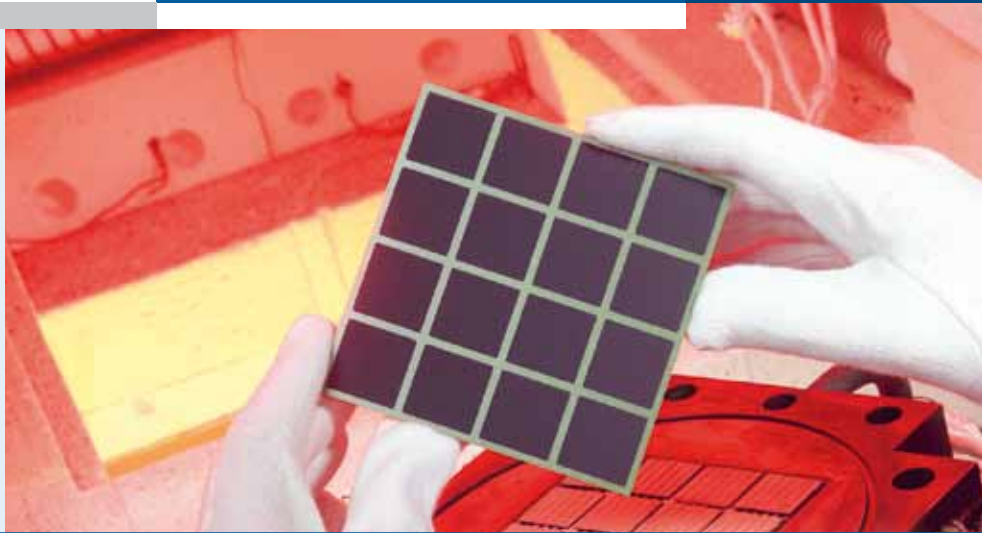
Seit ihrer Einführung im Jahre 2001 – im Rahmen der Reform der Gemeinschaft – hat die Programmorientierte Förderung den Begutachtungsprozess zweimal durchlaufen. Es ist deutlich geworden, dass die Reform ihre Ziele erreicht und eine Vielzahl positiver Entwicklungen sowie die Dynamisierung der Forschungsinhalte gefördert oder sogar erst ermöglicht hat. Die Programmorientierte Förderung hat maßgeblich dazu beigetragen, dass die Zentren sich im Wettbewerb an strategischen Programmen ausgerichtet, miteinander vernetzt und ihr inhaltliches Profil geschärft haben. Unterstützt wird diese Dynamisierung durch die flexible Programmaufstellung. Sie ermöglicht eine Bündelung von Kompetenzen und Ressourcen zu einer vorteilhaften Bandbreite: von großen Programmen mit zahlreichen beteiligten Zentren bis hin zu kleinen Programmen mit nur einem beteiligten Zentrum (siehe Grafik).

Bereits die Programmaufstellung, aber auch ihre Umsetzung erfordern einen intensiven Dialog zwischen den Zentren und eine enge zentrumsübergreifende Zusammenarbeit. So werden die Ressourcen der Helmholtz-Zentren zielgerichtet gebündelt, die kritische Masse für Forschungsthemen erreicht und Synergie-Effekte realisiert. Einerseits führt dies dazu, dass übergeordnete strategische Initiativen entwickelt und die Zentren in

die Lage versetzt werden, sich – basierend auf den forschungspolitischen Vorgaben – regelmäßig neu auszurichten und stets die wichtigen und zukunftsweisenden Themen zu bearbeiten. Andererseits eröffnen sich neue Wege der Zusammenarbeit, die gemeinsame Investitionsplanungen und so den Aufbau und Betrieb komplexer, hoch anspruchsvoller Forschungsinfrastrukturen ermöglichen. So wird in exzellenter Weise die Mission und Verantwortung der Helmholtz-Gemeinschaft mit Leben erfüllt. Nur so können Fragestellungen hoher Komplexität untersucht, Systemlösungen entwickelt und Erkenntnisse in Anwendungen übersetzt werden.

Das im Rahmen der Programmorientierten Förderung eingeführte wissenschaftsadäquate Controlling sichert die transparente und standardisierte Darstellung von Kennzahlen und Entwicklungen aus der Forschung. Hiermit werden eine zuverlässige Fortschrittsverfolgung und durch die Einbeziehung externer Gutachtergremien der stete Vergleich mit anderen Einrichtungen im In- und Ausland möglich. Dieser außerordentlich wertvolle Zugewinn an Transparenz über Prozesse und Einsatz von Ressourcen nach innen und außen ist eine Grundvoraussetzung für die direkte Korrelierbarkeit von Mitteleinsatz und Ergebnis. Dies charakterisiert die Helmholtz-Gemeinschaft in der nationalen und internationalen Forschungslandschaft, aber auch im Dialog mit Politik und Gesellschaft.

Der Gemeinschaft ist es so gelungen, ihre Schlagkraft im nationalen und internationalen Kontext zu erhöhen. Sie konnte eine treibende Rolle als Architekt in bestimmten Forschungsbereichen sowie als Partner bei der Implementierung völlig neuer Kooperationsformen mit Hochschulen übernehmen und den Aufbau komplexer Infrastrukturen führend vorantreiben. Dies



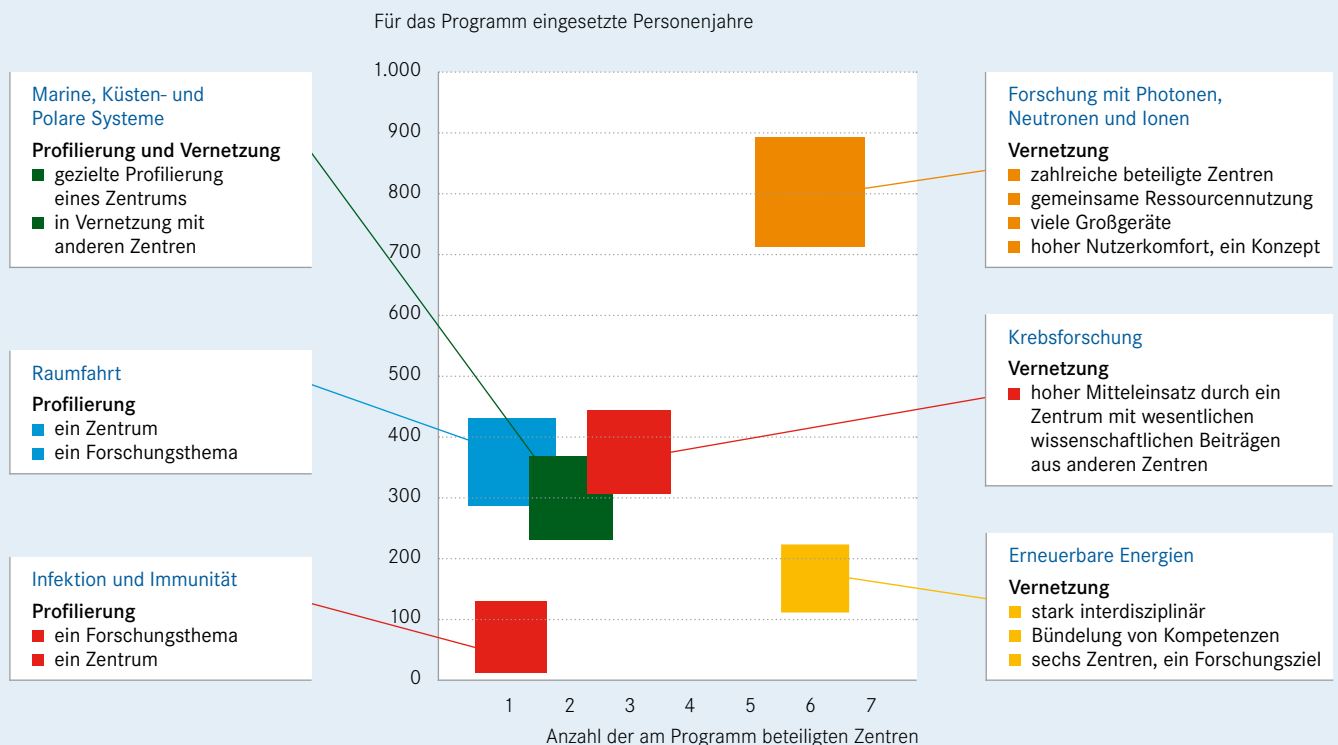
DURCH FORSCHUNG DIE EFFIZIENZ STEIGERN: HOCHTEMPERATUR-BRENNSTOFFZELLEN
NUTZEN CHEMISCHE ENERGIE ZUR STROMERZEUGUNG. Foto: DLR

stärkte signifikant die nationale und internationale Sichtbarkeit der Leistungskraft und Systemlösungskompetenz der Helmholtz-Gemeinschaft: Die Gemeinschaft tritt heute als exzellenter, interessanter und verlässlicher Partner im nationalen und internationalen Wissenschaftssystem insbesondere für internationale Großprojekte auf und geht sowohl modernisiert als auch gestärkt aus dem Prozess der Programmorientierten Förderung hervor. Seit der Einführung der Programmorientierten Förderung vor nunmehr zehn Jahren hat sich die nationale und internationa-

le Forschungslandschaft deutlich verändert. Vor diesem Hintergrund arbeitet die Helmholtz-Gemeinschaft derzeit an der Anpassung dieses Verfahrens an die komplexen, neu entstandenen Strukturen und Rahmenbedingungen im Einklang mit der Helmholtz-Mission. Da sich die strategische Programmatik mit ihren Leitmotiven „Wettbewerb“ und „Kooperation“ als äußerst wertvolles und effizientes Instrument erwiesen hat, strebt die Helmholtz-Gemeinschaft die Beibehaltung dieses Instruments in seinen Grundprinzipien an.

PROFILIERUNG UND VERNETZUNG

Das Verfahren der Programmaufstellung im Rahmen der Programmorientierten Förderung gewährleistet ein hohes Maß an Flexibilität.



Das Verfahren der Programmorientierten Förderung bietet einen flexiblen Rahmen, um für Forschungsthemen je nach Ausrichtung und Umfang die wirksamste Form der Vernetzung und Ressourcennutzung zu finden.

Mit Energie in die Zukunft

AKTUELLE PROJEKTE AUS DER HELMHOLTZ-FORSCHUNG



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

„Energie – ihre Bereitstellung, Nutzung und Kosten – steht an der Spitze der weltweiten Forschungsagenden, forciert durch den wachsenden Bedarf, begrenzte Ressourcen und steigendes Umweltbewusstsein. Es geht nicht nur um die Frage, ob die Versorgung zur Erhaltung des hohen Lebensstandards reicht, sondern auch um die Führungsposition auf dem Gebiet. Für Deutschland als Exportnation ist die Antwort auf diese Fragen enorm wichtig: Auf dem Energiesektor ist eine Revolution im Gange. Diejenigen, die den neuen Sektor beherrschen, werden nicht nur neue Arbeitsplätze schaffen, sondern auch hohen Profit erzielen. Der Energiesektor reagiert besonders schnell auf Innovationen. Diese entstehen letztendlich aus dem soliden Fundament der Grundlagenforschung und Entwicklung. Die Helmholtz-Gemeinschaft spielt eine Schlüsselrolle beim Aufbau dieses Fundaments – von den Bio-, Material- und Nuklearwissenschaften bis hin zur Elektronik und Informatik.“



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

„Der Zusammenhang zwischen Energie und Mobilität ist spätestens seit der CO₂-Diskussion in der Öffentlichkeit deutlich geworden. Die Helmholtz-Zentren arbeiten an verschiedenen Lösungen. Sie entwickeln neue Biokraftstoffe für konventionell angetriebene Fahrzeuge und bringen die Elektromobilität voran, dabei arbeiten sie auch an Technologien, um die Energieverteilung, -speicherung und -entnahme effizient zu gestalten. Die Politik ist hier zweifach gefordert: So muss die Forschung auf dem Gebiet der Energieerzeugung und speziell der Batterietechnik verstärkt werden. Gleichzeitig müssen wir auch in der Öffentlichkeit dafür werben, dass die elektrische Kilowattstunde für das Mobilitätsangebot in Deutschland im internationalen Vergleich bezahlbar bleibt.“



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

„Allergien sind auf dem Vormarsch und die Gesundheit des Menschen wird zunehmend auch durch Umweltfaktoren wie Feinstaub oder steigende Ozonwerte belastet. Die sind unter anderem Folgen der Mensch-Umwelt-Interaktion in einer industrialisierten Welt. Die resultierende globale Herausforderung für die Energie- und Gesundheitsforschung besteht heute darin, aus der Grundlagenforschung heraus mit innovativen Konzepten entgegenzusteuern. Einen zukunftsweisenden Ansatz bietet die Synthetische Biologie. Sie hat das Potenzial, die Energiegewinnung und die Biotechnologie zu revolutionieren.“



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

DIE AUFGABE

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

Das langfristige Ziel ist die vollständige Substitution der Energieträger, die einem begrenzten Zeithorizont unterliegen, mit Energieträgern, die nachhaltig, dauerhaft und klimaneutral nutzbar sind. Kurz- und mittelfristige Ziele schließen die Senkung des Energieverbrauchs durch rationelle Umwandlung und Nutzung, die Minderung der Importabhängigkeit in Deutsch-

land und in Europa, die Erforschung neuer Speichertechnologien, die Verminderung der Klima- und Umweltfolgen und die Sicherung spezieller Anforderungen in mobilen Anwendungen mit ein.

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

Der Energiebedarf heutiger und künftiger Generationen erfordert die Entwicklung neuer Technologien, aus denen wettbewerbsfähige Innovationen entstehen können. Mit dieser Zielsetzung loten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unter anderem die Potenziale von erneuerbaren Energiequellen wie Sonnenenergie, Biomasse oder Erdwärme aus. Sie arbeiten

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

Zusätzlich zu den vielfältigen Forschungsaktivitäten gibt es in der Helmholtz-Gemeinschaft strukturelle Entwicklungen, die die Energieforschung stärken. Der im Exzellenzwettbewerb des Bundes und der Länder erfolgreiche Zusammenschluss zwischen der Universität Karlsruhe und dem Forschungszentrum Karlsruhe zum Karlsruher Institut für Technologie, kurz KIT, hat unter anderem zur Gründung eines KIT-Zentrums Energie geführt, das sich zum führenden europäischen Zentrum in der Energieforschung entwickeln soll.

Ein erster großer Erfolg wurde bereits eingefahren: In einem harten europäischen Wettbewerb zur Einrichtung von so genannten Wissens- und Innovationsgemeinschaften (KICs) auf dem Gebiet der nachhaltigen Energieforschung wurde der vom KIT koordinierte Antrag KIC InnoEnergy – übrigens der einzige von einem deutschen Konsortium koordinierte Antrag unter den letzten sechs Bewerbern – vom Verwaltungsrat des Europäischen Instituts für Innovation und Technologie (EIT) zur Förderung ausgewählt.

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 neue Energielösungen zu erarbeiten. Schließlich wird die Solarenergieforschung durch ein vom Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie gemeinsam mit der Industrie und der TU Berlin gegründetes Kompetenzzentrum für Dünnschicht- und Nanotechnologie für Photovoltaik gestärkt.

DIE PROGRAMMSTRUKTUR IN DER FÖRDERPERIODE 2010–2014

Im Forschungsbereich Energie der Helmholtz-Gemeinschaft wirken derzeit sechs Helmholtz-Zentren zusammen: das Forschungszentrum Karlsruhe, seit 1. Oktober 2009 Karlsruher Institut für Technologie (KIT); das Forschungszentrum Jülich (FZJ); das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR); 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. Ab dem Jahr 2010 ist das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ ebenfalls im Energiebereich aktiv. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiteten bis 2010 in den vier Forschungsprogrammen Erneuerbare Energie, Rationelle Energieumwandlung, Kernfusion und Nukleare Sicherheitsforschung zusammen. Mit Beginn der zweiten Förderperiode 2010–2014 wurde das neue Programm Energiesystemanalyse als Teil des forschungsbereichsübergreifenden Programms Technologie, Innovation und Gesellschaft aufgenommen, das gemeinsam mit dem Forschungsbereich Schlüsseltechnologien (S. 54ff.) betrieben wird.

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

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

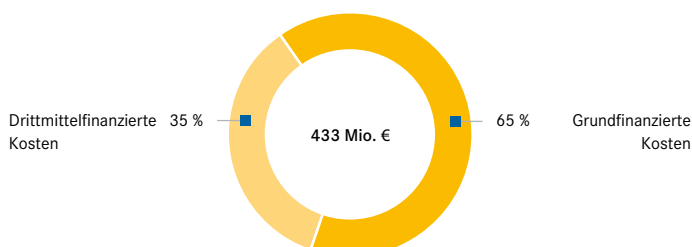
„Knapper werdende Ressourcen, Klimawandel und Bevölkerungswachstum stellen eindringliche Fragen an die zukünftige Energieversorgung. Einseitige Antworten bergen ein hohes Risiko. Die Forschung trägt hier in hohem Maß an Verantwortung. Die Helmholtz-Gemeinschaft leistet hierin einen weithin sichtbaren Beitrag, sowohl erneuerbare als auch langfristig nachhaltige Energiequellen zu erschließen.“



PROF. DR. HERMANN REQUARDT, Senator der Helmholtz-Gemeinschaft, Vorstandsmitglied der Siemens AG und CEO des Sektors Healthcare, CTO der Siemens AG und Leiter von Corporate Technology

Gesamtkosten des Forschungsbereichs Energie Ist-Kosten 2009: 433 Mio. Euro

(inkl. der anteiligen programmungebundenen Forschung)



DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2010–2014

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

Programmübergreifend ist geplant, eine Initiative zur Entwicklung von Energiespeichersystemen zu starten, die zwischen 2010 und 2014 mit insgesamt 12 Mio. Euro gefördert werden soll.

Das Programm Erneuerbare Energien

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

Der geologische Untergrund in Deutschland bietet das Potenzial, Wärme und Strom zu erzeugen. Die Geothermie-Forschung bündelt die Kompetenzen der beteiligten Zentren, um optimale technologische Lösungsansätze zu entwickeln. In Groß Schönebeck werden Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit geothermischer Stromerzeugung untersucht.

In der zweiten Generation wird die energetische Nutzung von Biomasse auf Basis thermo-chemischer Verfahren und der Bio-

gasproduktion nachhaltiger werden. Neue Möglichkeiten dafür eröffnet das am KIT entwickelte Bioliq-Verfahren, für das eine großtechnische Versuchsanlage errichtet wurde.

Das Programm Rationelle Energieumwandlung und -nutzung

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

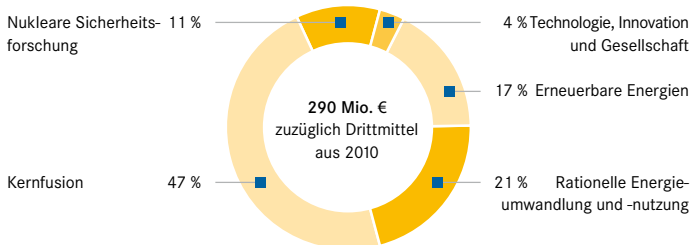
Die CO₂-Abtrennung aus Kraftwerken erfordert Forschung zu Gas-Trennverfahren und die Entwicklung neuer Konzepte, da die CO₂-Abtrennung nicht mit einem erhöhten Ressourcenverbrauch erkauft werden darf. Mittelfristig sind Lösungen zu erarbeiten, die eine Nachrüstung bestehender Kraftwerke ermöglichen. Forschungsziele im Bereich Brennstoffzellen sind die Erhöhung der Lebensdauer und Leistungsstärke, die Reduktion der Kosten sowie die Entwicklung neuer Verfahren zur Analyse von Alterungsmechanismen und für Qualitätssicherungsverfahren.

Die Entwicklung supraleitender Komponenten für Stromnetze kann dazu beitragen, die Verluste bei der Übertragung elektrischer Energie zu verringern. Um stochastische Energieströme wie Wind und Sonne voll zu nutzen, sind innovative Konzepte zur Energiespeicherung nötig.

Die Struktur des Forschungsbereichs Energie

Senatsempfehlung für die Grundfinanzierung 2010: 290 Mio. Euro

(inkl. der anteiligen programmgebundenen Forschung)



Zu den Diagrammen:

Im linken Diagramm sind die tatsächlich im Berichtsjahr 2009 eingesetzten Mittel für den Forschungsbereich Energie – unterteilt in grund- und drittmittelfinanzierte Kosten – abgebildet.

Im rechten Diagramm sind die vom Senat bewilligten grundfinanzierten Kosten für das Jahr 2010 dargestellt. Das Diagramm zeigt zusätzlich die Mittelverteilung auf die Programme der zweiten Runde der Programmorientierten Förderung. Ein Vergleich der aktuellen Zahlen mit den Darstellungen aus den Vorjahren ist nur bedingt möglich, da sich die Helmholtz-Zentren zum einen neu in ihrer Forschungsbereichs- und Programmstruktur aufgestellt haben. Zum anderen gibt es mit dem Beginn der zweiten Runde der Programmorientierten Förderung einen Wechsel von der differenzierten Budgetierung zwischen F&E- und Infrastrukturkosten zur Vollkostenrechnung.

Das Programm Kernfusion

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

Das Programm Nukleare Sicherheitsforschung

Das Programm Nukleare Sicherheitsforschung teilt sich in drei Programmenthemen auf: Sicherheit der Kernreaktoren, Sicherheit der nuklearen Entsorgung und Strahlenschutz.

Für das Thema Sicherheit der Kernreaktoren werden Arbeiten zur Reaktor- und Anlagenauslegung sowie zu Phänomenen und Prozessen bei Auslegungs- und auslegungsüberschreitenden Störfällen durchgeführt. Internationale Entwicklungen werden unter den Aspekten Reaktorsicherheit, neue Sicherheitskonzepte, neue Technologien und Minimierung des radioaktiven Abfalls untersucht und mitgestaltet sowie im Vergleich zu bestehenden Reaktoren bewertet.

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

Das Programm Technologie, Innovation und Gesellschaft

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

PROJEKTE

Karlsruher Institut für Technologie

STARKE TEILE AUS DEM KALTEN OFEN

Viele Bauteile von Flugzeugen und Fahrzeugkarosserien sind längst nicht mehr aus Stahl, sondern aus modernen Verbundwerkstoffen. Sie bestehen aus Karbon- oder Glasfasergeflechten, die mit Spezialharzen zu einem extrem belastbaren Material verbunden werden, das Crashtests standhält, Schwingungen elastisch abfedert und dabei federleicht ist. Und das spart Treibstoff. Allerdings müssen solche Leichtbauteile bislang noch in riesigen Öfen, so genannten Autoklaven, unter hohen Drücken und Temperaturen hergestellt werden, was viel Energie verbraucht. Doch das könnte sich ändern: Der Mikrowellenofen HEPHAISTOS, der am Karlsruher Institut für Technologie in enger Zusammenarbeit mit Industriepartnern entwickelt wurde, wird Leichtbauteile für die Industrie in beliebiger Form und Größe produzieren können und benötigt dafür, wie Vergleichsmessungen der EADS zeigten, nur etwa ein Fünftel der Energie im Vergleich zur herkömmlichen Herstellung im Autoklav.

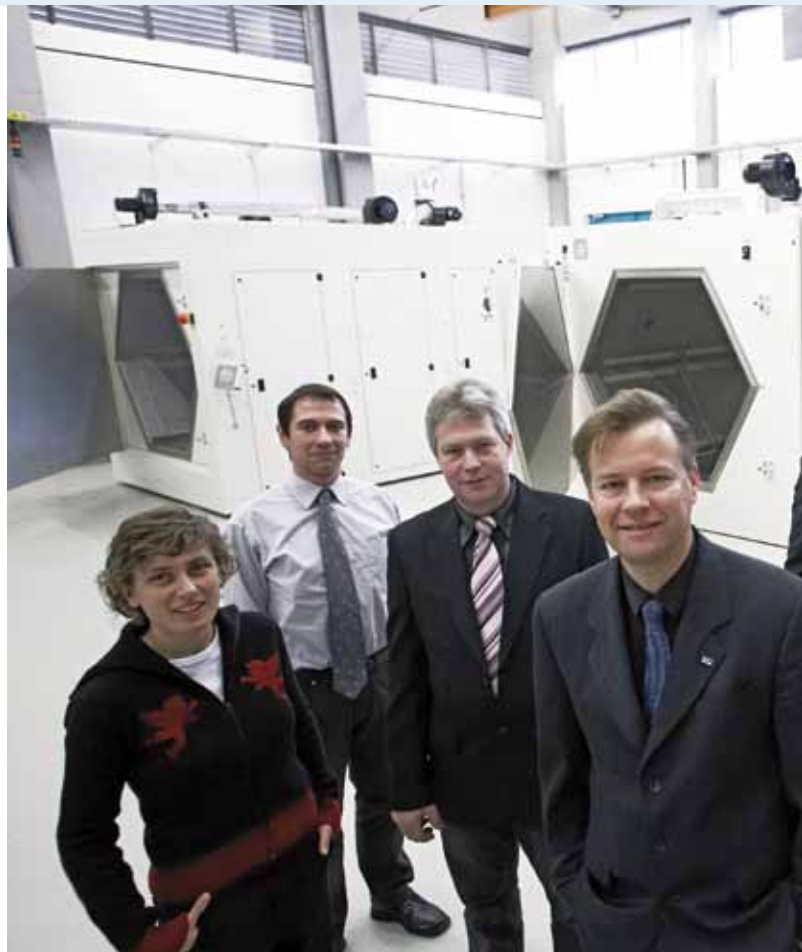
„Die Mikrowellen erhitzen eben gezielt nur diejenigen Teile, die auch warm werden sollen, nämlich die Leichtbaumaterialien und nur indirekt das Form gebende Werkzeug, nicht aber den Ofen selbst. Den kann man sogar noch anfassen, so kühl bleibt er“, erklärt der Projektleiter Dr. Lambert Feher vom Institut für Hochleistungsimpuls- und Mikrowellentechnik des KIT. „Das spart 80 Prozent der Energie und verbessert darüber hinaus sogar die Materialeigenschaften.“

Kern der Technik sind Mikrowellenkomponenten, wie sie auch in Haushalten verwendet werden. Sie sitzen an den Seiten von sechseckigen zylindrischen Modulen, die knapp zwei Meter im Durchmesser messen und einen Meter lang sind. Im größten Ofen der Versuchshalle sind drei Module aneinandergereiht, so dass Bauteile von bis zu drei Metern Länge aus einem Guss gefertigt werden können. Dabei entsteht im Inneren des Ofens ein nahezu homogenes Mikrowellenfeld, das sich nach Bedarf durch Ansteuerung der einzelnen Mikrowellensender

auf die Form des Bauteils hin optimieren lässt. „Die Mikrowellen übertragen ihre Energie zielgerichtet auf die Karbonfasern im Verbundmaterial und regen diese wie Antennen an. Dabei erwärmt sich ihre Oberfläche und sie verbinden sich rasch und viel besser mit der umgebenden Matrix aus Kunststoffharzen“, erklärt Feher. In einem konventionellen thermischen Ofen wird die Energie dagegen ausschließlich über Wärmeleitung übertragen, die bei Karbonfasern sehr niedrig ist. Die Leichtbauteile aus dem HEPHAISTOS-Ofen haben daher auch eine extrem gute Qualität: Härte und Scherfestigkeit sind höher, die verschiedenen Lagen sind enger miteinander verbunden und nehmen den Stoß besser auf, gleichzeitig sind sie elastischer.

LAMBERT FEHER:

„Die Mikrowellen erhitzen eben gezielt nur diejenigen Teile, die auch warm werden sollen.“



IN DER VERSUCHSHALLE AM KIT KANN DAS TEAM UM DR. LAMBERT FEHER (4. v.l.) MIT MEHREREN HEPHAISTOS-ÖFEN ARBEITEN. Foto: KIT

„Offenbar führt die Mikrowellentechnik dazu, dass die Vernetzung zwischen Fasergewebe und Harzmatrix verstärkt wird“, vermutet Feher. Was allerdings genau im Inneren des Materials geschieht, sei bislang noch nicht im Detail verstanden. „Grob gesagt stellen wir uns vor, dass die Mikrowellen die Aktivierungsenergien für bestimmte chemische Reaktionen senken und sie damit in Gang bringen.“

Während des Aushärtungsprozesses beobachten Feher und sein Team mit einer Wärmekamera, wie sich die Wärme in den meist komplex geformten Bauteilen ausbrei-

tet. Optimal ist eine gleichmäßige Erwärmung, die sich bei der Hephaistos-Technik durch programmierte Ansteuerung der Felder erreichen lässt, ein weiterer Vorteil gegenüber konventionellen thermischen Öfen.

Eine zusätzliche Förderung durch ein BMBF-Projekt von 2006–2011 ermöglicht es dem KIT-Team, der Hephaistos-Technologie den letzten Schliff zu geben und hat vor allem ausreichend starke Partner aus der Industrie mit an Bord geholt: Dazu zählen die Luft- und Raumfahrtunternehmen EADS und GKN Aerospace, die Chemiekonzerne BASF und Hexion, der Fahrzeughersteller Porsche, sowie die Composite-Hersteller SGL Brakes und Fritzmeier Composites. Am Versuchszentrum am KIT sind



weitere große Hephaistos-Öfen in Planung, die auch sehr große Bauteile für die Luftfahrt fertigen können. „Wir haben die Technologie soweit entwickelt, dass sie nun von der Industrie übernommen werden kann“, sagt Feher. Und das funktioniert auch: So hat die Firma GKN Aerospace Anfang 2010 in München bereits eine Großanlage als erster Industriekunde aufgebaut. Doch auch in der Forschung bleibt noch viel zu tun: Nicht nur die Frage, was eigentlich genau die Mikrowellenstrahlung im Verbundmaterial bewirkt, sondern auch die Optimierung des gesamten Prozesses stehen noch auf dem Programm. So sind die Berechnungen zur Ansteuerung der Mikrowellensender noch sehr anspruchsvoll: „Unser nächstes Ziel ist, die Ansteuerung der Mikrowellenfelder noch zu verfeinern, damit wir auch sehr dicke und asymmetrische Teile gleichmäßig prozessieren können“, sagt Feher.

ANTONIA RÖTGER

Helmholtz-Zentrum Potsdam
Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ

STILLE RESERVEN

Unter Europas Energieexperten macht ein neuer Begriff die Runde: „Shale Gas“ könnte man mit „Schiefergas“ ins Deutsche übersetzen. Gemeint ist damit Erdgas, das in dichten Tongesteinen uralter Ablagerungen steckt, mit den üblichen

Methoden aber nicht gefördert werden kann. Diese lange bekannten Gasvorkommen können erst seit wenigen Jahren wirtschaftlich genutzt werden. Ihr Einsatz ist auch deshalb sinnvoll, weil der Umbau auf nachhaltige Energiequellen noch viele Jahre dauern wird, in denen weiter fossile Brennstoffe verwendet werden. Die erste Wahl ist dann Erdgas, weil es die gleiche Nutzenergie mit 40 bis 50 Prozent weniger des Klimagases Kohlendioxid liefert als Kohle.

KLIMAFREUNDLICHER ALS KOHLE

Schiefergas emittiert bei gleicher Nutzenergie 40 bis 50 Prozent weniger Kohlendioxid als Kohle.

In den USA stammt heute fast jeder zehnte Erdgas-Kubikmeter aus solchen Gesteinen. Europa hinkt da noch weit hinterher. Erst im Jahr 2009 starteten zwei Forschungsvorhaben: Professor Dr. Brian Horsfield vom GFZ leitet „Gas Shales in Europe“ (GASH) und GFZ-Wissenschaftler Dr. Hans-Martin Schulz koordiniert das Kernthema „Shale Gas“ im Rahmen des Verbundvorhabens GeoEnergie. „Wir untersuchen in diesen Projekten, wie sich Schiefergas bildet und wie typische Lagerstätten in Europa aussehen“, erklärt Hans-Martin Schulz. Vermutlich gibt es eine ganze Reihe solcher Lagerstätten in England, Polen und Schweden, dem Wiener Becken sowie in Niedersachsen und Süddeutschland.

Erschlossen werden die Vorräte dann durch eine senkrechte Bohrung. Erreicht der Bohrmeißel die Ergasschicht, dreht er in die Horizontale und bohrt unter Umständen einige Kilometer waagrecht weiter. Dann wird Wasser in die Schicht gedrückt, das Spalten im Gestein öffnet, die von Quarzkügelchen in der Lösung dauerhaft stabilisiert werden. Aus diesen Spalten kann das Erdgas dann entweichen.

ROLAND KNAUER

JURA-TONSTEINE AN DER KÜSTE ENGLANDS SIND ÄHNLICH AUFGEBAUT WIE SHALE GAS-SYSTEME IM UNTERGRUND. Foto: TU Clausthal





DIE DLR-EXPERTEN KÖNNEN HIER AN EINEM VARIABLEN SPEICHERTESTSTAND MIT AUSTAUSCHBAREM INNENBEHÄLTER NEUE KONZEPTE ERPROBEN. Foto: DLR

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

SALZ, BETON UND DRUCKLUFT: SPEICHER LIEFERN ENERGIE AUF WUNSCH

Solar- und Windkraftwerke richten sich selten genau nach dem Bedarf der Stromkunden. Daher sind günstige und effiziente Energiespeicher der Schlüssel für eine zuverlässige Versorgung mit regenerativ erzeugtem Strom. Forscher des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) entwickeln Wärme- und Druckluftspeicher für die Energieversorgung der Zukunft.

„Für unsere Speichertechnologien sehen wir drei Anwendungsfelder“, sagt Dr. Rainer Tamme, Abteilungsleiter am DLR-Institut für Technische Thermodynamik in Stuttgart. Konventionelle Gaskraftwerke könnten mithilfe von Wärmespeichern flexibler und damit effizienter betrieben werden. Unter hohem Druck in unterirdische Hohlräume gepresste Luft eignet sich, um Erzeugungsspitzen von Windparks zu glätten. Und schließlich sichern Wärmespeicher die Stromproduktion von Solarkraftwerken über viele Nachtstunden.

Solche Wärmespeicher lösen schon heute in ersten Solarthermiekraftwerken das Speicherproblem. So werden nahe der spanischen Stadt Granada in den Anlagen Andasol 1 und 2 tagsüber über 28.000 Tonnen flüssige Salze – eine Mischung aus Kalium- und Natriumnitrat – auf knapp 400 Grad Celsius aufgeheizt.

RAINER TAMME:

„Speichertechnologien machen Gaskraftwerke effizienter, glätten Erzeugungsspitzen von Windparks und sichern den Strom von Solarkraftwerken über die Nacht.“

Die Salze speichern die Sonnenwärme effizient genug, um nach Sonnenuntergang noch bis zu sieben Stunden die Dampfturbinen anzutreiben. „Solche flüssigen Salze haben allerdings den Nachteil, dass sie hohe Kosten verursachen und bei 220 Grad fest und damit nutzlos werden“, sagt Tamme.

Auf dem Gelände in Stuttgart und auf der Plataforma Solar de Almería in Spanien arbeiten die DLR-Wissenschaftler bereits an einer günstigeren Alternative: Beton, der auf bis zu 400 Grad aufgeheizt werden kann. „Die festen Blöcke können auch mal abkühlen, ohne Schaden zu nehmen“, sagt Speicherexperte Dörte Laing. Im Prinzip steht diese Technologie schon zur Verfügung und wartet darauf, von der Industrie aufgegriffen zu werden.

Erst noch im Praxistest beweisen müssen sich dagegen so genannte Phasenwechselspeicher. Sie bestehen wieder aus vielen Tonnen Salz, nämlich aus Natriumnitrat. Doch dürfen diese Mengen im Unterschied zu den flüssigen

Salzen auch ihre Phase wechseln, das heißt erstarren. Zwar sinkt dabei die Transportfähigkeit für Wärme so sehr, dass sich das Salz nur schwer wieder verflüssigen lässt. Doch zahlreiche Aluminiumrippen, die das Salzreservoir durchziehen, können diesen Nachteil ausgleichen. Wie gut dieses Prinzip zur Wärmespeicherung tatsächlich funktioniert, muss dieses Jahr ein Speicher mit 14 Tonnen Nitratsalz in einem Kraftwerk des spanischen Stromversorgers Endesa in Carboneras unter Beweis stellen. „Das ist der derzeit größte Phasenwechselspeicher der Welt und bis Ende des Jahres erwarten wir Ergebnisse“, sagt Laing.

Für Windkraftwerke spielen diese Wärmereservoirs nur eine Nebenrolle. Denn sie liefern bereits nutzbaren Strom. Damit überschüssige Kilowattstunden in Starkwindphasen nicht verloren gehen, sollen sie Druckluftpumpen antreiben. Diese pressen komprimierte Luft in unterirdische Hohlräume wie beispielsweise Salzkavernen. Steigt der Strombedarf, kann die Luft wieder ausströmen und die Turbinenräder von Generatoren in Drehung versetzen. Zusammen mit RWE, General Electric (GE) und der Ed. Züblin AG wird das DLR bis 2013 einen Druckluftspeicher mit einer elektrischen Leistung von bis zu 200 Megawatt bauen. Der „Adiabate Druckluftspeicher für die Elektrizitätsversorgung“, kurz Adele, soll die Stromproduktion von bis zu 40 Windrädern für fünf Stunden zwischenspeichern können.

Trivial ist das Komprimieren und Entweichen von Druckluft jedoch nicht. Denn beim Verdichten heizt sich die Luft auf über 600 Grad auf. Umgekehrt kühlt sie sich beim Ausströmen ab. Ein hoher Wirkungsgrad des Druckluftspeichers von etwa 70 Prozent lässt sich nur erreichen, wenn die Verdichtungswärme ebenfalls gespeichert wird und später die ausströmende Luft erwärmen kann. Und genau an diesem Punkt wird „Adele“ von der großen Erfahrung des DLR auf dem Gebiet der Wärmespeicher profitieren.

JAN-OLIVER LÖFKEN

Forschungszentrum Jülich

SIEBE FÜR DAS KOHLENDIOXID

Fossile Kraftwerke werden voraussichtlich noch lange Zeit ein Grundpfeiler der weltweiten Energieversorgung sein. Als wichtiges Element im Kampf gegen den Klimawandel könnte sich daher die Abtrennung und Speicherung von Kohlendioxid aus den Abgasen von Kohle- oder Gaskraftwerken erweisen. Damit dies mit möglichst geringem Energieaufwand gelingen kann, entwickeln Forscher in der Helmholtz-Allianz MEM-BRAIN unter Federführung des Forschungszentrums Jülich Membranen aus Polymer- und Keramikmaterialien. Dabei haben sie frühzeitig

STEFAN BAUMANN:

„Mittlerweile ist der Demonstrator schon über 1.000 Stunden gelaufen. So können wir testen, ob die Materialien auch unter den harten Bedingungen im Kraftwerk stabil bleiben.“

auch die wirtschaftlichen Aspekte im Blick und entwerfen Lösungen, die unter Kraftwerksbedingungen funktionieren. Ein Ansatz ist das so genannte Oxyfuel-Verfahren, bei dem die Verbrennung der Kohle in reinem Sauerstoff stattfindet. Dadurch enthalten die Abgase einen sehr hohen Anteil CO_2 , der sehr viel leichter abgeschieden werden kann. Dafür müssen sie jedoch zunächst Luft in Stickstoff und Sauerstoff trennen,

um den Sauerstoff aus der Luft zu gewinnen. Zu diesem Zweck haben die Jülicher Forscher keramische Membranen entwickelt und gemeinsam mit Kollegen vom Fraunhofer IKTS eine erste Demonstratoranlage gebaut. Den Keramik-Spezialisten gelang es, aus dem pulverförmigen Ausgangsmaterial daumendicke dünnwandige Röhrchen herzustellen. Pumpt man nun die Luft aus den Röhrchen, strömt durch die keramischen Wände ausschließlich Sauerstoff ins Innere. Diese Konstruktion ist von einem Ofen umgeben, der Temperaturen wie während des realen Kraftwerkprozesses erzeugt.

„Mittlerweile ist der Demonstrator schon über eintausend Stunden gelaufen“, resümiert Dr. Stefan Baumann vom Forschungszentrum Jülich. „So können wir testen, ob die Materialien auch unter den harten Bedingungen im Kraftwerk auf lange Sicht stabil bleiben.“ Unterdessen optimieren die Materialforscher die Keramik weiter. Durch chemische Zusätze gelang es beispielsweise, den Temperaturbereich zu vergrößern, in dem die Membran stabil ist und Sauerstoff optimal durchlässt.

UTA DEFFKE



DIE RÖHREN AUS KERAMIK-MEMBRANEN DER DEMONSTRATORANLAGE LASSEN NUR REINEN SAUERSTOFF PASSIEREN.
Foto: Fraunhofer IKTS

Max-Planck-Institut für Plasmaphysik

WENDELSTEIN 7-X SCHREITET VORAN

Einer der wichtigsten Industrienaufträge zum Bau der Fusionsanlage Wendelstein 7-X wurde im Mai 2010 abgeschlossen: die Herstellung der fünfzig supraleitenden Magnetspulen. Der Auftrag für dieses technologische Kernstück des Experiments, das zurzeit im Teilinstitut Greifswald des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik (IPP) entsteht, war die bisher größte Einzelbeschaffung in der Geschichte des Instituts. „Auch alle anderen Hauptkomponenten sind fertig“, sagt Professor Dr. Robert Wolf: „Die Herstellungsphase ist damit beendet, der Zusammenbau des Großexperiments in vollem Gange“.

Neben den fünfzig übermannsgroßen, supraleitenden Magnetspulen sowie zwanzig Zusatzspulen, die den magnetischen Käfig für das Plasma erzeugen, sind auch alle übrigen Bauteile im IPP beisammen: die massive Stützstruktur, von der die Spulen in Position gehalten werden, die zwanzig Teile des Plasmagefäßes

ROBERT WOLF:

„Verläuft alles weiterhin nach Plan, wird Wendelstein 7-X in rund vier Jahren fertig montiert sein und in Betrieb gehen.“

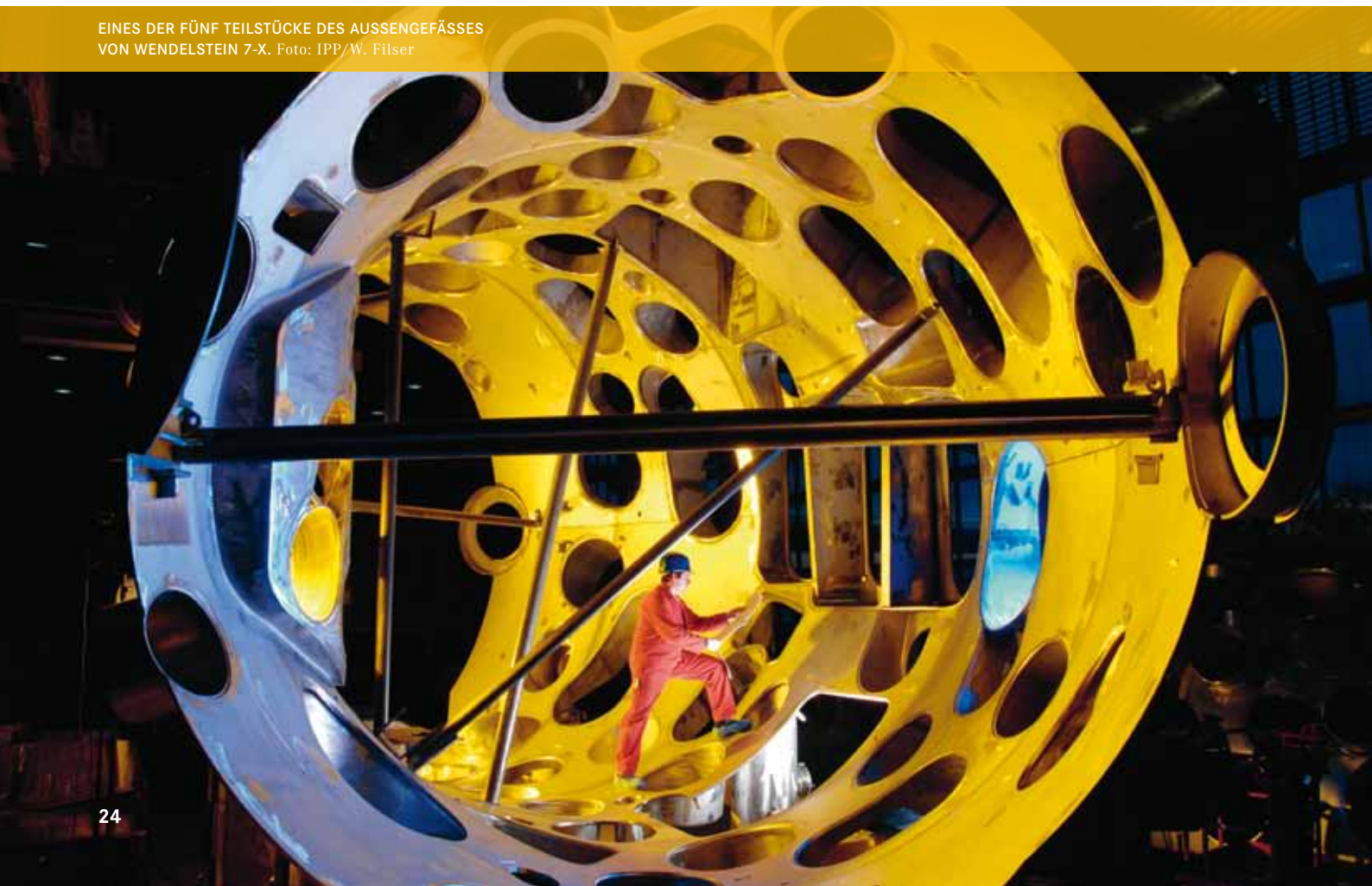
und seine über 250 Gefäßstützen sowie schließlich die zehn Teilstücke des Außengefäßes – je 14 Tonnen schwere stählerne Halbschalen. Zusammengesetzt werden sie einen ringförmigen Schlauch von 16 Metern Durchmesser bilden. In ihrem 4,4 Meter weiten Inneren umschließt diese wärmeisolierende Kühlbox später den gesamten, auf Tieftemperatur abgekühlten Spulenkranz, in dessen Innenraum wiederum das Plasmagefäß mit dem viele Millionen Grad heißen Plasma liegt.

Wendelstein 7-X, die nach der Fertigstellung weltweit modernste Fusionsanlage vom Typ Stellarator, soll die Kraftwerkseignung dieses Bautyps untersuchen, insbesondere seine Fähigkeit zum Dauerbetrieb. Ziel ist

ein Kraftwerk, das – ähnlich wie die Sonne – aus der Verschmelzung von Atomkernen Energie gewinnt. Dazu muss es gelingen, den Brennstoff, ein Wasserstoffplasma, in Magnetfeldern einzuschließen und auf Temperaturen von über hundert Millionen Grad aufzuheizen.

„Beim Aufbau werden die Einzelteile der Stellaratoranlage zunächst zu fünf nahezu baugleichen Modulen vormontiert“, erklärt Robert Wolf: „Sie werden dann in der Experimentierhalle

EINES DER FÜNF TEILSTÜCKE DES AUSSENGEFÄSSES
VON WENDELSTEIN 7-X. Foto: IPP/W. Filser



kreisförmig zusammengesetzt“. Inzwischen wird an allen fünf Modulen zugleich gearbeitet; zwei sind bereits fertig gestellt und stehen an ihrer endgültigen Stelle auf dem Maschinenfundament.

„Begonnen hat alles parallel auf zwei Vormontageständen“, erläutert Robert Wolf, „wo ein Spezialgreifer je eine der sechs Tonnen schweren Magnetspulen vorsichtig über nur Millimeter breite Zwischenräume auf je ein Teilstück des Plasmagefäßes gefädelt hat. Dann konnte man jeweils einen zweiten Plasmagefäß-Sektor anschweißen und die Wärmeisolation an der Nahtstelle schließen. Diese Superisolation trennt die tiefkalten Magnetspulen von ihrer warmen Umgebung. Anschließend wurden je sechs weitere Spulen auf das Gefäßstück gefädelt, ausgerichtet und mit je einem Segment des Tragrings verschraubt. Nach vielen Kontrollvermessungen waren dann die ersten beiden Halbmodule fertig und wurden gemeinsam in einen dritten Montagestand gehoben“.

Während in den leer gewordenen Montageständen die nächsten zwei Halbmodule entstanden, wurden im dritten Montagestand die Modulhälften miteinander verbunden. Nun wurden die Leiter für die elektrische Verschaltung der Spulen angebaut – „ein recht schwieriger Arbeitsgang“, so Robert Wolf.

Die steifen, meterlangen Supraleiter, die im Forschungszentrum Jülich für den Einbau vorbereitet werden, sind bereits in die richtige Form gebogen. Parallel dazu lief – auf mittlerweile engstem Raum – die Verrohrung für die Helium-Kühlung der Spulen. „Alles war auf Leckdichtigkeit zu prüfen. Dann waren noch Sensoren und Messkabel zu verlegen, bevor das erste und danach das zweite Modul den Montagestand Richtung Halle verlassen konnte“, erinnert sich Wolf.

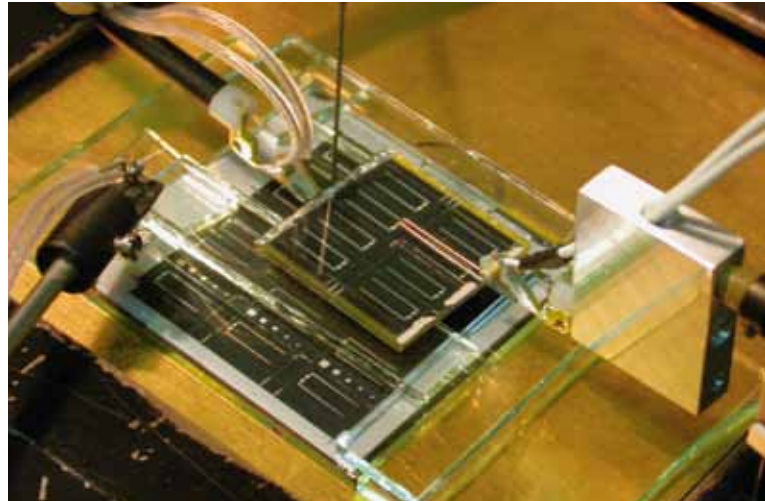
Während sich diese Arbeitsschritte nun für die restlichen Module wiederholen, werden die bereits fertigen Module in der Halle mit ihrer Außenhülle umschlossen und mit je 50 Stützen versehen, die Plasma- und Außengefäß durch den kalten Spulenbereich hindurch verbinden. Sind schließlich alle Module auf dem Maschinenfundament miteinander zu einem Ring verbunden, folgen die Inneneinbauten im Plasmagefäß. Parallel dazu werden die Systeme zum Aufheizen des Plasmas aufgebaut, darunter die federführend vom Karlsruher Zentrum für Technologie betreute Mikrowellenheizung, die Versorgungseinrichtungen für elektrische Energie und Kühlung, die Maschinensteuerung sowie die zahlreichen Messgeräte, die das Verhalten des Plasmas diagnostizieren sollen. Robert Wolf: „Verläuft alles weiterhin nach Plan, wird Wendelstein 7-X in rund vier Jahren fertig montiert sein und in Betrieb gehen“.

ISABELLA MILCH

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie

MEHR LICHT FÜR TANDEMZELLEN

Eine Solarzelle nutzt immer nur einen Teil des Sonnenspektrums, setzt also nur ganz bestimmte Farben (Frequenzen) in Strom um. Was liegt also näher, als unterschiedliche Solarzellen aufeinander



DIE BEIDEN EINZELZELLEN WERDEN ZURZEIT IM LABOR NOCH MECHANISCH ZU EINER TANDEMZELLE AUF EINANDER GESTAPELT. Foto: HZB/M. Schmid

zu stapeln, um einen größeren Anteil des Lichts in Strom umzuwandeln? Dieser Ansatz wird beim Bau von Tandemzellen verfolgt, die aus einer Topzelle und einer Bottomzelle bestehen. Dabei werden bestimmte Farben des Lichts bereits von der oberen Solarzelle absorbiert und in elektrischen Strom umgewandelt, während die Bottomzelle die anderen Farbanteile verwertet.

MARTINA SCHMID:

„Wenn man noch die elektrischen Eigenschaften der Topzelle optimieren würde, wären Wirkungsgrade von über 20 Prozent denkbar.“

In der Praxis zeigt sich aber, dass die Topzelle zu wenig Licht nach unten durchlässt, und das gilt auch für die Frequenzen, die in der Topzelle selbst gar nicht zur Stromerzeugung genutzt werden können. Eine deutliche Verbesserung hat nun Dr. Martina Schmid aus dem Team von Professor Dr. Martha-Christina Lux-Steiner am HZB erreicht: In ihrer Doktorarbeit zum optimalen Aufbau von Chalkopyrit-Tandemsolarzellen hatte sie ein optisches Modell dieser Stapelzelle entwickelt und berechnet, wo welche Verluste auftreten. Dieses Modell ermöglichte es im Anschluss, den Aufbau und die Schichtdicken der Tandemzelle zu optimieren, so dass die Transparenz der Topzelle von 60 Prozent auf 80 Prozent anstieg. Dadurch könnte der Wirkungsgrad der gesamten Tandemzelle auf über 10 Prozent steigen. Bislang waren nur 8,5 Prozent erreichbar. „Wenn man nun noch die elektrischen Eigenschaften der Topzelle optimieren würde, zum Beispiel durch Verbesserungen beim Material, dann wären Wirkungsgrade von über 20 Prozent denkbar“, sagt Schmid. Die Physikerin arbeitet jetzt daran, die Absorption spezieller Frequenzbereiche und deren Umsetzung in elektrischen Strom mit Hilfe von eigens aufgetragenen Nanostrukturen zu verstärken.

ANTONIA RÖTGER

DIE IN JÜLICH ENTWICKELTEN SOFC-ZELLEN
LASSEN SICH ZU EINEM „STACK“ STAPELN
UND LIEFERN 250 W LEISTUNG BEI 700°C.
Foto: Forschungszentrum Jülich

Forschungszentrum Jülich

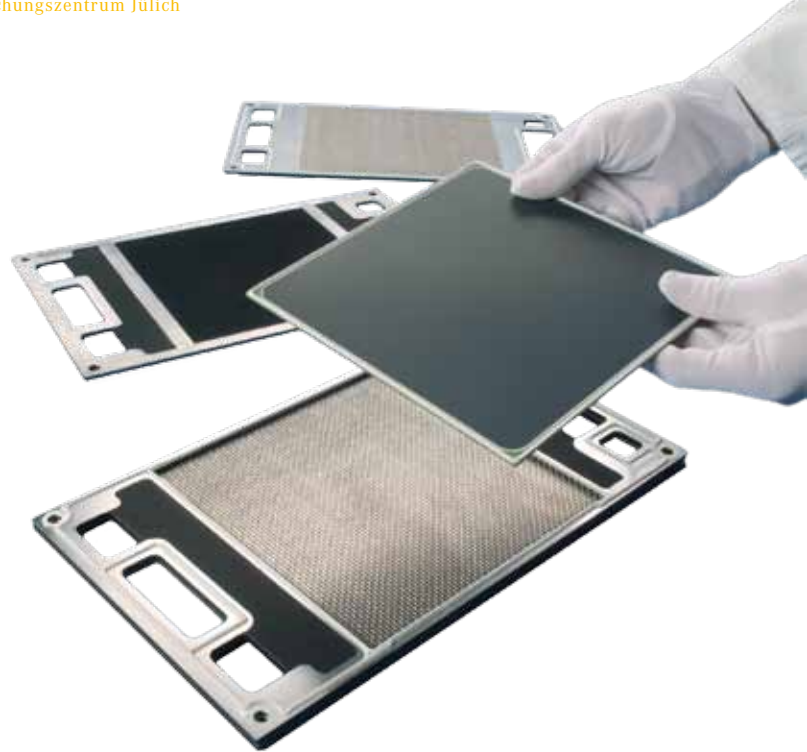
BRENNSTOFFZELLE IM DAUERLAUF

Sie läuft und läuft und läuft. Mit 25.000 Stunden hat die Jülicher Hochtemperatur-Brennstoffzelle im Juni 2010 einen neuen Langlauf-Weltrekord erreicht. Gute Voraussetzungen, um künftig nicht nur Autos oder Laptops mit Strom zu versorgen, sondern auch Eigenheime und industrielle Prozesse. Denn Brennstoffzellen sind heiße Kandidaten für eine künftige, auch stärker dezentrale Energieversorgung. Sie haben hohe elektrische Wirkungsgrade von bis zu 60 Prozent und stoßen keine schädlichen Abgase aus. „Für die durchschnittlich 5.000 Stunden währende Lebensdauer eines Automotors sind Brennstoffzellen schon gerüstet, aber im Haushalt oder für industrielle Anwendungen sind häufig Lebensdauern von über 40.000 Stunden erwünscht und das erreichen sie noch nicht“, sagt Dr. Robert Steinberger-Wilckens, Leiter des Projekts Brennstoffzelle am Forschungszentrum Jülich. Brennstoffzellen gewinnen elektrischen Strom aus der Ladungstrennung von Wasserstoff und Sauerstoff an speziell beschichteten Elektroden und der anschließenden Reaktion des positiv geladenen Wasserstoffs mit dem negativ geladenen Sauerstoff zu Wasser. Ähnlich wie eine Batterie büßen auch diese elektrochemischen Energiewandler mit der Zeit an Leistungsfähigkeit ein, unter anderem weil die Reaktionsfreudigkeit der Oberflächen nachlässt. Am Forschungszentrum Jülich wird an Brennstoffzellen geforscht, die bei hohen Temperaturen arbeiten. Dabei ist der Elektrolyt nicht flüssig, sondern besteht aus einer keramischen Membranschicht zwischen den Elektroden. Sie lässt die negativ geladenen Sauerstoffteilchen erst bei Temperaturen von 600 bis 1.000 Grad Celsius von der einen zur anderen Elektrode passieren. Die Hochtemperaturzellen haben höhere Wirkungsgrade und die hohen Temperaturen lassen sich mit Hilfe von Kraft-Wärme-Kopplung für weitere Prozesse nutzen. Außerdem können sie mit verschiedenen Brennstoffen – neben Wasserstoff auch Erdgas oder Biogas – betrieben werden.

„Allerdings bringt die hohe Temperatur auch einige Herausforderungen mit sich, denn die Materialien altern schneller“, sagt Steinberger-Wilckens. Zum Beispiel büßt

die Keramik-Membran an Leitfähigkeit für Sauerstoff ein, weil sich die Kristallstruktur langsam verändert. Und die so genannten metallischen Interkonnectoren, die mehrere Zellen zu einem leistungsfähigeren Stack verbinden, oxidieren leichter und können Material abdampfen, das sich in den reaktiven Schichten ablagert und diese verstopft.

Um das zu verhindern, haben die Jülicher Forscher die Materialien entscheidend verbessert und damit die Voraussetzungen für ihren Langlaufrekord gelegt. Dank neu entwickelter Keramiken konnte die Betriebstemperatur gesenkt werden. Das



wiederum erlaubt es, billigeren Stahl für die Interkonnectoren einzusetzen. In enger Kooperation mit Industriepartnern wurden zwei Spezialstähle entwickelt, die die Zelle in Kombination mit optimierten Schutzschichten wesentlich robuster machen. Außerdem haben sie das gleiche Ausdehnungsverhalten wie Keramik, so dass beim Aufheizen nur geringe mechanische Spannungen entstehen. „Der Leistungsgewinn ist deutlich und ein großer Schritt in Richtung Anwendung“, resümiert Steinberger-Wilckens.

Soll die Brennstoffzelle tatsächlich einmal eine Hauptrolle bei der Energieversorgung spielen, so muss nicht nur der Betrieb reibungslos funktionieren. Es gilt auch, die Versorgung mit Brennstoff zu sichern. Hierfür kommen Wasserstoff aber auch Methan aus Erdgas, Biogas, Klär- oder Deponiegas oder Dieselreformate in Frage. Als Hauptproblem erweisen

BRENNSTOFFZELLEN

Hochtemperaturbrennstoffzellen sind effizienter, altern aber schneller. Die Jülicher Forscher haben die Materialien und damit die Lebensdauer entscheidend verbessert.

sich die Speicherung des Wasserstoffs und der (Energie-) Aufwand bei der Herstellung des Brennstoffs.

Während PKWs künftig gänzlich mit Wasserstoff fahren könnten, werden viele LKWs, Schiffe oder Flugzeuge auf absehbare Zeit weiter mit fossilen Kraftstoffen angetrieben. Allerdings bieten sich Brennstoffzellen als effiziente Alternative zu Lichtmaschinen oder Generatoren an, um den Bordstrom für Kühlaggregate, Klimaanlage oder die Bordelektronik zu liefern. Hierfür können sie auch mit den bereits vorhandenen Kraftstoffen betrieben werden. Schlüssel dafür ist ein so genannter

Reformer, der aus LKW-Diesel oder Kerosin ein wasserstoffhaltiges Gas als Brennstoff für die Brennstoffzellen erzeugt. Jülicher Forscher um Dr. Ralf Peters haben dafür einen besonders effektiven und langlebigen Reformer entwickelt. Der Trick: Diesel wird in sehr feinen Tröpfchen in eine speziell geformte Kammer gesprüht und mit heißem Wasserdampf und Luft vermischt, bevor er – wie bei einem Autokatalysator – über eine reaktive Oberfläche geleitet wird, wo er sich in Wasserstoff, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid zerlegt. Um die Wasserstoffausbeute zu optimieren, haben die Forscher das komplexe Strömungsverhalten am Jülicher Supercomputer berechnet und so den innovativen Reformer entwickelt. Denn erst in Kombination mit solchen Elementen können Brennstoffzellen ihre vielseitigen Talente entfalten.

UTA DEFFKE

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ und Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ

MODELLE FÜR DIE ENERGIE AUS DER TIEFE

Wenn die GFZ-Forscher aus mehreren Kilometern Tiefe Erdwärme an die Oberfläche holen, um elektrischen Strom zu erzeugen und Heizenergie zu liefern, stoßen sie im Wortsinn in unbekannte Regionen vor. Niemand weiß genau, wie es in der Tiefe aussieht, welche Risse und Spalten es dort gibt und wie das Geothermie-Kraftwerk den Untergrund verändert. Solche Fragen aber interessieren nicht nur die Forscher, sondern auch Unternehmen. Diese wollen zum Beispiel wissen, ob am Bohrloch genug Erdwärme ankommt, um ein Kraftwerk rentabel betreiben zu können. Schließlich kostet ein Kilometer Bohrung

leicht eine Million Euro. Wichtig sind auch die Abschätzungen, wie groß das Risiko ist, dass die Bohrung und die dabei eingepresste Flüssigkeit Erschütterungen auslösen. Professor Dr. Olaf Kolditz und Dr. Uwe-Jens Görke von der Abteilung Umweltinformatik des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung – UFZ in Leipzig entwickeln daher mit ihren Kollegen Computermodelle, die solche Bohrungen und den Betrieb eines Geothermie-Kraftwerkes simulieren. „In das Modell geben wir den im Untergrund gemessenen Druck, Temperaturen und weitere Informationen ein“, erklärt Görke. Dazu kommen Daten über die in die Bohrung gepresste Flüssigkeit. Das Modell liefert dann Ergebnisse über mögliche Verschiebungen im Untergrund, aber auch Informationen über die Menge der zu erwartenden nutzbaren Energie und darüber, wie lange die Bohrung vermutlich Energie liefert, bevor die Umgebung in der Tiefe zu stark abkühlt.

COMPUTERMODELLE ZU GEOTHERMIE

Das Modell liefert Ergebnisse über mögliche Verschiebungen im Untergrund, aber auch Informationen über die Menge der zu erwartenden nutzbaren Energie.

„Diese Modelle gelten allgemein für Transportvorgänge im Untergrund“, betont Uwe-Jens Görke. Mit ihrer Hilfe lassen sich also nicht nur Geothermie-Kraftwerke simulieren. Sie können genauso untersuchen, wie sich das Treibhausgas Kohlendioxid in der Tiefe verhält, wenn es in zukünftigen Kraftwerken abgefangen und in unterirdische Gesteinsschichten gepresst wird, um den Klimawandel zu bremsen.

ROLAND KNAUER

UWE-JENS GÖRKE BESPRICHT MIT EINEM DOKTORANDEN DIE SIMULATION EINER GEOTHERMISCHEN BOHRUNG, DIE IM VISUALISIERUNGSRAUM DES UFZ AN DIE WAND PROJIZIERT WURDE. Foto: UFZ/André Künzelmann



BIOENERGIE KANN „BIO“ WERDEN

Aus Mais, Raps oder anderen Pflanzen kann Energie gewonnen werden, der großflächige Anbau von Energiepflanzen ist jedoch nicht automatisch umweltfreundlich. „Bioenergie wird in vielen Regionen der Erde eine Rolle spielen, aber es wird sehr darauf ankommen, wie diese Bioenergie gewonnen wird“, sagt

Dr. Daniela Thrän vom Department Bioenergie des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung – UFZ in Leipzig. Die UFZ-Forscher arbeiten dabei eng mit dem Deutschen Biomasse-Forschungszentrum zusammen und untersuchen, wie sich durch den

Anbau von Energiepflanzen die Böden und der Wasserhaushalt verändern und wie sich dies auf Landschaften und ihre Artenvielfalt auswirkt. Dabei schätzen sie auch die Klimagasbilanzen ab, bewerten die unterschiedlichen Nutzungstechnologien und ihre Märkte und arbeiten Empfehlungen für die Politik aus. So gehen durch riesige Anbauflächen zum Beispiel Lebensräume für Tiere und Pflanzen verloren und die Artenvielfalt schwindet gerade in landwirtschaftlich genutzten Regionen besonders schnell. Eine Lösung könnten breitere Streifen zwischen den Feldern sein, die mit Wildpflanzen und Bäumen genügend Rückzugsräume für Kleintiere bieten. Und das könnte sich auch finanziell lohnen, meint Thrän. Denn Holz

WIE UMWELTFREUNDLICH IST BIOENERGIE?

Es kommt darauf an, mehr Reststoffe zu nutzen, Dünger zu sparen und die regionalen Bedingungen zu beachten, um Böden und Wasserkreisläufe nicht zu belasten.

werde in Zukunft als Energieträger noch stärker nachgefragt, und auch der Wildwuchs am Ackerrand könnte im Prinzip gemäht und in Biogasanlagen verwertet werden. Die Mikrobiologen im Department Bioenergie arbeiten zum Beispiel daran, die bakteriellen Prozesse in Biogasanlagen so zu verbessern, dass sie ein weites Spektrum an pflanzlichen Reststoffen nutzen können. „Es ist wichtig, dass dies nicht nur in Hightech-Anlagen wie Bioliq am KIT gelingt, wo hochwertige Kraftstoffe produziert werden, sondern dass auch kleine Biogasanlagen

vor Ort Reststoffe zur Erzeugung von Strom und Wärme besser nutzen können“, erläutert Thrän. In Deutschland könnten Bioenergieträger in Zukunft etwa 15 Prozent des Primärenergiebedarfs decken, wobei Bioenergie so-

wohl bei der Produktion von Heizwärme und Strom als auch bei der Nutzung als Treibstoff Vorteile gegenüber fossilen Energieträgern bringt.

„Wir modellieren aber auch, wie sich der Stoffwechsel der Böden, die Kohlenstoffkreisläufe und das Wassermanagement durch den Anbau von Energiepflanzen verändern“, erklärt Thrän. Vorteile bringen zum Beispiel mehrjährige Energiepflanzen wie Hölzer oder Gräser oder Mischkulturen aus unterschiedlichen Pflanzen, die weniger Düngemittel benötigen als Nahrungsmittel. Denn Dünger wird mit hohem Energieaufwand hergestellt und verschlechtert die CO₂-Bilanz der Energiepflanzen.

BREITE STREIFEN ZWISCHEN DEN FELDERN BIETEN LEBENSÄUUME FÜR WILDTIERE UND PFLANZEN UND KÖNNTEN SICH AUCH WIRTSCHAFTLICH RENTIEREN, DA HOLZ IN ZUKUNFT ALS ENERGIEÄRÄGER STÄRKER GEFRAGT SEIN WIRD. Foto: UFZ





AUF DEM CAMPUS NORD DES KIT WIRD DIE BIOLIQ-PILOTANLAGE AUS STROH UND ANDEREN RESTSTOFFE ZUNÄCHST EIN ÖLÄHNLICHES VORPRODUKT UND DARAUS DANN MASSGESCHNEIDERTE DESIGNERKRAFTSTOFFE PRODUZIEREN. Foto: KIT

Die UFZ-Forscher um Thrän entwickeln ein Beratungswerkzeug, aus dem sich Empfehlungen für die Nutzung bestimmter Pflanzen für verschiedene Regionen und ihre speziellen Böden und klimatischen Bedingungen ableiten lassen. Mais braucht zum Beispiel regelmäßige Niederschläge und gerade in Mitteldeutschland könnte es im Lauf der nächsten Jahrzehnte deutlich trockener werden. „Unsere Forschungsergebnisse werden in neue gesetzliche Vorgaben und Förderbedingungen für den Anbau von Energiepflanzen einfließen“, hofft Thrän. Eine einheitliche Lösung für alle Regionen wird es dabei nicht geben, es kommt vielmehr darauf an, mehr als bisher vorhandene Reststoffe effizient zu nutzen und die Gegebenheiten vor Ort zu berücksichtigen, um Dünger zu sparen und Böden sowie Wasserkreisläufe nicht zu belasten. Dann aber kann Bioenergie sehr viel umweltfreundlicher werden.

ANTONIA RÖTGER

Karlsruher Institut für Technologie

STROH TANKEN

Pflanzliche Reststoffe wie Stroh oder Holzspäne lassen sich zu hochwertigen Treibstoffen verarbeiten, dies haben Forscher des KIT bereits vor einigen Jahren im kleintechnischen Maßstab gezeigt. Die Ökobilanz solcher Synthesekraftstoffe fällt erheblich besser aus als bei Treibstoffen aus Rapsöl oder anderen Energiepflanzen, für die eigene Anbauflächen reserviert, gedüngt und bewässert werden. In Zusammenarbeit mit Industriepartnern wie der Lurgi GmbH, MUT Advanced Heating GmbH aus

Jena und Chemieanlagenbau Chemnitz GmbH baut das KIT eine Pilotanlage auf, die nun kurz vor der Vollendung steht. Der bioliq®-Prozess besteht aus mehreren Schritten: Zunächst wird die trockene Biomasse in regional verteilten Anlagen durch Schnellpyrolyse zu einem ölähnlichen Zwischenprodukt mit hoher Energiedichte umgewandelt. Dieses Zwischenprodukt lässt sich leicht zur Weiterverarbeitung transportieren. In

NICOLAUS DAHMEN:

„Diese chemischen Bausteine lassen sich in der nächsten Stufe zu beliebigen Designerkraftstoffen zusammensetzen.“

späteren Großanlagen folgen weitere Schritte. Durch innovative Verfahren konnten in der bioliq®-Pilotanlage einige Schritte zu einer einzigen Prozessstufe zusammengefasst werden. In der Anlage wird das energiereiche Zwischenprodukt mit Hilfe eines Flugstromvergasers in ein hochreaktives Synthesegas aus Kohlenmonoxid- und Wasserstoffmolekülen umgewandelt. „Diese chemischen Bausteine lassen sich in der nächsten Stufe zu beliebigen Designerkraftstoffen zusammensetzen“, erläutert Dr. Nicolas Dahmen, Projektleiter für den Bau der bioliq-Anlage. „Die Pilotanlage wird 100 Liter Designerkraftstoff pro Stunde liefern können, das ist noch keine industrielle Größenordnung, erlaubt aber umfangreiche Kraftstoff- und Fahrzeugtests“, sagt Dahmen. Und die sind Voraussetzung dafür, dass das Verfahren breitere Anwendung finden kann.

ANTONIA RÖTGER

FORSCHUNGSBEREICH ERDE UND UMWELT



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

DIE AUFGABE

Menschen beeinflussen ihre Umwelt in ganz besonderem Ausmaß: Klimawandel, Artenschwund und andere problematische Entwicklungen sind bereits seit Jahrzehnten zu beobachten und wichtige Ressourcen wie Trinkwasser oder fruchtbare Böden drohen zu verknappen. In der Helmholtz-Gemeinschaft leisten wir daher Vorsorgeforschung. Die Erd- und Umweltforschung untersucht die grundlegenden Funktionen des Systems Erde und die Wechselwirkungen zwischen Gesellschaft und Natur und schafft damit eine solide Wissensbasis, um die menschlichen Lebensgrundlagen langfristig zu sichern. Es geht darum, die komplexen Veränderungen von Erde und Umwelt im Detail zu verstehen und Prognosen zu erarbeiten, so dass Entscheidungsträger in Politik und Gesellschaft wissenschaftlich fundierte Handlungsempfehlungen erhalten.

Die Vielfältigkeit der Fragestellungen erfordert eine effektive Nutzung der wissenschaftlichen Infrastruktur und neue Formen strategischer Forschungsverbünde innerhalb und über die Helmholtz-Gemeinschaft hinaus. Eine solche Kräftebündelung erfolgt national und international durch Kooperationen mit Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen wie beispielsweise über Virtuelle Institute sowie über die Fortentwicklung der Kooperation auf europäischer Ebene. Mit 18 derzeit laufenden Helmholtz-Virtuellen Instituten wird die exzellente

Verknüpfung der Forschung zwischen den einzelnen Zentren mit universitären Partnern unterstrichen. Dabei beteiligt sich der Forschungsbereich auch maßgeblich an zwei Exzellenzclustern: „The Ocean in the Earth System“ (Universität Bremen/AWI), „Integrated Climate System Analysis and Prediction“ (Universität Hamburg/GKSS) und einer Graduiertenschule „Global Change in the Marine Realm“ (Universität Bremen/AWI) des Exzellenz-Wettbewerbs der Bundesregierung, was die ausgezeichnete Zusammenarbeit mit universitären Partnern außerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft unterstreicht.

Ein neuer Forschungsverbund ist die Klimainitiative „Regionale Klimaänderungen“ (REKLIM). Sie bündelt die Kompetenzen verschiedener Helmholtz-Zentren in enger Kooperation mit Universitäten und außeruniversitären Arbeitsgruppen, um die regionalen Auswirkungen des globalen Klimawandels zu erforschen. Auch sozioökonomische Aspekte werden berücksichtigt, um konkrete Empfehlungen für eine nachhaltige Bewirtschaftung von Wäldern und Agrarflächen sowie für effizientes Wassermanagement zu erarbeiten. Die Klimainitiative arbeitet außerdem eng zusammen mit den regionalen Helmholtz-Klimabüros (Süd-, Mittel- und Norddeutschland, Polargebiete und Meeresspiegelanstieg) und dem neu gegründeten Climate Service Center als Kommunikationsplattformen für klimarelevante Fragen. Eine

weitere Initiative mit starker Einbindung universitärer Partner stellt die „Water Science Alliance“ dar, die die Kompetenzen in der Wasserforschung strategisch bündelt.

Von wachsender Bedeutung in der Helmholtz-Gemeinschaft sind Forschungsvorhaben, die auf internationaler Ebene zentren- und institutionsübergreifend sind. Die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren und die University of Alberta, Kanada, beabsichtigen insbesondere in den Forschungsbereichen Energie sowie Erde und Umwelt enger zusammen zu arbeiten. Dazu haben am 29. September 2009 der Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft, Prof. Dr. Jürgen Mlynek, und die Präsidentin der University of Alberta, Prof. Dr. Indira Samarasekera, im Beisein von Regierungsvertretern ein entsprechendes „Memorandum of Understanding“ unterzeichnet. Die für die nächsten Jahre geplante Zusammenarbeit beinhaltet Forschungsthemen wie die umweltverträgliche Nutzung von Ölsanden, die Abtrennung und geologische Speicherung von CO₂ (CCS), die Geothermie, die Gewässer- und Bodensanierung sowie die Rekultivierung und Landschaftsgestaltung. In die Initiative bringen neben dem Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ zunächst drei weitere Helmholtz-Zentren ihre Expertise ein: das Karlsruher Institut für Technologie, das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ und das Forschungszentrum Jülich. 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. Im Forschungsbereich Erde und Umwelt werden derzeit zwei Graduiertenschulen („Helmholtz Interdisciplinary Graduate School for Environmental Research“ am UFZ mit sechs universitären Partnern und „Helmholtz-Graduate School for Polar and Marine Research“ am AWI mit drei universitären Partnern), sowie die „Helmholtz Research School on Earth System Science“ (AWI mit zwei universitären Partnern) gefördert. Die Zahl der betreuten Doktoranden war mit 841 im Jahr 2009 so hoch wie nie zuvor. Des Weiteren befinden sich derzeit 15 Helmholtz-Nachwuchsgruppen mit Bezug zum Forschungsbereich in der Förderung.

DIE PROGRAMMSTRUKTUR IN DER FÖRDERPERIODE 2009–2013

Am Forschungsbereich Erde und Umwelt sind sieben Helmholtz-Zentren beteiligt: das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, das Forschungszentrum Jülich, das Karlsruher Institut für Technologie, das GKSS-Forschungszentrum Geesthacht, das Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, das Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ und das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Der Forschungsbereich bündelt seine Forschungsaktivitäten seit 2009 in vier Programmen:

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

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

Ein weiteres wichtiges Element ist der gemeinsame Aufbau und Betrieb von programmübergreifenden Infrastrukturen wie zum Beispiel das Forschungsflugzeug HALO oder die „Terrestrial Environmental Observatoria“ (TERENO). So werden beispielsweise bis zum Jahr 2010 in bis zu vier ausgewählten, für Deutschland repräsentativen Regionen terrestrische Observatorien als TERENO-Netzwerk auf der Basis bereits bestehender Forschungsstationen und Langzeitdatenreihen aufgebaut. Ein vergleichbarer Ansatz wird mit dem Beobachtungssystem COSYNA verfolgt, wo ein Langzeitbeobachtungssystem für zuerst die Deutsche Nordsee und später auch für arktische Küstengewässer aufgebaut wird, um eine synoptische Zustandsbeschreibung zu ermöglichen.

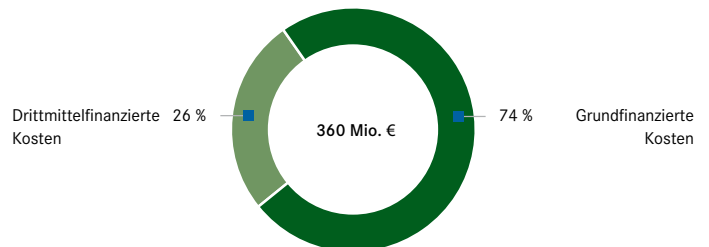
„Die weisen Worte von Lakota-Indianer Sitting Bull 'Wir haben die Erde nicht von unseren Vorfahren geerbt, wir haben sie von unseren Kindern geliehen', haben uns prophetisch dazu verpflichtet, durch Vorsorge- und Fürsorgeforschung unsere Erde und Umwelt soweit wie möglich zu schützen und unseren Kindern einen nachhaltigen Lebensraum zurückzugeben. Zu diesem Zweck sind Forschungsverbünde wie die Klimainitiative und die 'Water Science Alliance' ideale Plattformen für die Kompetenzstärkung der Helmholtz-Zentren sowie ihre Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Partnern.“



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

Gesamtkosten des Forschungsbereichs Erde und Umwelt Ist-Kosten 2009: 360 Mio. Euro

(inkl. der anteiligen programmungebundenen Forschung)



DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2009–2013

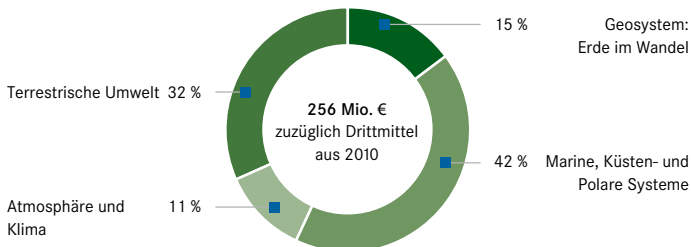
Das Programm Geosystem: Erde im Wandel

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

Das Programm Marine, Küsten- und Polare Systeme

Das Forschungsprogramm hat sich die Beobachtung gegenwärtiger Veränderungen der Ozeane, polarer Systeme und Küstenregionen zur Aufgabe gemacht insbesondere deren Bewertung vor dem Hintergrund vergangener Veränderungen. Hinsichtlich der Küstenregionen wird der Unterscheidung eines direkten menschlichen Einflusses von klimatischer Variabilität ein besonderes Augenmerk gewidmet. Diesem Ziel dient etwa der Aufbau eines umfassenden Beobachtungssystems in der Deutschen Bucht (COSYNA). In den Polarregionen werden besonders die global klimawirksamen und klimasteuernden Prozesse und Wechselwirkungen untersucht. Die weitere Entschlüsselung der Paläoumweltarchive im Verbund mit Prozessstudien wird verbesserte Schlussfolgerungen auf mögliche künftige Entwicklungen zulassen. Angestrebt wird die Erstellung eines Modell-Systems für mittelfristige Entwicklungen, welches die Kryosphäre, die Ozeane und die marine Bio- und Geo-Chemosphäre umfassen wird und in der Lage sein wird, Biodiversität sowie Flüsse von Energie und Materie in unterschiedlichen Raum- und Zeitskalen darzustellen. Eine Unterscheidung zwischen klimatischen Schwankungen und menschlichen Einflüssen im komplexen Gesamtsystem soll wissenschaftliche Grundlagen für Entscheidungsfindungen bereitstellen und dadurch die politische und gesellschaftliche Meinungsbildung unterstützen. Für die angestrebten Ziele ist generell die Kombination moderner Forschungsinfrastrukturen wie Messstationen, Schiffe, Flugzeuge und Polarstationen mit mathematischen Systemmodellen von ausschlaggebender Bedeutung.

Die Struktur des Forschungsbereichs Erde und Umwelt Senatsempfehlung für die Grundfinanzierung 2010: 256 Mio. Euro (inkl. der anteiligen programmungebundenen Forschung)



Zu den Diagrammen:

Im linken Diagramm sind die tatsächlich im Berichtsjahr 2009 eingesetzten Mittel für den Forschungsbereich Erde und Umwelt – unterteilt in grund- und drittmittelfinanzierte Kosten – abgebildet.

Im rechten Diagramm sind die vom Senat bewilligten grundfinanzierten Kosten für das Jahr 2010 dargestellt. Das Diagramm zeigt zusätzlich die Mittelverteilung auf die Programme der zweiten Runde der Programmorientierten Förderung. Ein Vergleich der aktuellen Zahlen mit den Darstellungen aus den Vorjahren ist nur bedingt möglich, da sich die Helmholtz-Zentren zum einen neu in ihrer Forschungsbereichs- und Programmstruktur aufgestellt haben. Zum anderen gibt es mit dem Beginn der zweiten Runde der Programmorientierten Förderung einen Wechsel von der differenzierten Budgetierung zwischen F&E- und Infrastrukturkosten zur Vollkostenrechnung.

Das Programm Atmosphäre und Klima

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

Das Programm Terrestrische Umwelt

Das Programm Terrestrische Umwelt zielt darauf ab, die Grundlagen für das menschliche Leben zu erhalten und Nutzungsoptionen für eine nachhaltige Inanspruchnahme von Ressourcen zu entwickeln. Dabei weist das Programm einen engen Bezug zum Klimawandel auf: Da der Klimawandel nicht allein durch

Vermeidung (Mitigation) von Treibhausgasemissionen gestoppt werden kann, sind zusätzlich Strategien zur Anpassung und zur Reduzierung der Verwundbarkeit unserer Ökosysteme (Adaptation) zu entwickeln. Dazu werden neue technische Lösungen in den Bereichen Agrar-, Bio-, Energie- und Umwelttechnologien konzipiert. Nutzungskonflikte im Spannungsfeld von Nahrungsmittelproduktion, Bioenergie und Naturschutz werden untersucht und Strategien zur Anpassung an den globalen Wandel auf regionaler Ebene entwickelt. Für eine nachhaltige Biomasseproduktion werden die Mechanismen analysiert, die für das Wachstum von Mikroben und Pflanzen entscheidend sind. Im Bereich der Wasserressourcensysteme wird ein neuartiger ökotechnologischer Ansatz zum Schutz und zur Bereitstellung qualitativ hochwertiger und quantitativ ausreichenden Wassers konzipiert. Ein vertieftes Prozessverständnis für Grundwassersysteme und die Analyse der Verletzlichkeit der Grundwasserkörper und ihrer natürlichen Reinigungspotenziale sollen die Einschätzung der Konsequenzen von Grundwasserbeeinträchtigungen für Mensch und Ökosystemstabilität ermöglichen. Für eine nachhaltige Chemikaliennutzung eröffnet ein genaueres Wissen um den Verbleib von Chemikalien in der Umwelt neue Möglichkeiten für risikoärmere Stoffe sowie problemspezifische Sanierungsstrategien für kontaminierte Megastandorte. Ergänzt werden die Forschungsarbeiten durch die Etablierung einer technologisch-methodischen Plattform für die Beobachtung, 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

EINMAL ARKTIS UND ZURÜCK: FORSCHUNG AUS DER LUFT

Klirrender Frost, massiges Packeis und mächtige Wirbelstürme zwischen Polarnacht und ganztägigem Licht: Die Arktis macht es der Wissenschaft nicht leicht, ihre Geheimnisse zu entlocken. Schon seit über 25 Jahren erforscht das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven (AWI) die Arktis und Antarktis auch aus der Luft. Letztes Jahr brach der deutsche Polarflieger POLAR 5 zu einem ganz speziellen Arktis-Messflug auf.

POLAR 5, eine modifizierte DC-3, ist die neueste Maschine der polaren Fliegerstaffel. Erst vor zweieinhalb Jahren wurde sie in Dienst gestellt. POLAR 5 kann weiter fliegen und zugleich mehr Gewicht laden als ihre Vorgänger, so dass nun viel umfangreichere Gebiete erkundet werden können als bisher. Zudem verfügt POLAR 5 über zahlreiche in-situ und fern-erkundende Messsysteme, die parallel und für unterschiedliche Fragestellungen eingesetzt werden können.

Im Rahmen der PAM-ARCMIP-Kampagne (Pan-Arctic Measurements and Arctic Climate Model Simulations) startete der Überflieger im April 2009 von Spitzbergen nach Alaska und passierte dabei weites, bisher unzugängliches und daher unerforschtes Gebiet. Er landete auf nur zwei Meter dünnem Eis an der russischen Driftstation NP-36 auf einer Eisscholle. Dieser zusätzliche Tankstopp ermöglichte einen Flug sogar bis 88° 40' Nord, ein Nord-Rekord für POLAR 5. „Allein die logistische Vorbereitung der transarktischen Tour war eine große Herausforderung. Ohne internationale Zusammenarbeit wäre dieses umfangreiche Projekt nie umsetzbar gewesen“, sagt Dr. Andreas Herber. Der Physiker vom AWI leitete das Projekt.

ANDREAS HERBER:

„Über der gesamten Arktis haben wir eine hohe Aerosol-Belastung festgestellt mit den höchsten Werten über Barrow, der nördlichsten Gemeinde in Alaska.“

Während des Messflugs haben 20 Wissenschaftler und 6 Ingenieure aus Deutschland, Italien, Kanada und den USA Informationen über Aerosole, Spurengase und über die Meereisdicke sowie Wetterdaten gesammelt. Aerosole sind Schwebeteilchen wie Staub, Sand, Abgase aus Verkehr oder Industrie, aber auch große organische Moleküle, die von Wäldern ausgedünstet werden, gehören zu den Aerosolen. Wie Wassertröpfchen und Eiskristalle wirken sich Aerosole auf das Klima aus und zählen bisher zu den größten Unsicherheitsfaktoren bei der Abschätzung künftiger Klimaveränderungen.



VON SPITZBERGEN NACH ALASKA FLOG DIE POLAR 5, UM DATEN ZU SPURENGASEN UND MEEREISDICKEN ZU SAMMELN. Foto: AWI/M. Buchholz

Dabei wird durch Sensoren erfasst, wie stark die Aerosole die Atmosphärenluft trüben. „Über der gesamten Arktis haben wir eine hohe Aerosol-Belastung festgestellt mit den höchsten Werten über Barrow, der nördlichsten Gemeinde in Alaska.“ Woher aber kommt der arktische Dunst? Den Analysen der POLAR 5-Daten zufolge scheint das Meiste aus dem asiatischen Teil Russlands, aus Nordamerika und Europa zu stammen. Die Wetterlagen Anfang 2009 hatten große Schwaden in die Nordpolregion gebracht, und der Ausbruch des Vulkans Mount Redoubt einen Monat vor den Messungen hatte das Ganze noch verstärkt.

Zudem lieferte die Kampagne erstmals auch großflächige Daten über die Meereisverteilung in der Arktis. Während bei solchen Messungen normalerweise eine Eisdickensonde unter einem Hubschrauber befestigt wird, konnte sie diesmal erstmalig von einem Tragflächenflugzeug aus eingesetzt werden – und das bedeutete, dass ein sehr viel größeres Gebiet überdeckt werden konnte. POLAR 5 ließ die Sonde an einem Drahtseil herunter und zog sie in zwanzig Meter Höhe über die Eisoberfläche. „Wenn wir diese Daten mit satellitengestützten Messwerten und Modellrechnungen kombinieren, erhalten wir einen weiteren wichtigen Baustein um vorhersagen zu können, was aus dem arktischen Eispanzer wird.“ Der Flug ergab Eisdicken zwischen 2,5 Metern beim zweijährigen Eis in Polnähe und 4 Metern beim mehrjährigen Eis an der Küste Kanadas. Insgesamt war hier das Eis etwas dicker als in den vergangenen Jahren, womöglich hat es sich erholt – zeitweise. „Der große Trend, dass die Meereisausdehnung abnimmt, hält weiter an“, ist Herber überzeugt. Um aber verlässliche Vorhersagen über dessen Zukunft treffen



zu können, sind weitere detaillierte Messungen aus der gesamten Arktis notwendig. Und so starten Herber und seine Kollegen mit der POLAR 5 im Frühjahr 2011 erneut: Dieses Mal geht es umgekehrt in Alaska los, entlang der kanadischen und grönländischen Küste bis nach Spitzbergen mit einem Abstecher in die innere Arktis, um das Bild von 2009 zu ergänzen und zu verfeinern.

CORNELIA REICHERT

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

DIE MEERWALNUSS AUF EROBERUNGSZUG

Glasig und ätherisch zart – *Mnemiopsis leidyi*, zu Deutsch die Meerwalnuss, sieht harmlos aus. Doch der schöne Schein trügt: Anfang der 1980er Jahre reiste die Rippenqualle in den Ballastwassertanks von Schiffen von der westamerikanischen Küste bis ins Schwarze und Kaspische Meer. Vor vier Jahren wurde sie auch in der Ost- und Nordsee entdeckt. Die Qualle kam als gefräßige Eroberin und räubert den heimischen Fischbestand aus. „Fischeier und -larven stehen ganz oben auf ihrem Speiseplan. Außerdem frisst sie Zooplankton und damit den Fischen die Nahrung weg“, sagt die Biologin Professor Dr. Karen Wiltshire.

Die Forscherin leitet die Biologische Anstalt Helgoland (BAH) und ist stellvertretende Direktorin des Alfred-Wegener-Instituts in Bremerhaven. Zusammen mit ihren Kollegen untersucht sie, wie sich der Fremdling in der neuen Heimat verhält und warum er sich so enorm ausbreitet. Dafür werden die

Quallen erstmals gezielt gefangen und im Labor beobachtet. Zwar ist die Meerwalnuss vergleichsweise robust und übersteht das Gefangenwerden gut, aber dennoch ist es knifflig, im Aquarium die natürlichen Umstände im Meer zu simulieren. Turbulenzen zum Beispiel unterstützen Quallen beim Schwimmen. Es ist schwierig, gerade so viel Turbulenz herzustellen, um die Meerwalnuss in Schwebelage zu halten, aber wenig genug, sie nicht über den Rand zu spülen.

KAREN WILTSHIRE:

„Fischeier und -larven stehen ganz oben auf ihrem Speiseplan. Außerdem frisst sie Zooplankton und damit den Fischen die Nahrung weg“.

Die Beobachtungen zeigen, dass die Quallen das Leben als Eroberin perfekt beherrschen: Nach nur zwei Wochen können sie sich reproduzieren, außerdem kommen sie mit großen Unterschieden in Salzgehalt und Temperatur zurecht. In ihrer eigentlichen Tropenheimat leben sie bei Wassertemperaturen von über 25 Grad, hier leben sie sogar mit Temperaturen unter 10 Grad – erst bei weniger als 2 Grad ist Schluss. „Früher sank die Temperatur im Winter in der Regel noch weiter ab. So war es auch dieses Jahr, aber es passiert immer seltener. Das kommt der Qualle natürlich entgegen“, sagt Wiltshire. Überhaupt treten in der Nordsee immer häufiger Quallen auf – darunter auch Fressfeinde: Die Glas-Lappenqualle und die Melonenqualle etwa haben es gezielt auf Verwandte abgesehen. Vielleicht halten sie die Meerwalnuss in Schach. Im Schwarzen Meer hat es funktioniert, auch dort war ein natürlicher Gegner aufgetaucht.

CORNELIA REICHERT

DIE RIPPENQUALLE *MNEMIOPSIS LEIDYI* IST IN DIE DEUTSCHE BUCHT UND IN DAS WATTENMEER EINGESCHLEPPT WORDEN. Foto: AWI/A.Malzahn





SANDSTÜRME (HIER IN DER SAHELZONE SÜDLICH DER SAHARA) WIRBELN PARTIKEL AUF, DIE BIS NACH EUROPA GETRAGEN WERDEN. Foto: CNRS/F. Guichard, L. Kergoat

Karlsruher Institut für Technologie

KLEINE TEILCHEN, GROSSE WIRKUNG

Wettervorhersagen basieren heute auf weit entwickelten Computermodellen, die dennoch viele wichtige Prozesse in der Atmosphäre noch nicht berücksichtigen – zum Beispiel Schwebeteilchen wie Staub, Pollen oder chemische Verbindungen. Solche so genannten Aerosole vermindern nicht nur die Sichtweite, sondern wirken sich auch auf die Temperaturverteilung in verschiedenen Höhenschichten aus; sie können miteinander reagieren und als Kondensationskeime zu Wolkenbildung und Niederschlag führen. In den etablierten Modellen der Wetterdienste fließen Aerosole jedoch allenfalls pauschal ein, weil sie einen Teil der Sonnenstrahlung absorbieren. „Wir betrachten die unterschiedlichen Aerosolpartikel nun viel eingehender und modellieren einen wichtigen Teil der Prozesse, vor allem auch die Wolkenbildung und deren Wechselwirkung mit der Strahlung“, erklärt Dr. Bernhard Vogel vom Institut für Meteorologie und Klimaforschung des KIT. Er und seine Kollegen arbeiten seit rund fünf Jahren an COSMO-ART, einem Modul mit Maschenweiten von wenigen Kilometern, das sich an das Wettervorhersagemodell COSMO anschließen lässt, das vom Deutschen Wetterdienst DWD verwendet wird. Die Abkürzung ART steht für „Aerosol and Reactive Trace Gases“. COSMO wird nicht nur vom DWD, sondern inzwischen auch von vielen weiteren Wetterdiensten

BERNHARD VOGEL:

„Wir möchten aus COSMO-ART ein regionales Klimamodell erstellen, in das Aerosole einfließen.“

und Forschungseinrichtungen in Europa, Kanada, Russland und den Vereinigten Arabischen Emiraten genutzt, die ebenfalls am ART-Modul interessiert sind.

Denn Aerosole sind überall, sie streuen das Licht und verändern Transportprozesse zwischen den Luftschichten. Zu den natürlichen Aerosolen zählen Vulkanasche, Seesalz, Sandpartikel aus den Wüsten der Erde, Pflanzenpollen, Ausdünstungen von Wäldern oder Viehherden, dazu kommen anthropogene Aerosole wie Ruß, Stickoxide und Feinstaub aus Verkehr, Haushalten und Industrie. Manche Partikel sind nur wenige Nanometer dick, andere Schwebeteilchen messen einige hundertstel Millimeter im Durchmesser. „Wir berechnen die Konzentration von unterschiedlichen Aerosolen aus einem Satz an Anfangsdaten durch

Ausbreitungsrechnungen“, sagt Vogel. So fließen Informationen über die Bebauung, Landwirtschaft, Bewaldung, Verkehrsfluss sowie natürliche und anthropogene Emissionen in das Modell ein. Die Model-

lierung selbst basiert auf dem Wissen über relevante physikalische Prozesse und chemische Reaktionen der unterschiedlichen Aerosoltypen.

Bisher haben die Atmosphärenforscher ihr Modell an vergangenen Zeitabschnitten getestet, um zu überprüfen, wie realistisch die Ergebnisse sind. Besonders interessant ist die Frage, wie die Aerosolkonzentration die Wolkenbildung und damit auch die Niederschlagsmenge beeinflusst. Das Modell zeigt zum Beispiel, wie hohe Aerosolkonzentrationen Regen zeitlich und räumlich verzögern können: Denn durch hohe Konzentrationen von Aerosolen bilden sich unzählige Kondensationskeime, auf

die sich die gegebene Menge an Feuchtigkeit verteilt, so dass die Tröpfchen in der Schwebe bleiben. Sind dagegen nur wenige Aerosolpartikel vorhanden, bilden sich weniger, aber dafür größere Tropfen, die als Regen niedergehen.

Mit COSMO-ART lässt sich auch berechnen, wie sich Sandpartikel nach einem Sandsturm in der Sahara über Europa ausbreiten oder welche Wege die Asche nach einem Vulkanausbruch nimmt. Die berechneten Verläufe stimmen inzwischen immer besser mit Satellitenbildern überein, so dass sie schon bald zur Prognose verwendet werden können. Kurz vor der Anwendung steht jetzt die Pollenvorhersage für Allergiker, die zurzeit noch in mühevoller Handarbeit fast ohne Computerunterstützung erstellt wird. Der Deutsche Wetterdienst testet in Kooperation mit dem KIT gerade COSMO-ART mit einem Modul für Birkenpollen, in das die Standorte von Birkenwäldern eingeflossen sind; ein Modul für die gefährlichen Ambrosiapollen könnte folgen, sobald die Standorte der Pflanzen genauer bekannt sind. „Jetzt haben auch die Arabischen Emirate angefragt, die ein ART-Modul für die Staubprognose für die Luftfahrt nutzen wollen“, sagt Vogel.

Auch in die gängigen Klimamodelle auf regionaler Ebene sollen die ART-Module einfließen. Denn die Wechselwirkung zwischen Aerosolen und Wolkenbildung ist darin sehr schlecht abgebildet, unterschiedliche Studien kommen bislang zu widersprüchlichen Ergebnissen, wie sich hohe Aerosolkonzentrationen auf Klima und Niederschlag auswirken. „Wir möchten in zwei bis drei Jahren aus COSMO-ART ein regionales Klimamodell erstellen, in das Aerosole einfließen“, sagt Vogel. „Das ist ein wesentlicher Beitrag des KIT zur Helmholtz-Klimainitiative REKLIM“, erklärt dazu Institutsleiter Professor Dr. Christoph Kottmeier. Und dann könnte man im Computer ausprobieren, wie sich strengere Grenzwerte für Feinstaub, bessere Filter oder die Abholzung ganzer Wälder auf das regionale Wettergeschehen und die langfristige Klimaentwicklung auswirken.

ANTONIA RÖTGER

GKSS, KIT, UFZ und AWI

REGIONALER KLIMAATLAS FÜR DEUTSCHLAND

Wie sich der Klimawandel in den verschiedenen Regionen Deutschlands in den nächsten Dekaden bis zum Jahr 2100 auswirken könnte, zeigt der regionale Klimaatlas Deutschland, den die vier Regionalen Klimabüros der Helmholtz-Gemeinschaft nach dem Vorbild des Norddeutschen Klimaatlas entwickelt haben.

In Baden-Württemberg wird es im Sommer besonders heiß und trocken, auch im Jahresdurchschnitt könnte bis 2100 die Temperatur um 2,2 bis 6,3°C steigen. „Bereits jetzt nehmen wärmeliebende Arten zu, darunter auch Krankheitsüberträger wie Zecken“, so Dr. Hans Schipper vom Süddeutschen

Klimabüro am Karlsruher Institut für Technologie. In Schleswig-Holstein fällt die Erwärmung bis 2100 zwar etwas schwächer aus, allerdings können dort die Niederschläge zunehmen und Stürme heftiger werden. „Ein Sturmtief wie Daisy, welches Anfang 2010 an der deutschen Ostseeküste schwere Sturmfluten hervorgerufen hat, könnte bis Ende des Jahrhunderts noch um 10 bis 15 Stundenkilometer stärker ausfallen“,

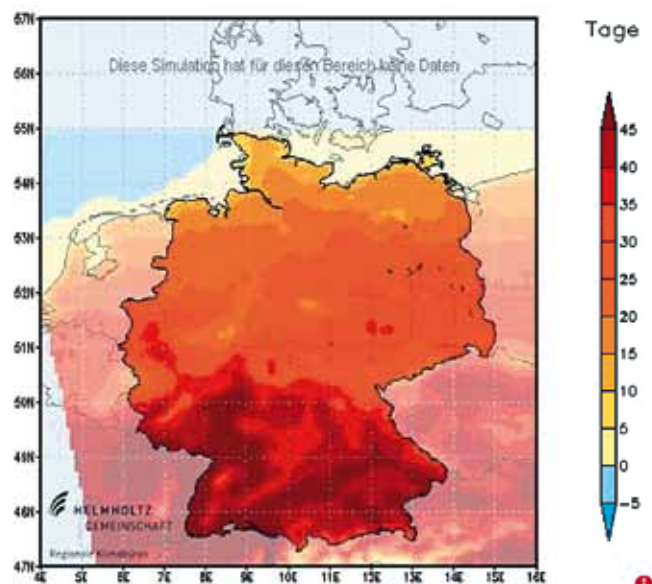
KLIMAWANDEL REGIONAL

In Baden-Württemberg wird es im Sommer besonders heiß und trocken, in Schleswig-Holstein fällt die Erwärmung schwächer aus und Niederschläge nehmen zu.

so Dr. Insa Meinke, Leiterin des Norddeutschen Klimabüros am GKSS-Forschungszentrums Geesthacht. Die mitteldeutschen Bundesländer Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt müssen mit Trockenheit im Sommer rechnen. „Dies könnte die Landwirtschaft vor neue Herausforderungen stellen“, so Dr. Andreas Marx, Leiter des Mitteldeutschen Klimabüros am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Auch das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung ist am Regionalen Klimaatlas beteiligt. Der Regionale Klimaatlas Deutschland wird fortlaufend weiterentwickelt und bindet stets den aktuellen Wissensstand ein. Dadurch bietet er eine wissenschaftlich fundierte Basis für die Bürger, für die Wirtschaft und die Politik, um Anpassungsstrategien an den Klimawandel zu erarbeiten.

ANTONIA RÖTGER

BIS ENDE DES 21. JAHRHUNDERTS (2071-2100) WIRD EINE ZUNAHME VON HEISSEN SOMMERTAGEN MIT MEHR ALS 25 GRAD CELSIUS ERWARTET. Foto: www.regionaler-klimaatlas.de





METHANMESSUNGEN IN EINEM SO GENANTEN „THAW SLUMP“ AUF HERSHEL ISLAND. DAS ABTAUEN DES EISES IM BODEN FÜHRT ZU SEDIMENTTRANSPORT IN DEN KÜSTENNAHEN BEREICH. TAUFORMEN WIE DIESE KÖNNEN QUELLEN BIOGENEN METHANS SEIN. Foto: GFZ/T. Sachs

Helmholtz-Zentrum Potsdam

Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ

TREIBHAUSGASE BLUBBERN AUCH AUS DEM ERDINNERN AN DIE LUFT

Wenn Eskimos in Kanada Gase anzünden, die sich unter dem Eis gesammelt haben und auf der Flamme grillen oder wenn der Meeresboden einer Orangenhaut ähnelt und Pockennarben mit bis zu einigen hundert Metern Durchmesser hat, steckt das gleiche Phänomen dahinter: Aus dem Erdinneren strömt in diesen Gebieten Methan an die Oberfläche. Mancher See in Kanada blubbert dabei so heftig, dass er zu kochen scheint. Bisher aber weiß niemand, welche Methanmengen gestern, im vergangenen Monat oder vor einigen Jahrtausenden aus solchen Quellen geströmt sind. Geowissenschaftler wie Professor Dr. Rolando di Primio und Dr. Torsten Sachs vom GFZ fragen sich daher, wie viel Methan aus diesen und anderen Quellen im Erdinneren in die Luft strömt. Denn jedes Methan-Molekül heizt das Klima rund 25 Mal stärker auf, als ein Teilchen Kohlendioxid. Besser bekannt ist dagegen die riesige Menge an Kohlenstoff, aus denen das Gas entstehen könnte: „In den Sedimentbecken der Erde stecken 10 hoch 16 Tonnen Kohlenstoff aus organischen Quellen“, berichtet Rolando di Primio. Um diese Menge zu veranschaulichen, reicht der Geochemiker noch einen Vergleich nach: „Das ist zehntausend mal mehr Kohlenstoff als in Kohle, Erdöl, Erdgas und allen Organismen auf der Erde zusammen vorhanden ist.“ Gebildet hat sich dieser Kohlenstoff-Vorrat im Lauf von Hunderten von Jahrtausenden aus abgestorbenen Organismen, die auf dem Boden oder am Grund von Gewässern liegen bleiben und mit der Zeit von anderen Ablage-

ROLANDO DI PRIMIO:

„In den Sedimentbecken der Erde steckt zehntausendmal mehr Kohlenstoff als in Kohle, Erdöl, Erdgas und allen Organismen auf der Erde zusammen vorhanden ist.“

rungen zugedeckt werden. Chemische, physikalische und biologische Prozesse verändern diese gigantische Masse laufend und lassen dabei auch die fossilen Rohstoffe entstehen, die die moderne Zivilisation als Torf, Kohle, Erdöl oder Erdgas aus dem Boden abbaut und in Kraftwerken und Motoren verfeuert. Dabei wird das Treibhausgas Kohlendioxid freigesetzt.

Wenig beachtet wurde bisher dagegen, dass sich aus den Kohlenstoff-Vorräten in den Sedimenten durch verschiedene Prozesse auch im Erdinneren Treibhausgase wie Kohlendioxid und Methan bilden, die durch Spalten und Risse an die Oberfläche kommen können. Untersuchen Geoforscher mit Schallwellen den Untergrund, erhalten sie Querschnittsbilder des Bodens. Aus manchen Bereichen unter der Oberfläche aber liefert die Methode keine

Informationen, dort sieht man senkrechte Zonen mit „weißem Rauschen“. „Das sind so genannte Gas-Schornsteine, also Bereiche, in denen Methan gebündelt durch die Sedimente fließt“, erklärt di Primio. Die Orangenhaut

am Meeresboden und das aus der Erde strömende Gas, das Eskimos für ihre gegrillten Gerichte anzünden, sind nichts anderes als Lecks in der Erde, aus denen dieses Methan strömt. Im Westen Kanadas finden Geoforscher so genannte Teersande, die vor 65 bis 55 Millionen Jahren entstanden sind. Das darin enthaltene Erdöl wurde bereits damals zum Teil von Bakterien zersetzt, dieser Prozess dauert heute noch an. Dabei entstanden große Mengen Methan. In der gleichen Zeit stiegen die durchschnittlichen Temperaturen auf der Erde auf Werte, die deutlich über den heutigen lagen. Da Methan ein Treibhausgas ist, wäre ein Zusammenhang denkbar. „Auf der Erde gibt es aber insgesamt rund 500 solcher Sedimentbecken“, weiß di Primio. Kaum eines davon ist bisher auf heutige und frühere Lecks für Treibhausgase untersucht worden. Im Westen Kanadas jeden-

falls strömt aus den Sedimenten noch heute Methan in die Luft. Um zu verstehen, wie stark diese Gase aus der Erde das Klima beeinflussen, wollen die Forscher daher die Sedimentbecken genauer unter die Lupe nehmen. „Aus einzelnen Messungen lässt sich allerdings nur schwer auf die Methanmengen schließen, die aus einer größeren Fläche in die Luft gelangen“, erklärt GFZ-Forscher Torsten Sachs, der unter anderem die Methan-Emissionen aus den Dauerfrostböden Sibiriens untersucht hat. Lösen lässt sich dieses Problem mit einem Gerät, das von GFZ-Forschern gemeinsam mit Kollegen vom Institut für Umweltphysik der Universität Bremen entwickelt wurde. Dieser „Methane Airborne Mapper“ oder kurz „MAMap“ misst aus einem Flugzeug oder Hubschrauber gestreutes Sonnenlicht im infraroten Bereich. Aus einer Höhe von tausend Metern kann dieses gut 120 Kilogramm schwere Spektrometer die Methankonzentration über jeweils 35 Meter langen und 25 Meter breiten Flächen bestimmen und gewinnt so rasch ein relativ detailliertes Bild der Treibhausgasemissionen auch von größeren Regionen. Ein erster Test auf dem Polar-5-Forschungsflugzeug des Alfred-Wegener-Instituts verlief sehr gut. Weitere Flugmissionen dürften Torsten Sachs dann wertvolle Hinweise auf die Methanmengen geben, die weltweit aus der Erde kommen. Und vielleicht finden die Eskimos in Kanada mit den MAMap-Daten bald auch neue Plätze für ihre Grill-Abende.

ROLAND KNAUER

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ

ABWASSER EFFIZIENT AUFBEREITEN

Klimawandel und Bevölkerungswachstum führen in vielen Regionen der Erde zu einer Übernutzung der Wasservorkommen. UFZ-Wissenschaftler arbeiten mit Kollegen der TU Dresden und Partnern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik in der „Internationalen Wasserforschungs-Allianz Sachsen“ (IWAS) zusammen, um in fünf hydrologisch sensiblen Regionen der Erde die regionenspezifischen Probleme zu analysieren und mit Partnern vor Ort umsetzbare Lösungen zu entwickeln, die sich auch auf vergleichbare Regionen übertragen lassen. So arbeiten Wissenschaftler um Professor Dr. Dietrich Borchardt in der IWAS-Modellregion im Norden der Mongolei an Konzepten für eine effiziente, dezentrale Behandlung von Abwässern und Klärschlamm. „Abwässer könnten für die Bewässerung der Felder wieder verwendet werden, wenn sie frei von bestimmten Mikroorganismen sind“, erklärt Borchardt. Um die Abwässer auf Bakterien zu testen, haben die IWAS-Wissenschaftler ein einfaches Verfahren entwickelt, das auf so genannten Aptameren als Sensormolekülen basiert, die bestimmte Bakterien zuverlässig anzeigen. „Wir versuchen nun, auch für häufige bakterielle Pathogene die passenden Aptamer-Sensoren zu entwickeln“, so Borchardt. Denn diese Pathogene lassen sich bislang nur in aufwändigen Stichproben mit dem Mikroskop

erkennen. Durch ein einfaches Testverfahren könnte dagegen mit minimalem Aufwand bestimmt werden, ob sich Abwässer schon für einige Anwendungen gefahrlos nutzen lassen. Die UFZ-Experten haben außerdem ein Verfahren weiterentwickelt, um Klärschlamm aus den Abwasseraufbereitungsanlagen zu behandeln. Mit dem so genannten HTC-Verfahren werde der Schlamm hydrothermisch aufbereitet und karbonisiert

INTERNATIONALE WASSERFORSCHUNGS-ALLIANZ SACHSEN

Die Wissenschaftler analysieren in fünf Modellregionen der Erde die Probleme und entwickeln Lösungen, die sich auch auf vergleichbare Regionen übertragen lassen.

als Wertstoff wieder in den Kreislauf zurückgeführt, erklärt Borchardt. Der aufbereitete Klärschlamm setzt Nährstoffe frei und verbessert die Bodenstruktur, so dass der Boden mehr Wasser speichert. „Diese Konzepte lassen sich zum Beispiel auch auf bestimmte Regionen im Süden Europas übertragen, die ebenfalls unter zunehmender Wasserknappheit leiden“, erläutert Elisabeth Krüger vom UFZ, die IWAS koordiniert.

ANTONIA RÖTGER

SAUBERES WASSER IST KNAPP IM NORDEN DER MONGOLEI, DER JUNGE MUSS DESHALB ZU EINEM WASSERKIOSK LAUFEN. Foto: UFZ/L. Horlemann





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

DIE AUFGABE

Bedingt durch steigende Lebenserwartung und rückläufige Geburtenraten nimmt der Anteil alter Menschen an der Bevölkerung kontinuierlich zu und stellt unsere Gesellschaft und unser Gesundheitssystem damit vor immer größere Herausforderungen. Chronische Volks- und Alterserkrankungen wie Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen, Krebs, Diabetes, Lungenerkrankungen, degenerative Erkrankungen des Nervensystems oder chronisch entzündliche Erkrankungen sowie deren Beeinflussung durch Umweltfaktoren und Lebensstil gewinnen zunehmend an Bedeutung und stehen neben der Erforschung von Infektionskrankheiten im Zentrum der Helmholtz-Gesundheitsforschung. Wissenschaftler an den im Forschungsbereich Gesundheit beteiligten Helmholtz-Zentren erforschen Ursachen und Entstehung dieser oft komplexen Krankheiten und entwickeln auf dieser Grundlage neue Strategien für Früherkennung, Prävention, Diagnose und Therapie.

In den letzten Jahren greifen die beteiligten Zentren dabei zunehmend auf neue Modelle der Zusammenarbeit mit starken Partnern aus der Hochschulmedizin, den Universitäten, anderen Forschungsorganisationen und der Industrie zurück. Um vielversprechende Ansätze aus der Grundlagenforschung möglichst rasch in die klinische Anwendung zu bringen, bauen die Helmholtz-Gesundheitszentren derzeit in enger Interaktion mit lokalen Partnern aus der Hochschulmedizin Translationszentren an ihren Standorten auf.

Für wichtige Krankheitsgebiete werden leistungsfähige und nachhaltige Strukturen für eine Vernetzung von Forschungs-kompetenzen der außeruniversitären und der universitären Gesundheitsforschung geschaffen. So wurden 2009 das Deutsche Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen e. V. (DZNE) mit Kernstandort in Bonn sowie das Deutsche Zentrum für Diabetesforschung e. V. (DZD), dem das Helmholtz Zentrum München,

universitäre Partner und Institute der Leibniz-Gemeinschaft angehören, gegründet. Weitere Zentren, darunter das Deutsche Konsortium für translationale Krebsforschung, koordiniert vom DKFZ, werden im Jahr 2010 ausgeschrieben.

Eine der wesentlichen Zukunftsaufgaben besteht darin, die deutsche Gesundheitsforschung unter Einbindung aller Kompetenzen an den Helmholtz-Gesundheitszentren, den Universitätskliniken, den Universitäten und anderen Forschungsorganisationen in strategischen Partnerschaften voranzutreiben. Im Vordergrund steht der biomedizinische Erkenntnisgewinn für gesellschaftlich wichtige Krankheitsfelder, der – in Konsortien oder Netzwerken gebündelt – konkrete klinische Anwendungen hervorbringen wird und die deutsche Gesundheitsforschung damit nachhaltig stärken und international neu positionieren wird.

DIE PROGRAMMSTRUKTUR IN DER FÖRDERPERIODE 2009–2013

In der zweiten Periode der Programmorientierten Förderung ab 2009 beruht die Forschung auf drei Säulen: Exzellente Grundlagenforschung, Analyse komplexer biologischer Systeme (Systembiologie) und Translation der Forschungsergebnisse in die

klinische Anwendung. Die Struktur und Zielsetzungen im Gesundheitsbereich der Helmholtz-Gemeinschaft wurden gemeinsam überdacht, fokussiert und in höherem Maße als bisher auf ein federführendes Zentrum zugeschnitten.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler forschen in den folgenden sechs Programmen:

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

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

„Die Helmholtz-Gemeinschaft ist Nukleus für den Aufbau Deutscher Zentren der Gesundheitsforschung. Gemeinsam mit universitären und außeruniversitären Partnern wird sie so dazu beitragen, die translationale Forschung auf den Gebieten der großen Volks- und Infektionskrankheiten nachhaltig zu stärken. Um den großen Herausforderungen in der Risikoerfassung, Früherkennung und Prävention besonders der chronischen Erkrankungen zu begegnen, hat die Gemeinschaft zudem den Aufbau der größten deutschen Kohortenstudie angestoßen, in der sie künftig mit universitären Partnern eine einmalige Datenbasis für die Präventionsforschung schaffen wird.“

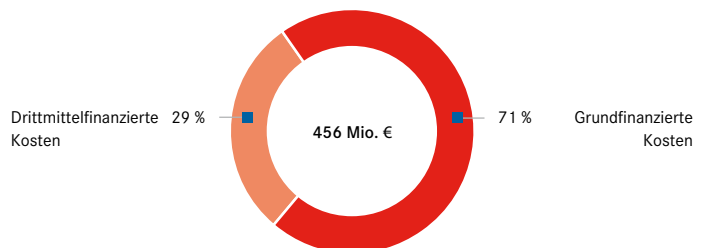


PROF. DR. DR. ANDREAS BÄRNER, Senator der Helmholtz-Gemeinschaft, Sprecher der Unternehmensleitung und Pharma Forschung, Entwicklung und Medizin, Boehringer Ingelheim GmbH

Gesamtkosten des Forschungsbereichs Gesundheit

Ist-Kosten 2009: 456 Mio. Euro

(inkl. der anteiligen programmungebundenen Forschung;
sowie inkl. der Kosten des DZNE)



DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2009–2013

Das Programm Krebsforschung

In Deutschland erkranken jährlich etwa 450.000 Menschen an Krebs. Trotz intensiver Forschungstätigkeit und zahlreichen grundlegend neuen Entwicklungen in diesem Bereich stirbt nach wie vor mehr als die Hälfte der Patienten an den Folgen der Erkrankung. Das Programm Krebsforschung hat zum Ziel, Ursachen und Entstehungswege von Krebserkrankungen zu entschlüsseln. Ein Schwerpunkt des Programms liegt in der Entwicklung und Anwendung innovativer diagnostischer und therapeutischer Verfahren auf der Basis molekularer, zellbiologischer und immunologischer Erkenntnisse. Durch die Entwicklung neuer bildgebender Verfahren und Strategien für die Strahlenbehandlung, die präzisere Diagnosen und Therapien aber auch Früherkennung und Prävention ermöglichen, spielt auch die Medizintechnik im Programm Krebsforschung eine wichtige Rolle.

Der Transfer von Erkenntnissen aus der biomedizinischen Grundlagenforschung in die klinische Anwendung ist eine der großen Herausforderungen der Krebsforschung und soll durch den intensiven Ausbau einer entsprechenden Infrastruktur und strategischer Allianzen weiter vorangetrieben werden. Hier kommt dem Nationalen Zentrum für Tumorerkrankungen (NCT) in Heidelberg eine Schlüsselrolle zu.

Das Programm Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen

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

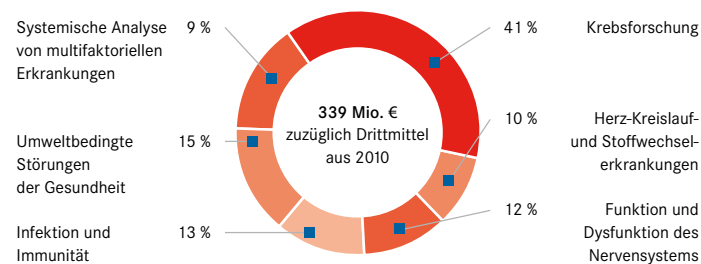
Das Programm Funktion und Dysfunktion des Nervensystems

Mit steigendem Lebensalter erhöht sich auch das Risiko neurologischer und psychiatrischer Erkrankungen. Im Zentrum der neurowissenschaftlichen Forschung der Helmholtz-Gemeinschaft stehen degenerative Erkrankungen des Zentralnervensystems wie zum Beispiel Morbus Parkinson oder Morbus Alzheimer, aber auch Epilepsien, Hirntumore oder kognitive Beeinträchtigungen nach Schlaganfällen. Die Wissenschaftler nutzen zur Analyse normaler und pathologisch veränderter Mechanismen im lebenden menschlichen Gehirn modernste Verfahren nicht-invasiver Bildgebung wie Magnetresonananz-Tomographie, Positronen-Emissions-Tomographie und Magnet-enzephalographie, aber auch Verfahren der Genomforschung und Zellbiologie sowie aussagekräftige Tiermodelle.

Das Programm Infektion und Immunität

Mehr als 17 Millionen Menschen sterben jedes Jahr weltweit an Infektionskrankheiten – das ist ein Drittel aller Todesfälle. Durch die internationale Mobilität verbreiten sich Krankheitserreger schneller als früher. Angesichts der wachsenden Bedrohung durch Infektionskrankheiten untersuchen Forscherinnen und Forscher molekulare und zelluläre Vorgänge von Infektionsprozessen um zu verstehen, warum und wie bestimmte Erreger Krankheitssymptome auslösen. Parallel dazu analysieren sie die Mechanismen von Immunität mit dem Ziel, sowohl neue Strategien zur Bekämpfung von Infektionskrankheiten zu erarbeiten als auch immuntherapeutische Ansätze zu entwickeln. Um virale oder bakterielle Erkrankungen, die von Tieren auf den Menschen übertragbar sind (zum Beispiel SARS) besser zu verstehen, wird künftig auch die Erforschung von Zoonosen weiter ausgebaut.

Die Struktur des Forschungsbereichs Gesundheit Senatsempfehlung für die Grundfinanzierung 2010: 339 Mio. Euro* (inkl. der anteiligen programmungebundenen Forschung)



*Zuzüglich des Programms in Entwicklung „Neurodegenerative Erkrankungen“ des DZNE: 39 Mio. €

Zu den Diagrammen:

Im linken Diagramm sind die tatsächlich im Berichtsjahr 2009 eingesetzten Mittel für den Forschungsbereich Gesundheit – unterteilt in grund- und drittmittelfinanzierte Kosten – abgebildet.

Im rechten Diagramm sind die vom Senat bewilligten grundfinanzierten Kosten für das Jahr 2010 dargestellt. Das Diagramm zeigt zusätzlich die Mittelverteilung auf die Programme der zweiten Runde der Programmorientierten Förderung. Ein Vergleich der aktuellen Zahlen mit den Darstellungen aus den Vorjahren ist nur bedingt möglich, da sich die Helmholtz-Zentren zum einen neu in ihrer Forschungsbereichs- und Programmstruktur aufgestellt haben. Zum anderen gibt es mit dem Beginn der zweiten Runde der Programmorientierten Förderung einen Wechsel von der differenzierten Budgetierung zwischen F&E- und Infrastrukturkosten zur Vollkostenrechnung.

Das Programm Umweltbedingte Störungen der Gesundheit

Wie beeinträchtigen Umweltfaktoren die Gesundheit? Welche molekularen und zellulären Mechanismen liegen diesen Störungen zugrunde und welche Rolle spielt dabei die genetische Disposition? Welche neuen Strategien der Prävention und Therapie lassen sich daraus ableiten? Dies sind Leitfragen dieses Forschungsprogramms. Im Fokus stehen häufig auftretende Krankheiten wie Entzündungen des Atemtraktes, Allergien und Krebs, an deren Entstehung Umweltschadstoffe wie partikelförmige Luftverunreinigungen (Aerosole), Chemikalien oder ionisierende Strahlen wesentlich beteiligt sind. Erforscht werden zum einen die toxischen Schadstoffe sowie die entsprechenden krankheitsauslösenden Mechanismen mit dem Ziel, Strategien zur Risikoevaluierung und -minderung zu entwickeln. Zum anderen werden Entstehungsmechanismen der oben genannten Krankheiten untersucht um herauszufinden, in welchem Maße Umweltfaktoren beteiligt sind. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Grundlagenforschung zu chemischen Modifikationen des Erbmaterials.

Das Programm Systemische Analyse von multifaktoriellen Erkrankungen

In diesem Programm werden fachübergreifend in gemeinsamen Forschungsplattformen genetische und molekularbiologische Mechanismen, die zur Entstehung multifaktorieller Erkrankungen führen, analysiert, um neue therapeutische Ansätze zu finden. Eine zentrale Rolle spielt dabei die Deutsche Mausklínik am Helmholtz Zentrum München. Die am Forschungszentrum etablierten Technologien-Genomics, Proteomics, Metabolomics sowie die Analytik für kleine Moleküle und Mausmodelle – bieten ideale Forschungsbedingungen zur Identifizierung individueller Risikofaktoren aber auch von Biomarkern, die bei der Früherkennung von chronischen Krankheiten eingesetzt werden können. Die Wissenschaftler konzentrieren sich dabei auf die wesentlichen chronischen Krankheitsbilder wie Stoffwechselerkrankungen und Diabetes, Lungenerkrankungen, neurodegenerative Erkrankungen sowie Störungen des Immunsystems.

Strategische programmübergreifende Initiativen

Um zeitnah auf neue Entwicklungen reagieren zu können, wurde ein flexibles System von Querschnittsaktivitäten geschaffen, die zur Weiterentwicklung wichtiger Ressourcen und Technologien beitragen. Den Bereichen Epidemiologie und translationale Forschung kommt dabei besondere forschungspolitische und strategische Bedeutung zu. Die epidemiologische Forschung zielt darauf ab, genetische und umweltbedingte Risikofaktoren zu identifizieren, um Krankheiten vorzubeugen oder diese in einem möglichst frühen Stadium zu erkennen und zu therapieren. Zur Schaffung einer einzigartigen Ressource für die epidemiologische Forschung hat die Helmholtz-Gesundheitsforschung den Aufbau einer großen prospektiven nationalen Kohortenstudie in Deutschland initiiert. An der Initiative beteiligten sich neben universitären Partnern das Deutsche Krebsforschungszentrum, das Helmholtz Zentrum München, das Max-Delbrück-Centrum, das Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung sowie das Deutsche Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen und das Forschungszentrum Jülich. Die Helmholtz-Gesundheitszentren übernehmen national und international eine führende Rolle auf dem Gebiet der translationalen Forschung. Mit dem Aufbau lokaler Translationszentren werden in Kooperation mit Universitätskliniken derzeit Infrastruktur-Plattformen geschaffen, die den Transfer von relevanten Erkenntnissen aus der Grundlagenforschung in die klinische Anwendung markant beschleunigen werden. Die Bildung strategischer Allianzen mit Partnern aus der pharmazeutischen Industrie, der Biotechnologie und der Medizintechnik verstärkt die Expertise auf diesem Gebiet zusätzlich. Mit dem bevorstehenden Aufbau Deutscher Zentren in der Gesundheitsforschung wird die langfristige Zusammenarbeit von Helmholtz-Gesundheitszentren mit Partnern aus der Universitätsmedizin und anderen Forschungsinstitutionen eine neue Dimension erfahren.

PROJEKTE

Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung

WAS STRUKTURBIOLOGIE UND WUNDHEILUNG VERBINDET

Wie schaffen es Krankheitserreger eigentlich, die Abwehrbarrieren des menschlichen Körpers zu überwinden und den Organismus zu befallen? Dieser Frage geht das Team um Professor Dr. Dirk Heinz im Bereich StrukturbioLOGIE des HZI nach. Dabei analysieren die Forscher mit Hilfe von Röntgenstrukturanalyse, Kernresonanzspektroskopie oder Massenspektrometrie die Strukturen so genannter Virulenzfaktoren aus pathogenen Mikroorganismen. Virulenzfaktoren sind spezielle Proteine, die Bakterien herstellen, um in Wirtszellen einzudringen und sich dort auszubreiten. „Die Analyse von Proteinen, die am Infektionsgeschehen maßgeblich beteiligt sind, spielt für uns eine besondere Rolle. Wir schauen uns den genauen Aufbau dieser Proteine an, da die atomar aufgelöste Struktur eines Proteins sehr viel über seine eigentliche Funktion verrät“, so Heinz. Er und seine Mitarbeiter untersuchen die Virulenzfaktoren einer ganzen Reihe von humanpathogenen Bakterien, Viren und Pilzen. Dazu gehören auch bakterielle Erreger wie Listerien. Aus verdorbenen Nahrungsmitteln gelangen Listerien über die Darmzellen in den Körper. Dabei dient ihr Oberflächen-Protein Internalin A als „Schlüssel“. Mit ihm interagieren sie mit dem Protein E-Cadherin, das sich auf den menschlichen Darmzellen befindet. Auf diese Weise verschaffen sie sich Eintritt in den Organismus und können sich anschließend über das Blut im Körper ausbreiten.

STRUKTURBIOLOGIE UND GESUNDHEITSFORSCHUNG

Einsichten in die molekularen Prozesse bei Infektionen können zum Beispiel bei der Behandlung schlecht heilender Wunden helfen.

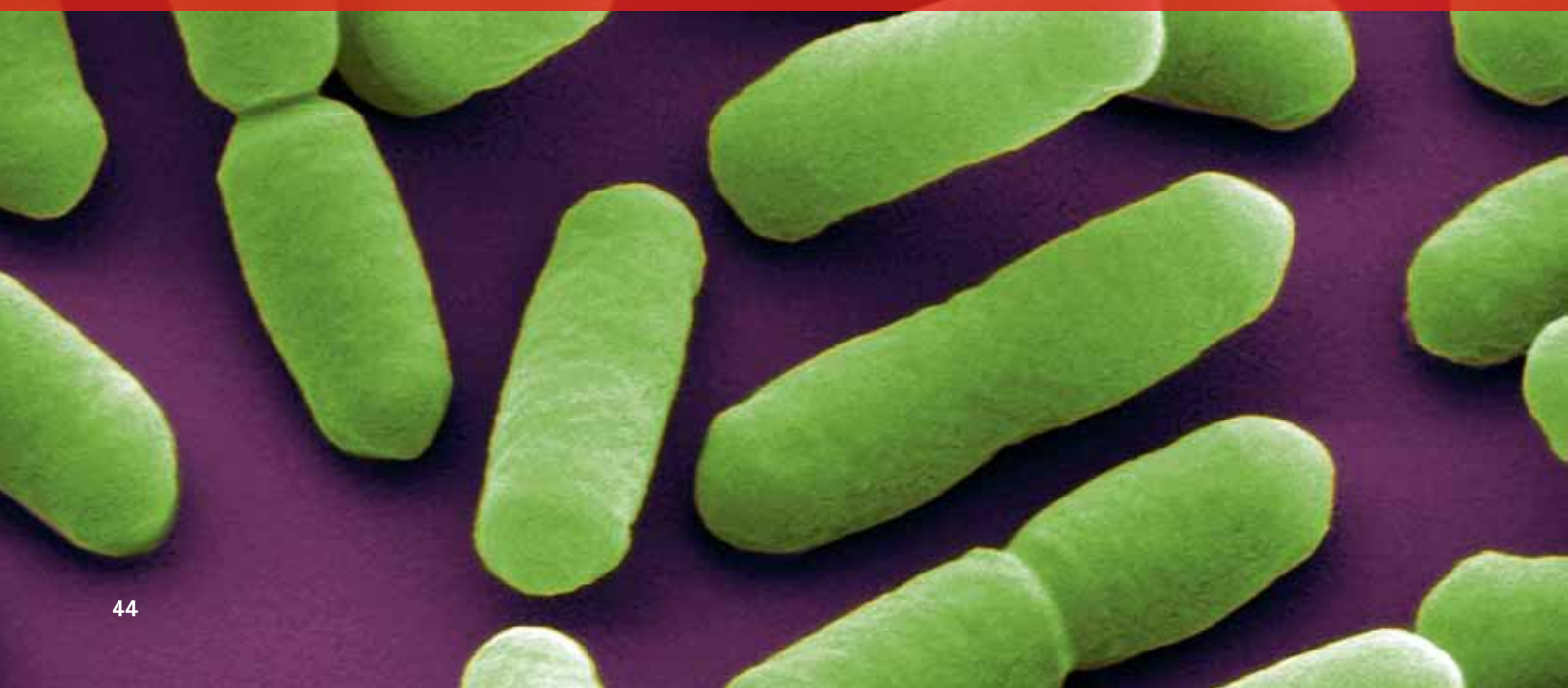
Mäuse sind im Gegensatz zum Menschen über diese Route nicht empfänglich für Listerien-Infektionen. Warum das so ist, haben die HZI-Forscher mit Hilfe vergleichender Strukturanalysen des E-Cadherins von Mensch und Maus herausgefunden: Das E-Cadherin der Maus unterscheidet sich in seiner Struktur etwas von dem menschlichen E-Cadherin. Das Internalin A der Listerien kann daher nicht an das E-Cadherin der Maus binden, weshalb Mäuse gegenüber dem Eindringen von Listerien immun sind.

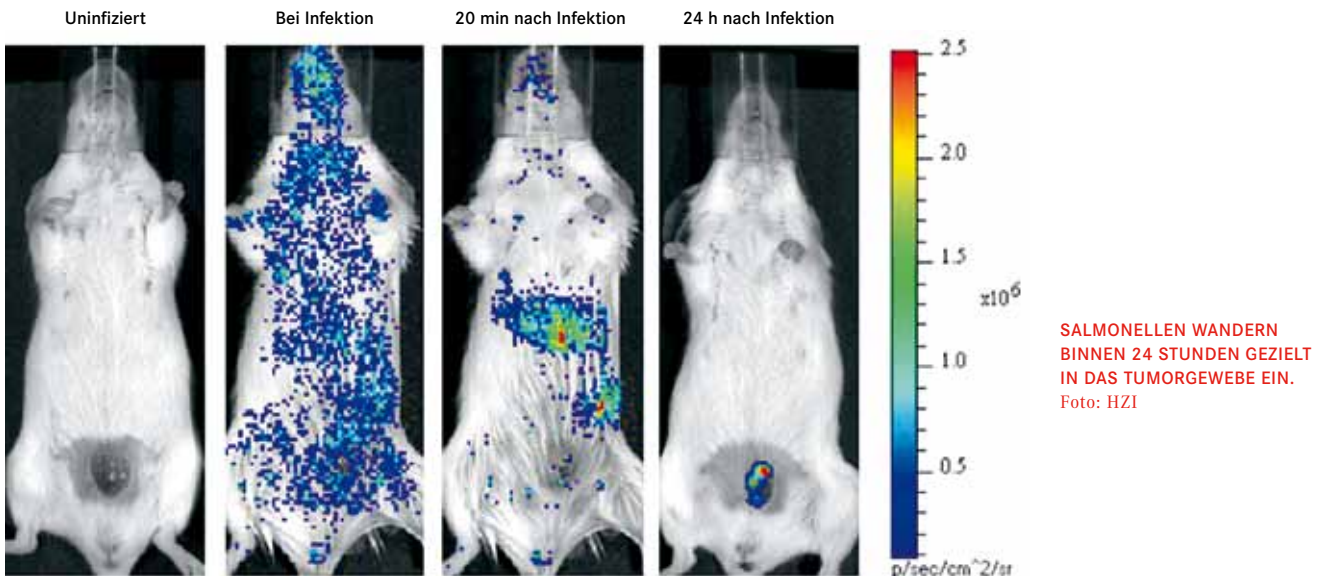
Da Tiermodelle wie Mäuse in der medizinischen Forschung eine wichtige Rolle spielen, haben Heinz und sein Team den Versuch unternommen, das Internalin A der Listerien so zu

verändern, dass es an das E-Cadherin der Mäuse binden kann. So können auch Mäuse von Listerien befallen werden. Da sie die Struktur des E-Cadherins der Maus bereits kannten, gelang es den StrukturbioLOGEN mit

nur zwei Mutationen im Listerien-Genom einen für Mäuse pathogenen Listerien-Stamm herzustellen. „Wir wollen nicht nur Strukturen analysieren, sondern auch möglichst einen direkten Mehrwert generieren. Über die Internaline konnten wir mit Hilfe der StrukturbioLOGIE ein neues Tiermodell für humane Listeriose entwickeln. Langfristig sollen die Ergebnisse unserer Forschung die Grundlage für die Entwicklung neuer Wirkstoffe und Diagnostika schaffen“, so Heinz. Mit einer neuen Studie geben die HZI-Forscher gleich noch ein Beispiel: Ein weiteres Oberflächen-Protein der Listerien ist das so genannte Internalin B. Dieses ahmt einen Wachstumsfaktor nach und interagiert mit dem humanen Rezeptor Met, der unter anderem an Wundheilungsprozessen beteiligt ist. Die

LISTERIA MONOCYTOGENES KÖNNEN MENSCHLICHE DARMZELLEN BEFALLEN UND DORT SCHWERE INFEKTIONEN AUSLÖSEN. Foto: HZI/M. Rohde





Forscher stellten fest, dass zwei im Versuch künstlich dicht zusammengelagerte Internalin B-Moleküle zu einer verstärkten Aktivierung des Met-Rezeptors führen. Heinz: „Dadurch würde der Prozess der Wundheilung ebenfalls verstärkt werden. Diese Ergebnisse könnten für die medizinische Unterstützung von Wundheilungsprozessen von großer Bedeutung sein – vor allem auch was schlecht heilende Wunden anbelangt, die sehr behandlungsintensiv sind. Wir kommen hier also von der Invasionsbiologie zur Wundheilung – das ist auch möglich mit Strukturbilogie.“ Die Gesundheitsforschung werde von strukturbilogischen Erkenntnissen über biomedizinisch bedeutende Proteine und Nukleinsäuren profitieren, ist Heinz überzeugt. Seit kurzem ist der Bereich Strukturbilogie des HZI assoziiertes Mitglied im künftigen europaweiten Forschungsnetzwerk für integrierte strukturbilogische Infrastrukturen (INSTRUCT). Als europäisches Zentrum für Proteinproduktion liefert das HZI Proteine aus Säugetier- und Insektenzellen unter Anwendung neu entwickelter Technologien, die die Forscher bereits im Rahmen der Helmholtz-Plattform „Protein Sample Production Facility“ entwickelt haben.

Und innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft ist das HZI federführend an einer neuen Initiative beteiligt: Auf dem Campus des Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY in Hamburg-Bahrenfeld soll das Zentrum für strukturelle Systembiologie (CSSB) entstehen, wo biologische Strukturen mit extrem leistungsstarken Photonenquellen untersucht werden können.

NICOLE SILBERMANN

Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung

MIT SALMONELLEN GEGEN KREBS

Salmonellen sind bakterielle Krankheitserreger, die sich bei warmem Wetter in unzureichend gegarten Eierspeisen rasant vermehren – mit den allseits bekannten und berüchtigten

Folgen. Was weit weniger bekannt, aber nicht weniger interessant ist: Salmonellen haben neben Eis und Eierspeisen auch eine Vorliebe für Tumorgewebe.

Dr. Siegfried Weiß und sein Team in der Arbeitsgruppe für Molekulare Immunologie des HZI haben herausgefunden, wie die Bakterien in Tumorzellen einwandern. Ein Botenstoff des Immunsystems verschafft ihnen Zutritt, indem er die Blutgefäße im Krebsgewebe durchlässig macht. Im Tumor ernähren sich die Salmonellen von abgestorbenem Gewebe. „Sie fressen den Krebs regelrecht von innen auf“, sagt Weiß. „In Tumoren der Maus funktioniert das schon ganz gut. Wir wollen aber noch mehr erreichen. Genetisch veränderte Salmonellen könnten einen Wirkstoff in der Tumorzelle abgeben, der die Krebszellen dann gezielt abtötet, ohne das umliegende Gewebe zu beeinträchtigen.“

SIEGFRIED WEISS:

„Genetisch veränderte Salmonellen könnten einen Wirkstoff in der Tumorzelle abgeben, der die Krebszellen abtötet, ohne das umliegende Gewebe zu beeinträchtigen.“

Bis Salmonellen in der Tumorbehandlung eingesetzt werden, müssen aber noch einige Hürden genommen werden. „Wir dürfen nicht vergessen, dass wir es mit Krankheitserregern zu tun haben. Diese müssen abgeschwächt werden, damit sie dem Patienten nicht schaden. Gleichzeitig aber müssen die Bakterien noch so aktiv sein, dass sie den Tumor auch zerstören können. Diese Balance zu finden – darin besteht die Schwierigkeit“, so Weiß. Diese Herausforderung nehmen die HZI-Forscher gerne an – denn der Forschungsansatz Salmonellen als Waffen gegen Krebs einzusetzen, sei mehr als vielversprechend.

NICOLE SILBERMANN

AUF DEM WEG ZU EINER INDIVIDUALISIERTEN KREBSTHERAPIE

Das Genom ist das im Zellkern jeder Zelle gespeicherte Erbmateriale, das aus einer Abfolge von 3,2 Milliarden Bausteinen der DNA besteht. Im Jahr 2003 legte ein internationales Forscherteam das komplett entschlüsselte menschliche Genom vor und beendete damit die Arbeit des 1990 begonnenen Humangenomprojekts. Nun haben sich deutsche Forscher einem neuen Mammutprojekt der biomedizinischen Genomforschung angeschlossen.

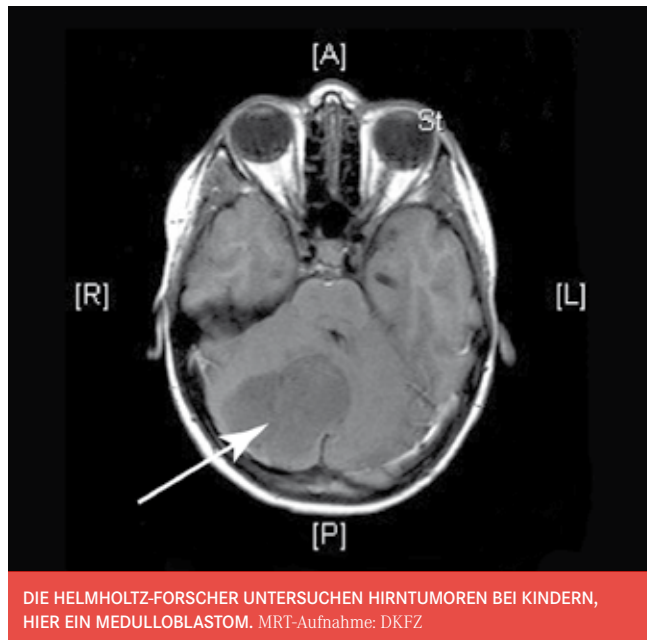
Das Internationale Krebsgenomkonsortium hat sich vorgenommen, sämtliche Unterschiede zwischen dem Erbmaterial von normalen Zellen und Krebszellen aufzudecken. Ziel ist eine Liste sämtlicher Gene, deren Mutation das Krebswachstum fördert. Es ist geplant, für 50 Tumorarten Proben von jeweils 500 Patienten zu analysieren. Da man für den Vergleich auch die Erbmaterialsequenzen der gesunden Zellen jedes Patienten benötigt, ergibt sich insgesamt ein Datenbestand von 50.000 Genomen, eine immense Datenmenge, die alles bisher in der Biomedizin Vorgelegte in den Schatten stellt. Das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ) in Heidelberg dient als zentrale Anlaufstelle für die beteiligten deutschen Institute. Professor Dr. Peter Lichter, Leiter der Abteilung „Molekulare Genetik“, ist der Koordinator des nationalen Forschungsverbundes. Sein Stellvertreter Professor Dr. Roland Eils, Leiter der Abteilung „Theoretische Bioinformatik“, übernimmt das Management der Datenflut.

Ein Projekt dieser Größenordnung erfordert eine internationale Zusammenarbeit, denn es würde die finanziellen und personellen Kapazitäten nationaler Forschung zweifellos überfordern. Die beteiligten Institute eines jeden Landes konzentrieren sich auf jeweils einen oder einige wenige Tumorarten. So übernehmen beispielsweise die chinesischen Forscher den Magenkrebs, während sich japanische und französische Institute für jeweils einen Typ von Lebertumoren entschieden haben. Die deutschen

Forscher werden zwei Arten der häufigsten kindlichen Hirntumoren, Medulloblastom und pilozytisches Astrozytom, analysieren. Daran erkranken in Deutschland jährlich etwa 300 Kinder. „Für diese Tumortypen gibt es bereits Vorarbeiten und eine umfangreiche Sammlung von Gewebeproben im DKFZ“, sagt Peter Lichter. Zur Finanzierung des auf fünf Jahre angelegten Projekts stellen die Deutsche Krebshilfe e.V. und das Bundesministerium für Bildung und Forschung 15 Millionen Euro zur Verfügung. Erste Genanalysen von Hirntumorproben im Rahmen des deutschen „PedBrainTumor“-Konsortiums haben inzwischen begonnen. Neue Proben werden hauptsächlich über ein Netzwerk deutscher Onkologen zur Verfügung gestellt.

Bis vor kurzem gingen die Krebsforscher noch davon aus, dass

weniger als zehn veränderte Gene ausreichen, um unkontrolliertes Zellwachstum zu bewirken. Doch dann ergaben erste Genomanalysen von Brust- und Darmtumoren, dass in den Krebszellen mindestens 20 relevante Gene verändert sind. Wie viele solcher Krebsgene es insgesamt gibt – mehr als 300 sind schon bekannt –, soll das neue Großprojekt herausfinden. Jede Tumorart ließe sich dann durch ein typisches Profil von Krebsgenen charakterisieren und einem Subtyp zuordnen. „Diese genetische Klassifizierung soll die bisherige Gewebetypisierung aber nicht ersetzen, sondern ergänzen“, betont Lichter. Die vollständige Genomsequenzierung jeder Probe gehört also zum Pflichtprogramm. Nach Möglichkeit sollen zusätzlich Informationen über die Genaktivitäten miterfasst werden. Man möchte also auch wissen, welche Gene der Krebszellen ein- oder ausgeschaltet sind



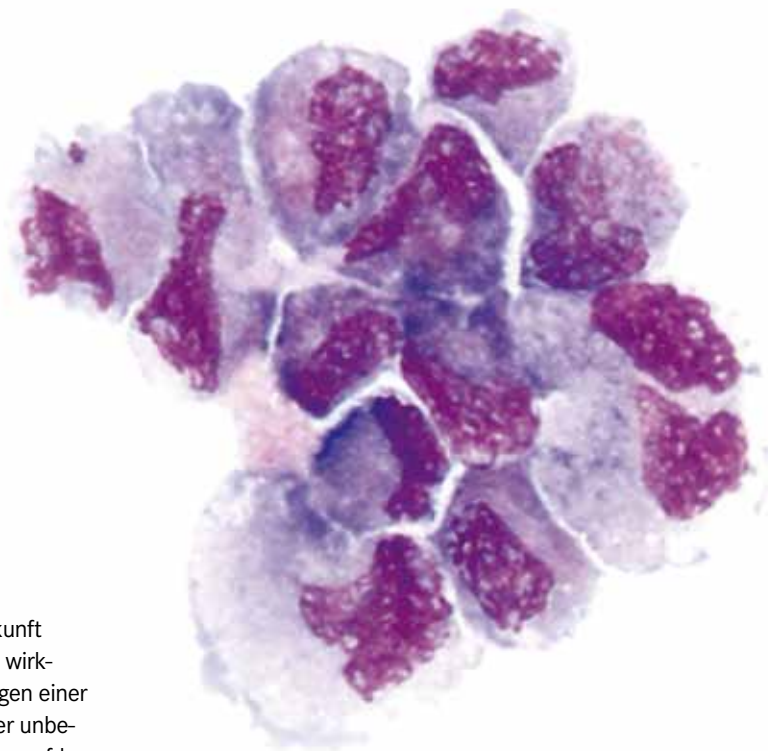
DIE HELMHOLTZ-FORSCHER UNTERSUCHEN HIRNTUMOREN BEI KINDERN, HIER EIN MEDULLOBLASTOM. MRT-Aufnahme: DKFZ

ENTSCHLÜSSELUNG DES KREBSGENOMS

Von den Ergebnissen werden Krebspatienten direkt profitieren: die Diagnostik verbessert sich und die Wahl der am besten geeigneten Therapie wird erleichtert.

und welche Mikro-RNAs gebildet werden. Mikro-RNAs sind kleine Nukleinsäuren, die bei der Genregulation eine Rolle spielen. Von den Ergebnissen des Forschungsprogramms werden die Krebspatienten in verschiedener Hinsicht direkt profitieren: Zum einen verbessert sich die Diagnostik, da das Muster sämtlicher dann bekannter Krebsgene viel genauer als bisher den Subtyp eines Tumors offenbart. Das erleichtert zugleich die Wahl der am besten geeigneten Therapie. So verlangen schnell wachsende, aggressive Tumorformen eine andere Therapie als weniger gefährliche Typen. Zum anderen kann der Nachweis neuer genetischer

IN VITRO KULTIVIERTE BLUT-
BILDENDE ZELLEN DER MAUS.
Foto: MDC/S. Ghani



Krebsmerkmale die Früherkennung verbessern oder Auskunft darüber geben, ob bereits verfügbare Krebsmedikamente wirksam sind oder nicht. Starke Nebenwirkungen und Spätfolgen einer unwirksamen Behandlung ließen sich so vermeiden. Bisher unbekannte Krebsgene können nicht zuletzt neue Zielstrukturen aufdecken, die zur Entwicklung ganz neuartiger Medikamente führen. Noch wäre die Sequenzierung des Krebsgenoms als Einsatz in der Routinediagnostik zu teuer. „Die reinen Verbrauchskosten für die Sequenzierung eines Genoms liegen heute zwischen 8.000 und 10.000 Euro“, so Lichter. Es sei aber nicht unrealistisch, dass diese Kosten schon bald unter 1.000 Euro sinken. Dann könnte jedem Krebspatienten eine komplette Erbmaterialanalyse seines Tumors angeboten werden. Und das wäre ein großer Schritt hin zur angestrebten individualisierten Krebstherapie.

JOACHIM CZICHOS

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

WIE DAS SCHICKSAL VON BLUT-STAMMZELLEN GESTEUERT WIRD

Blutzellen leben nur eine begrenzte Zeit. Deshalb bildet der Körper Blutzellen immer wieder neu. Ihr Reservoir sind die Blutstammzellen. Ob aus einer Blutstammzelle bei der Zellteilung erneut eine Stammzelle wird oder ob sich verschiedene Blutzellen entwickeln, hängt von einem chemischen Vorgang ab, den Forscher schon lange kennen. Aber erst die Arbeit aus dem Labor von Dr. Frank Rosenbauer vom MDC zeigt, dass er auch das Schicksal von Blutzellen bestimmt. Die Rede ist von der DNA-Methylierung. Dabei hängen sich Methylgruppen an die DNA. Ihre Verteilung auf der DNA entscheidet, welche Gene abgelesen und welche

blockiert werden. Für Forscher ist die DNA-Methylierung von großem Interesse, da sie – anders als genetische Informationen von Umweltfaktoren etwa der Ernährung – beeinflusst werden kann. Sie sprechen hier von epigenetischen Informationen. Enzyme (Methyltransferasen) regulieren diesen Vorgang.

PRODUKTIVITÄT VON BLUTSTAMMZELLEN

Die DNA-Methylierung entscheidet darüber, ob Blutstammzellen erneut Stammzellen oder bestimmte Blutzellen bilden. Sie kann – anders als genetische Informationen – von Umweltfaktoren beeinflusst werden.

„Fehlt etwa das Enzym Dnmt1, sind die Blutstammzellen defekt und die betroffenen Mäuse sterben“, erklärt Rosenbauer. Bilden die Blutstammzellen etwas Dnmt1, überleben sie, die Stammzellen verlieren aber ihr Potential der Selbsterneuerung und es entstehen nur bestimmte Blutzellen. Auch Krebsstammzellen erneuern sich kaum, wenn die DNA-Methylierung sehr gering ist. Sie entwickeln sich dann auch schlechter zu Leukämiezellen. Die MDC-Forscher wollen jetzt untersuchen, warum sich Krebsstammzellen durch eine Blockade von Dnmt1 ausschalten lassen.

BARBARA BACHTLER



DAS GENOMANALYSEZENTRUM AM HELMHOLTZ ZENTRUM MÜNCHEN STELLT MODERNE TECHNOLOGIEN FÜR GENOM-, PROTEOM- UND METABOLOM-ANALYSE ZUR VERFÜGUNG. Foto: Helmholtz Zentrum München

Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

METABOLOMICS EROBERT DIABETES-FORSCHUNG

Das Risiko für Diabetes oder andere Stoffwechselerkrankungen steigt enorm, wenn ungesunde Ernährungsgewohnheiten und mangelnde Bewegung mit einer genetischen Veranlagung zusammen kommen. Forscher vom Helmholtz Zentrum München haben Varianten von bekannten Diabetes-Risikogenen und weiteren Genen entdeckt, die sie erstmals eindeutig mit Störungen im Fettstoffwechsel in Zusammenhang bringen konnten. Ihre Forschungsergebnisse tragen zu einem besseren Verständnis des Krankheitsbildes und der Entstehung von Diabetes bei und könnten auch die Entwicklung neuer Ansätze für Frühdiagnose und Therapie ermöglichen.

Professor Dr. Karsten Suhre vom Institut für Bioinformatik und Systembiologie am Helmholtz Zentrum München arbeitet auf dem neuen Gebiet der „Metabolomics“. Er und seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter untersuchen dabei Zusammensetzung und Konzentration von Stoffwechselprodukten des Körpers, den so genannten Metaboliten. Die Zusammensetzung der Metaboliten hängt dabei von der genetischen Ausstattung ab. So

KARSTEN SUHRE:

„Diese Forschung bringt uns bei der Suche nach Markern für Früherkennung und Therapie von Stoffwechselerkrankungen wie Diabetes weiter.“

weisen Personen mit anderen Varianten von Diabetes-Risikogenen auch eine entsprechend unterschiedliche Zusammensetzung und Aktivität von Enzymen auf, die durch diese Gene kodiert sind. Und dies wirkt sich direkt auf die Konzentration von Stoffwechselprodukten im Serum aus. Unterschiedliche Stoffwechselprofile werden auch Metabotypen genannt. Der Metabotyp eines Menschen beruht also auf der genetischen Veranlagung und wird durch Ernährung und Lebensstil beeinflusst.

Vor diesem Hintergrund hat das Forscherteam um Suhre gemeinsam mit den Münchener Forschern Dr. Christian Gieger, Dr. Thomas Illig und Professor Dr. Jerzy Adamski die Konzentrationen von über 150 Stoffwechselprodukten in Blutproben

von 1.800 Teilnehmern der Bevölkerungsstudie KORA untersucht. KORA steht für „Kooperative Gesundheitsforschung in der Region Augsburg“ und wird von Professor Dr. Dr. H.-Erich Wichmann, Helmholtz Zentrum

München, geleitet. Die Stoffwechselprofile wurden mit den genetischen Varianten der Probanden verglichen und dazu in Beziehung gesetzt. Erstmals konnten die Helmholtz-Forscher mit ihrer Studie einen direkten Zusammenhang zwischen Genvarianten und Unterschieden im Stoffwechselhaushalt aufzeigen. „Die Verknüpfung von Genetik und Stoffwechselprodukten ist neu und bringt uns bei der Suche nach Markern für die Früherkennung und Therapie von schweren Stoffwechsel-

erkrankungen wie beispielsweise Diabetes einen entscheidenden Schritt weiter“, so Karsten Suhre. „Eine Identifizierung von genetisch bedingten Variationen im Stoffwechselhaushalt kann in Zukunft zur individuellen Vorhersage von Risiken hinsichtlich bestimmter Erkrankungen, Reaktionen auf Medikamentenbehandlung sowie Ernährungs- oder Umwelteinflüsse beitragen.“ Die Ergebnisse aus der Metabolomics-Forschung zeigen, welche physiologischen Auswirkungen bestimmte Genvarianten haben. „Metabolomics wird dabei helfen, Gesundheitsrisiken für bestimmte Erkrankungen wesentlich differenzierter zu bestimmen als es bisher anhand von Genanalysen möglich war – insbesondere für solche Krankheiten, die eng mit dem Stoffwechsel zusammenhängen“, sagt Karsten Suhre. Dazu gehören Volkskrankheiten wie Diabetes, Gicht oder eine Verengung der Herzkranzgefäße, die häufig zu einem Schlaganfall oder Herzinfarkt führen. Suhre: „Mit diesem Wissen können Patienten zukünftig gezielter behandelt werden, weil ihre Reaktionen auf Medikamente aber auch der Einfluss der Ernährung und der Umwelt präziser eingeordnet werden können. Unsere Forschungsergebnisse sind ein erster Schritt hin zu einer individualisierten Medizin und Ernährung.“

NICOLE SILBERMANN

Deutsches Krebsforschungszentrum

BRAUNES FETTGEWEBE ALS SCHLANKMACHER

Normalerweise sorgt die Regulation des Stoffwechsels für einen ausgeglichenen Energiehaushalt, so dass das Körpergewicht weitgehend stabil bleibt. Bei zunehmender Fettleibigkeit wird mehr Energie im so genannten weißen Fettgewebe gespeichert als verbraucht. Braunes Fettgewebe hat dagegen eine andere Funktion, es wandelt Energie in Wärme um. Daher

könnte braunes Fettgewebe, so die Idee, vielleicht helfen, das gestörte Gleichgewicht zwischen Energieaufnahme und Energieverbrauch wiederherzustellen.

STEPHAN HERZIG:

„Es gibt Berechnungen, wonach 50 Gramm zusätzliches braunes Fettgewebe den Energieumsatz eines Menschen um 20 Prozent steigern.“

Die Forscher der Abteilung Molekulare Stoffwechselkontrolle am Deutschen Krebsforschungszentrum unter Leitung von Dr. Stephan Herzig haben bei Mäusen einen Signalweg entdeckt, der die Neubildung von braunem Fettgewebe auslöst. Dabei spielt das Entzündungsenzym Cyclooxygenase-2 (COX-2), das die Produktion von Prostaglandinen reguliert, eine entscheidende Rolle. Bei genetisch veränderten Mäusen, die das Enzym im Überschuss bildeten, stieg der Prostaglandinspiegel an und bewirkte, dass sich Vorläuferzellen im weißen Fettgewebe zu braunen Fettzellen entwickelten. Diese Mäuse hatten ein um 20 Prozent geringeres Körpergewicht als normale Tiere und blieben auch bei fettreicher Ernährung schlank. Die Heidelberger Forscher halten es für möglich, die Erzeugung von braunem Fettgewebe für eine Therapie der Fettleibigkeit nutzen zu können. „Es gibt Berechnungen, wonach 50 Gramm zusätzliches braunes Fettgewebe den Energieumsatz eines Menschen um 20 Prozent steigern“, sagt Herzig.

Von den neuen Forschungsergebnissen könnten jedoch auch Tumorkrankheiten profitieren, die an Auszehrung leiden. So hat eine Studie ergeben, dass eine Behandlung mit COX-2-Hemmern den übermäßigen Energieverbrauch und die damit verbundene extreme Abmagerung aufhält.

JOACHIM CZICHOS

GENETISCH VERÄNDERTE MÄUSE, DIE
DAS ENTZÜNDUNGSENZYM COX-2 IM
ÜBERSCHUSS BILDEN, BLEIBEN IM GE-
GENSATZ ZUR NORMALEN MÄUSEN
AUCH BEI FETTREICHER KOST SCHLANK.
Foto: DKFZ



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

MAUS STEHT MODELL FÜR SCHLAGANFALLPATIENTEN

Etwa 250.000 Menschen pro Jahr haben in Deutschland einen Schlaganfall. Die Mehrzahl der Betroffenen leidet anschließend unter Folgeschäden wie Lähmungen, Sprach- oder Sehstörungen. Forscher um Professor Dr. Norbert Hübner vom MDC haben in Zusammenarbeit mit französischen Kollegen nun ein Mausmodell entwickelt, mit dem sich Risikofaktoren für die Entstehung eines Schlaganfalls genau untersuchen lassen.

Ausgegangen sind die Forscher dabei von der erblich bedingten Erkrankung CADASIL (Cerebral Autosomal Dominant Arteriopathy with Subcortial Infarcts and Leukoencephalopathy). CADASIL

kann zu einer Form des Schlaganfalls führen, die vor allem die kleinsten Blutgefäße betrifft. Im Gegensatz zum klassischen Hirninfarkt, der häufig durch eine Arteriosklerose verursacht wird, hängt CADASIL mit Veränderungen in einem Gen zusammen, das „Notch 3“ genannt wird. CADASIL gehört zu den häufigsten genetisch verursachten Hirninfarkten, zählt aber dennoch zu den selteneren Krankheiten: Von 100.000 Einwohnern sind etwa vier Menschen betroffen. Ein frühes Symptom sind migräneartige Kopfschmerzen, die durch die charakteristischen Gefäßverengungen ausgelöst werden. Über die Jahre kommt es zu wiederholten kleinen Schlaganfällen, die letztlich

NORBERT HÜBNER:

„CADASIL hat Modellcharakter für andere epidemiologisch bedeutsame Krankheitsbilder wie Schlaganfall oder Demenz.“

zu einem Abbau der geistigen Leistungsfähigkeit bis hin zur Demenz führen. Eine wirksame Behandlung gibt es bisher nicht. Zur Vorbeugung der Schlaganfälle wird - neben der Gabe von Acetylsalicylsäure - geraten, mögliche Risikofaktoren zu minimieren und Werte wie Blutdruck, Blutzucker und Blutfette im optimalen Bereich zu halten.

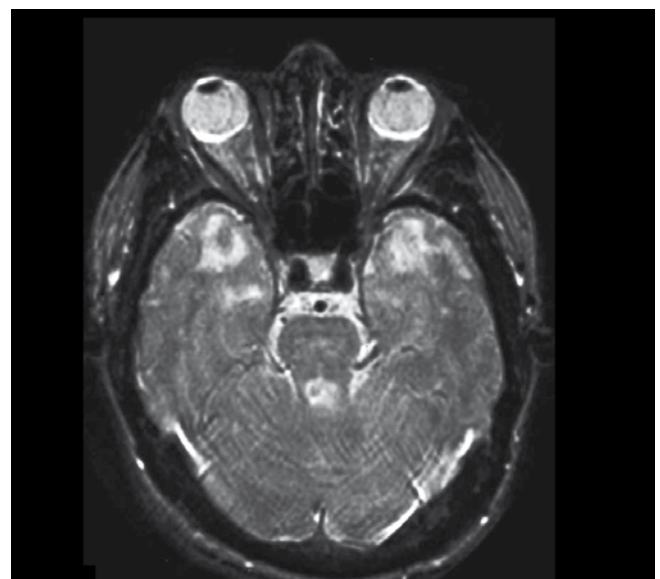
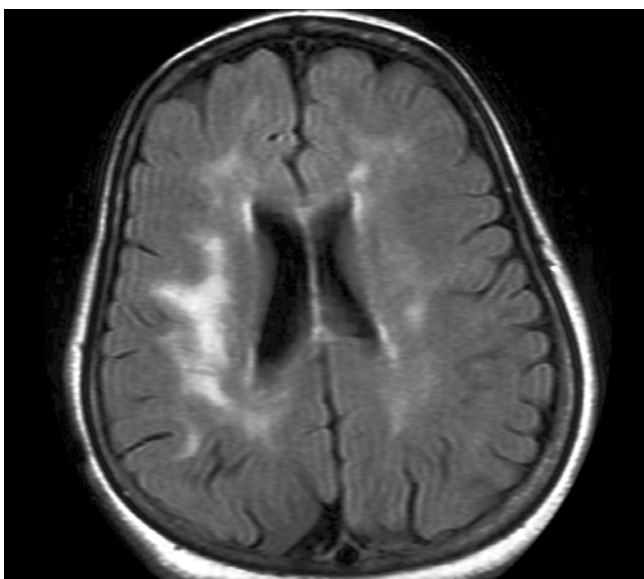
Dennoch spielt CADASIL in der medizinischen Forschung eine wichtige Rolle: „Es hat Modellcharakter für andere epidemiologisch bedeutsame Krankheitsbilder wie dem mikroangiopathischen Schlaganfall, bei dem kleinste Blutgefäße verengt sind oder der vaskulären Demenz, bei der die Durchblutung des Gehirns gestört ist. Wegen der ähnlichen Pathologie können wir von dieser

speziellen Erkrankung sehr viel lernen“, sagt Hübner.

Mit Hilfe eines künstlichen Chromosoms konnten die MDC-Forscher ein verändertes menschliches Notch 3-Gen erfolgreich in eine Maus einführen. Dazu bauten

sie das veränderte Notch3-Gen in ein künstliches ringförmiges Chromosom (Plasmid) ein und befruchteten damit durch Mikroinjektion Eizellen von Mäusen. Da es sich nicht steuern lässt, wo sich die neue Erbsubstanz im Genom der Maus einfügt, haben Hübner und sein Team auch die großen regulatorischen Bereiche links und rechts des Notch 3-Gens in das Plasmid eingefügt. Diese regulatorischen Bereiche sind essentiell dafür, dass Notch 3 korrekt und in normalem Umfang abgelesen werden kann.

Der Versuch, den die MDC-Forscher erstmals für die Erkrankung CADASIL durchgeführt haben, ist gelungen: Das Gen wurde in das Mausgenom eingebaut und die genetisch verän-



DIE MDC-FORSCHER UNTERSUCHEN DIE ERBLICH BEDINGTE ERKRANKUNG CADASIL AM MAUSMODELL. ETWA 4 VON 100.000 MENSCHEN LEIDEN DARAN. DIESE MRT-AUFNAHMEN VON CADASIL-PATIENTEN (HIER AUS DEM KING FAISAL HOSPITAL, SAUDI-ARABIEN) ZEIGEN KLEINERE INFARKTE.
Foto: King Faisal Specialist Hospital, Riyadh, Saudi Arabia/K. Abu-Amro, S. Bohlega



DR. FRANCESCA ALESSANDRINI UNTERSUCHT, WIE FEINSTAUB ALLERGISCHE REAKTIONEN BEINFLUSSEN KANN. Foto: Helmholtz Zentrum München

dernten Tiere haben eine ganze Reihe der Krankheits-Vorstufen entwickelt, die auch beim Menschen auftreten. So kam es tatsächlich zu einer Verengung und Blockade kleiner Blutgefäße, deren Folgen Schlaganfall sowie eine Verringerung der geistigen Leistungen sind. „Mit diesen Ergebnissen ist es nun – ergänzend zu zellbiologischen Untersuchungen – endlich möglich, mikroangiopathische Erkrankungen im Tiermodell nachzustellen. Wir können jetzt erforschen, wie es beim Menschen überhaupt zu dieser Erkrankung kommt und überprüfen, ob es noch andere Risikofaktoren als die bislang bekannten gibt und in welchem Ausmaß sich dann tatsächlich Schlaganfälle entwickeln“, sagt Norbert Hübner. „Und natürlich wird auch daran geforscht, wie es überhaupt dazu kommt, dass die Mutation im Notch 3-Gen bei CADASIL-Patienten zum Schlaganfall führt und wie dem in Zukunft Einhalt geboten werden kann.“

NICOLE SILBERMANN

Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

ULTRAFEINE PARTIKEL VERSCHLIMMERN ASTHMA

Eine Belastung durch Feinstaub führt häufig zu einer Verschlimmerung von allergischem Asthma. Dieser Zusammenhang ist aus epidemiologischen Studien bereits recht gut bekannt. Welche Rolle dabei ultrafeine Partikel spielen, wollten Dr. Francesca Alessandrini und ihre Kollegen vom Helmholtz

Zentrum München und vom ZAUM Zentrum Allergie und Umwelt der Technischen Universität München genauer untersuchen. In ihrer Studie arbeiteten sie mit allergisch sensibilisierten Mäusen, die zunächst ultrafeine Kohlenstoffpartikel inhalierten, wie sie im Dieselruß enthalten sind. Dann wurden die Tiere spezifischen Allergenen ausgesetzt. Die Forscher untersuchten die allergischen Reaktionen wie Schleimproduktion der Atemwege und die Entzündungsreaktionen der Tiere. Die Mäuse, die dem Feinstaub ausgesetzt waren, reagierten dabei weitaus stärker als eine Gruppe von Kontrolltieren, die ebenfalls den Allergenen, nicht aber dem Feinstaub ausgesetzt waren.

FEINSTAUB UND ALLERGIE

Wenn Mäuse Feinstaub ausgesetzt waren, reagierten sie heftiger auf Allergene als Artgenossen, die keine Feinstaubbelastung erlebt hatten.

Dieser Effekt war umso größer, je höher die Feinstaubbelastung war und je rascher die Mäuse nach der Feinstaubbelastung zusätzlich den Allergenen ausgesetzt wurden. Eine verstärkte allergische Reaktion im Vergleich zu den Kontrolltieren konnten die Forscher sogar dann noch nachweisen, wenn zwischen der Inhalation des Feinstaubes und der Allergenexposition vier Tage lagen. „Unsere Ergebnisse unterstützten die Vermutung, dass allergisch sensibilisierte Menschen möglicherweise empfindlicher als andere auf ultrafeine Partikel reagieren“, erklärt Francesca Alessandrini. NICOLE SILBERMANN

ALTERN IM ZEITRAFFER

Die Bevölkerung altert zunehmend. Obwohl ein gesundes Altern immer häufiger ist, nimmt das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Krebs und neurodegenerative Erkrankungen mit dem Alter zu. Bereits heute leiden in Deutschland rund eine Million Menschen an einer Demenz. Bis zum Jahr 2050 könnte sich diese

Zahl - bedingt durch die steigende Lebenserwartung - bis auf das Dreifache erhöhen. Denn mit zunehmendem Alter steigt auch das Risiko für neurodegenerative Erkrankungen wie Parkinson und Alzheimer. Dr. Daniele Bano ist Leiter der Arbeitsgruppe „Altern und Neurodegeneration“ am Deutschen Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen e. V. (DZNE). Gemeinsam mit seinen Mitarbeitern untersucht er die genetischen Grundlagen und physiologischen Mechanismen von Alterungsprozessen, um die Entstehung neurodegenerativer Erkrankungen aufzuklären.

In den letzten Jahren haben verschiedene Forschungsarbeiten gezeigt, dass mit dem Alter auch die Verbindungen zwischen Nervenzellen abnehmen. Dieser Verlust an Konnektivität zwischen Nervenzellen scheint der Grund für die Gedächtnisstörungen bei neurodegenerativen Erkrankungen zu sein. Daher wollen Bano und sein Team Gene finden, die diesen Alterungsprozess im Gehirn aufhalten können. Das bevorzugte Untersuchungsobjekt ist der Fadenwurm *Caenorhabditis elegans*. Das nicht ganz einen Millimeter große Tier hat

eine Lebenserwartung von nur etwa drei Wochen. An ihm können die DZNE-Forscher Alterungsprozesse wie im Zeitraffer verfolgen und sehr viel schneller Ergebnisse erzielen als beispielsweise mit Mäusen, die eine höhere Lebenserwartung haben. Außerdem sind Fadenwürmer kostengünstiger, leichter zu vermehren und einfacher genetisch manipulierbar. Alterungsprozesse bei Würmern und Menschen sind sehr ähnlich, denn wichtige Gene existieren in beiden Organismen. „Mit Fadenwürmern können wir grundlegende genetische Untersuchungen machen und Gene identifizieren, die wahrscheinlich eine wichtige Rolle für die Ge-

hirnarchitektur oder neuronale Physiologie spielen“, so Bano. „Die testen wir dann in höheren Tiermodellen wie Mäusen, um damit eine bessere Übertragbarkeit auf den Menschen zu erreichen.“ Fadenwürmer, die deutlich länger leben als ihre Artgenossen, werden auf Varianten in ihren Genen hin untersucht, die zu ihrer längeren Lebensspanne geführt haben. In verschiedenen Experimenten mit genetisch veränderten Fadenwürmern beobachten die DZNE-Forscher, wie sich deren genetische Ausstattung auf

den Alterungsprozess auswirkt. Dazu beeinflussen sie auch gezielt bestimmte Gene, die mit dem Alterungsprozess im Zusammenhang stehen, drehen ihre Aktivität hoch oder herunter oder schalten sie ganz aus. Bano: „Weiterhin untersuchen wir, in welche Stoffwechselvorgänge diese Gene involviert sind und, inwieweit diese auch bei den Alterungsprozessen des Menschen eine Rolle spielen. Es ist heute bekannt, dass veränderte Stoffwechselwege im Alter einen hohen Einfluss auf Störungen und den Abbau von Nervenzellen, den Ursachen neurodegenerativer Erkrankungen haben. Wie das geht, wissen wir aber noch nicht.“ Auch die Arbeitsgruppe von Dr. Dan Ehninger beschäftigt sich damit, welchen Einfluss der Alterungsprozess auf neurodegenerative Erkrankungen hat. Ehninger leitet seit Februar 2010 die Nachwuchsgruppe „Molekulare und zelluläre Kognition“. Aufbauend auf Forschungsergebnissen mit Fadenwürmern will er mit Hilfe des Mausmodells die Auswirkungen von Alte-

rungsprozessen auf das Gehirn verstehen und untersuchen, wie sich Verhalten, Lernen und Gedächtnis mit dem Älterwerden verändern. Zur Beantwortung dieser Fragen werden Ehninger und seine Kollegen mit Mäusen arbeiten, bei denen sie den Alterungsprozess künstlich nach hinten verschieben.

Mäuse leben länger, wenn sie mit Rapamycin gefüttert werden, einem Medikament, das unter anderem zur Immunsuppression bei Organtransplantationen genutzt wird. Es hat eine Wirkung auf das Enzym mTOR, das verschiedenste Funktionen in der Signalübertragung des Stoffwechsels hat und mit Alterungspro-



IM FADENWURM *CAENORHABDITIS ELEGANS* LASSEN SICH ALTERUNGSPROZESSE WIE IM ZEITRAFFER VERFOLGEN. Foto: DZNE

DZNE-FORSCHUNGSARBEITEN AM WURM UND AN MÄUSEN:

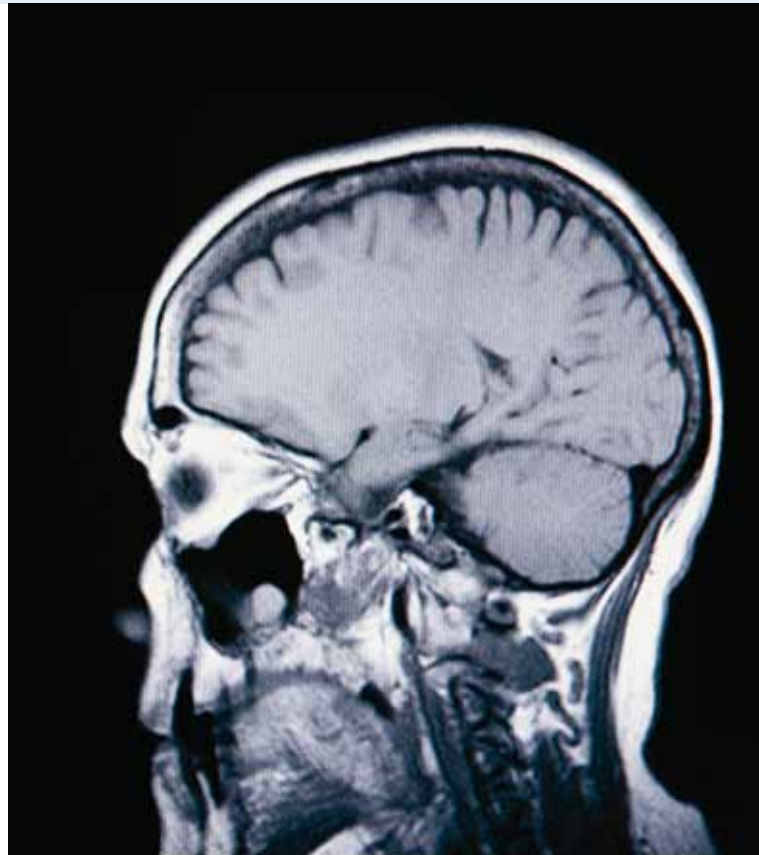
Führt das Hinauszögern des Alterungsprozesses auch dazu, altersbedingte Lernstörungen nach hinten zu verschieben?

zessen in Zusammenhang steht. mTOR stimuliert zum einen die Herstellung von Proteinen und hemmt zum anderen den Stoffabbau innerhalb der Zellen. Rapamycin greift in diese Stoffwechselprozesse ein. Im Alzheimer-Tiermodell konnte der Ausbruch der Krankheit durch Rapamycin deutlich nach hinten verschoben werden. „Wir wollen herausfinden, worauf genau diese Lebensverlängerung und das Verschieben des Krankheitsausbruchs beruhen. Darüber hinaus interessiert uns natürlich auch welchen Effekt das Hinauszögern des Alterungsprozesses auf die Hirnalterung hat und, ob auch altersbedingte Lernstörungen dadurch nach hinten verschoben werden können“, sagt Ehninger. Der Einfluss von aktiven Alzheimer-Genen in Kombination mit dem Medikament Rapamycin soll bei jungen als auch bei alten Mäusen getestet und verglichen werden. Gibt es Unterschiede im Krankheitsverlauf? Entwickeln sich unterschiedliche Effekte im Gehirn, die sich beispielsweise auf die Lernfähigkeit auswirken? Ehninger: „Unsere Forschungsaktivitäten werden sich an der Schnittstelle zwischen Altern und Neurodegeneration ansiedeln. Sie sollen unter anderem Antworten darauf finden, warum neurodegenerative Erkrankungen meist so spät auftreten und natürlich auch dazu beitragen neurodegenerative Prozesse zu verstehen, um neue Therapieansätze zu finden.“

NICOLE SILBERMANN

Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE) FRÜHWARNSYSTEM FÜR NEURODEGENERATIVE ERKRANKUNGEN

Viele Ältere fragen sich bei Gedächtnisproblemen, ob es sich dabei um die normale Altersvergesslichkeit handelt oder bereits um Anzeichen einer Demenz. Zur Diagnose dienen bildgebende Verfahren wie die Magnetresonanztomographie (MRT), die strukturelle oder molekulare Veränderungen im Gehirn darstellen können. Ein negativer Befund wiegt die Patienten aber in falscher Sicherheit – nicht jede Veränderung kann damit festgestellt werden. Zudem eignet sie sich kaum, Subtypen zu unterscheiden. „Aktuell wird deutlich, dass gerade präventive Therapien nur in engen Zeitfenstern wirken und möglichst schon präklinisch eingesetzt werden sollten. Hier benötigen wir eine prädiktive Diagnostik der drohenden Demenz und auch Verfahren zur Vorhersage des weiteren Krankheitsverlaufs.“, so Professor Dr. Dr. Pierluigi Nicotera, wissenschaftlicher Vorstand des Deutschen Zentrums für Neurodegenerative Erkrankungen. Eine solche frühzeitige, differenzierte und verlaufsorientierte Diagnose soll am DZNE entwickelt werden. Dabei konzentriert man sich vor allem auf neurochemische und molekulare Veränderungen, welche lange vor dem Auftreten messbarer struktureller Verluste im Gehirn ablaufen. Die daran beteiligten Stoffe, so genannte Biomarker, dienen als Indikatoren. Bereits heute werden zwei Biomarker, Tau-Proteine- und Aβ-peptide, eingesetzt, die im Liquor, der Gehirn-Rückenmarks-Flüssigkeit, gemessen



BILDGEBENDE VERFAHREN KÖNNEN STRUKTURELLE VERÄNDERUNGEN, WIE SIE U. A. BEI DER ALZHEIMER DEMENZ AUFTRETEN, DARSTELLEN. Bild: iStockphoto

werden. Damit ist bei einer leichten kognitiven Störung der Ausbruch der Alzheimer Erkrankung selbst bei negativem MRT-Befund bereits mindestens sechs Jahre im Voraus zu erkennen. Das ist aber nur der Anfang eines Frühwarnsystems gegen Demenz. „Die Liquorgestützte Methode ist immer noch invasiv. Wir müssen erreichen, dass wir Biomarker in einem preiswerten und automatisierten Verfahren im Blut nachweisen können. Dazu müssen wir neue Biomarker identifizieren“, so Nicotera.

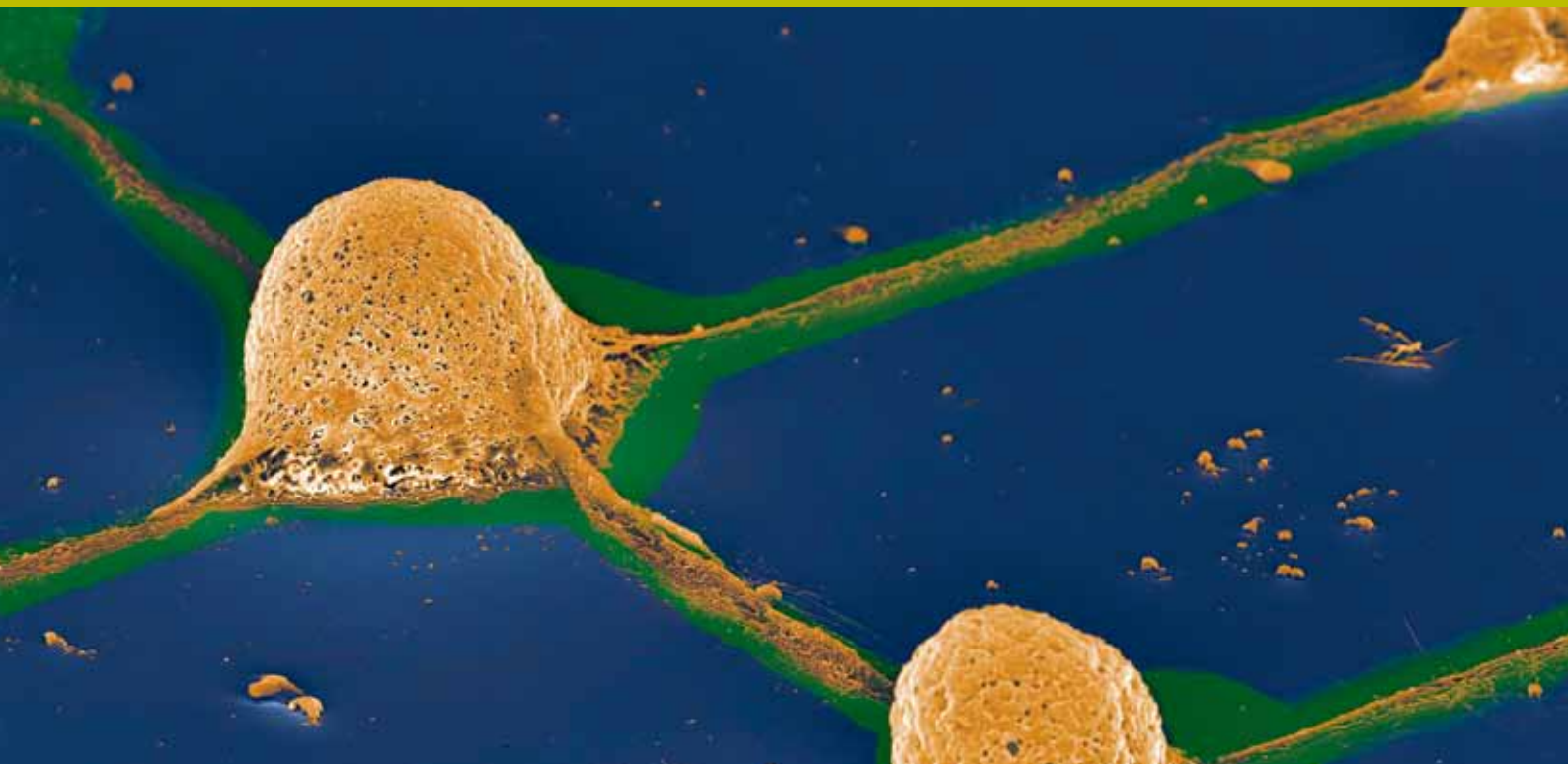
PIERLUIGI NICOTERA:

„Wir müssen erreichen, dass wir Biomarker in einem preiswerten und automatisierten Verfahren im Blut nachweisen können. Dazu müssen wir neue Biomarker identifizieren.“

Das könne schon in fünf Jahren möglich sein. Mit den neurochemischen Demenzmarkern (Blut, Liquor), dem hochauflösenden 7-Tesla-MRT inklusive funktioneller MR-Bildgebung und der Positronen-Emissionstomographie (PET) sollen Erkrankte mit milden Störungen über einen längeren Zeitraum beobachtet werden. Nahziel ist es, dass neurodegenerative Demenzerkrankungen erst mehrere Jahre später in das eigentliche Demenzstadium übergehen. Fernziel ist, das Eintreten des Demenzstadiums – mit dramatischer Verschlechterung der Lebensqualität für den Erkrankten und seine Angehörigen – ganz zu verhindern.

SONJA JÜLICH-ABBAS

FORSCHUNGSBEREICH SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN



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

DIE AUFGABE

Im Forschungsbereich Schlüsseltechnologien arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Helmholtz-Gemeinschaft vor allem an generischen Technologien, die neue Methoden und innovative Lösungen in Hinblick auf die großen Herausforderungen unserer Gesellschaft versprechen. Die besondere großforschungsspezifische Infrastruktur des Forschungsbereichs kann eine zeitnahe industrielle Nutzung befördern. Dazu gehören vor allem die Bereiche Nano- und Bioelektronik, Nanotechnologie, Mikrosystemtechnik, Technologien an den Schnittstellen zwischen Biologie und Physik, funktionale Werkstoffsysteme und Supercomputing. Supercomputing ist neben Experiment und Theorie zu einer dritten Säule des wissenschaftlichen Arbeitens geworden, indem es die Simulation komplexer Systeme, das Austesten von Hypothesen und neue Einsichten in die verborgenen Strukturen der Wirklichkeit erlaubt. Neuartige Materialien mit maßgeschneiderten Eigenschaften ermöglichen die Entwicklung

innovativer Produkte wie Speichermedien mit erhöhter Kapazität, energiesparende Leichtbaumaterialien für Fahrzeuge oder biokompatible Implantate für medizinische Anwendungen. Dort, wo sich Potenziale für die Anwendung herauskristallisieren, wird die Forschung vertieft, bis die Eignung für konkrete Anwendungen feststeht.

Technologische Neuerungen und wegbereitende Innovationen eröffnen sich durch Grundlagenforschung und erfinderische Tätigkeit. So hat der Nobelpreisträger Peter Grünberg mit dem von ihm entdeckten GMR-Effekt beispielhaft gezeigt, wie sich Ergebnisse aus der Forschung in zukünftige Schlüsseltechnologien überführen lassen, die innerhalb von 10–15 Jahren zu innovativen Produkten mit hoher wirtschaftlicher und industrieller Relevanz führen. Die Helmholtz-Zentren in Geesthacht, Jülich und Karlsruhe bringen ihre breit gefächerte Expertise und ihr interdisziplinäres Potential ein, um die Grundlagen für die

Schlüsseltechnologien der nächsten Generation zu schaffen. Besonderes Innovationspotential ergibt sich an der Schnittstelle von Disziplinen zwischen Physik, Chemie, Materialforschung, Lebenswissenschaften und Nanotechnologie über mehrere Skalen und mit starker Unterstützung durch Modellierung und Simulation. Helmholtz-spezifische Technologie-Plattformen wirken dabei im engen Verbund mit ausgewählten Universitäten als Kristallisationspunkte für eine breite Nutzergemeinschaft aus Universitäten und Industrie. Als Großgerät mit hoher Sichtbarkeit soll ein europäisches Supercomputing-Zentrum mit Multi-Petaflop-Performance in Jülich als Teil des deutschen Gauss-Centre for Supercomputing und als Architekt der europäischen Infrastruktur PRACE (Partnership for advanced computing in Europe) etabliert werden und für alle wissenschaftlichen Forschergemeinschaften in Europa zur Verfügung stehen. Der Forschungsbereich unterstützt die Hightech-Strategie des Bundes, speziell in den Bereichen Bio- und Nanotechnologie, der Mikro- und Nanoelektronik, den Optischen Technologien, der Mikrosystem- und Werkstofftechnik sowie der Informations- und Kommunikationstechnologie. Der Forschungsbereich Schlüsseltechnologien agiert dabei als Taktgeber für Innovation und als Entwickler für diese Zukunftsfelder, die die Spitzenstellung von Deutschland sichern und den Wirtschaftsstandort erhalten sollen.

Die Erforschung von generischen Schlüsseltechnologien der nächsten Generation baut auf einer breiten naturwissenschaftlichen Grundlage auf; dabei sollen neben dem möglichen Nutzen auch Chancen und Risiken für unsere Gesellschaft untersucht und beurteilt werden.

DIE PROGRAMMSTRUKTUR IN DER FÖRDERPERIODE 2010–2014

Der Forschungsbereich Schlüsseltechnologien startete zum 1. Januar 2010 mit sechs Programmen sowie dem Programm Technologie, Innovation und Gesellschaft, das er gemeinsam mit dem Forschungsbereich Energie (S. 16 f.) gestaltet.

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

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 konzentriert 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. Von den Arbeiten zu Schlüsseltechnologien profitieren darüber hinaus die Forschungsbereiche Energie, Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr, Gesundheit sowie Erde und Umwelt.

„Die Entwicklungen im Bereich Schlüsseltechnologien zeigen das Potential der Helmholtz-Gemeinschaft bei der Adressierung großer Zukunftsfragen der Gesellschaft. Beeindruckend sind zum Beispiel die Möglichkeiten des Supercomputing, die es gestatten, Simulationen hochkomplexer Prozesse in bisher unerreichter Detailtreue durchzuführen.“



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

DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2010–2014

Das Programm Supercomputing

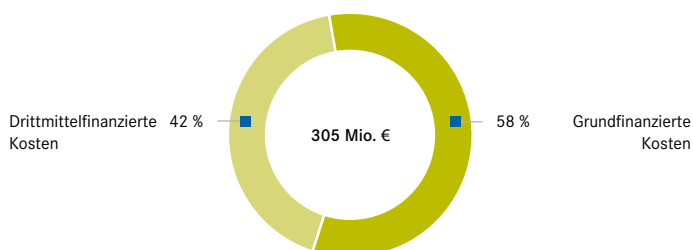
Die Verarbeitung von großen Datenmengen oder die Modellierung komplexer Systeme sind wichtige Werkzeuge für die Forschung. Mit seinen Schwerpunkten Höchstleistungsrechnen und Grid-Computing stellt das Programm unverzichtbare Infrastrukturen für die deutsche Wissenschaft bereit. Im John von Neumann-Institut für Computing in Jülich und dem Grid Computing Centre Karlsruhe arbeiten Experten an der Verbesserung der Methoden-, Werkzeug- und Anwendungsentwicklung und betreuen insbesondere durch die Simulation Laboratories die zahlreichen internen und externen Nutzer aus anderen Forschungsbereichen und Institutionen. Das Forschungsprogramm hat ferner die Aufgabe, die jeweils neueste und leistungsfähigste Generation der Höchstleistungsrechner aufzubauen und zu betreiben; in Jülich steht mit JUGENE der schnellste Rechner Europas. 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.

Das Programm Grundlagen für zukünftige Informationstechnologien

Nach dem Mooreschen Gesetz werden Bauelemente auf einem Chip weiter in rasantem Tempo schrumpfen. Doch wie klein kann ein Bauelement werden, ohne seine physikalische Funktion zu verlieren? Wenn man sich einer charakteristischen Größe von fünf Nanometern nähert, ist nach heutigem Wissen die physikalische Grenze für die herkömmliche Elektronik erreicht. Jenseits dieser Grenze müssen die Forscher ganz neue Phänomene nutzen und neue Bauelement-Konzepte entwickeln. Die Forschung in diesem Programm untersucht daher quantenelektronische, magnetoelektronische, ferroelektrische, redoxschaltende und molekulare Nanostrukturen. Auch die Höchstfrequenzelektronik und die bioelektrische Signalverarbeitung zählen zu diesem Programm.

Gesamtkosten des Forschungsbereichs Schlüsseltechnologien Ist-Kosten 2009: 305 Mio. Euro

(inkl. der anteiligen programmungebundenen Forschung)



Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler führen Grundlagenforschung zu Materialien und den darin ablaufenden Prozessen durch, untersuchen die Informationsverarbeitung in Logikbauelementen, die Speicherung von Informationen in Random Access Memories und Massenspeichern sowie die Übertragung von Informationen auf Chip- und Systemebene und entwickeln neue Sensoren.

Das Programm NANOMIKRO: Wissenschaft, Technologie und Systeme

Während die Mikrosystemtechnik bereits sehr nah an der Anwendung ist, erfordert die Nanotechnologie noch umfangreiche Grundlagenforschung. In diesem Programm werden neue, funktionale Mikrosystemstrukturen aus Kunststoffen, Metallen oder Keramiken entwickelt und Anwendungspotenziale von nanostrukturierten Materialien untersucht. Dabei werden – meist in Kooperation mit der Industrie – Komponenten für die Mikroverfahrenstechnik, Gasanalytik, Mikrofluidik oder Lebenswissenschaften entwickelt. In Nano-Fabrikationsanlagen sollen nanostrukturierte Systeme mit maßgeschneiderten Eigenschaften industriell gefertigt werden können. Nanomaterialien und Prozesse bilden den Kern des Programms, Optik und Photonik sind Anwendungsfelder, die aus dem Programm entwickelt werden. Einen weiteren Schwerpunkt bilden Materialien für die Energiespeicherung, insbesondere für Batterien in Elektrofahrzeugen. Die große Spannweite von erkenntnisorientierter Forschung bis zu anwendungsnahen Systemen erlaubt es, Ergebnisse der Grundlagenforschung in Anwendungen zu überführen. Die zentralen technischen Einrichtungen im Programm stehen der „Scientific Community“ als Karlsruhe Nano-Micro-Facility in Form einer offenen Nutzereinrichtung zur Verfügung.

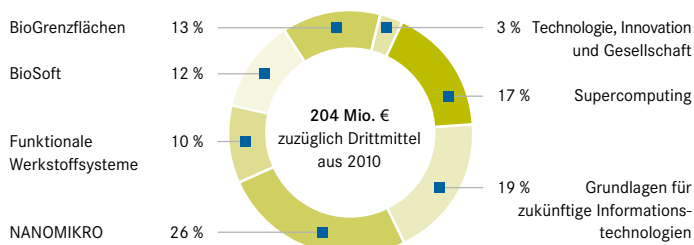
Das Programm Funktionale Werkstoffsysteme

In diesem Programm werden neuartige metallische und funktionale, polymerbasierte Werkstoffsysteme entwickelt, die beim Leichtbau in der Verkehrs- und Energietechnik, in der chemischen Prozesstechnik, in der zukünftigen Wasserstofftechnik sowie in der Medizintechnik eingesetzt werden können. In Koope-

Die Struktur des Forschungsbereichs Schlüsseltechnologien

Senatsempfehlung für die Grundfinanzierung 2010: 204 Mio. Euro

(inkl. der anteiligen programmungebundenen Forschung)



Zu den Diagrammen:

Im linken Diagramm sind die tatsächlich im Berichtsjahr 2009 eingesetzten Mittel für den Forschungsbereich Schlüsseltechnologien – unterteilt in grund- und drittmittelfinanzierte Kosten – abgebildet.

Im rechten Diagramm sind die vom Senat bewilligten grundfinanzierten Kosten für das Jahr 2010 dargestellt. Das Diagramm zeigt zusätzlich die Mittelverteilung auf die Programme der zweiten Runde der Programmorientierten Förderung. Ein Vergleich der aktuellen Zahlen mit den Darstellungen aus den Vorjahren ist nur bedingt möglich, da sich die Helmholtz-Zentren zum einen neu in ihrer Forschungsbereichs- und Programmstruktur aufgestellt haben. Zum anderen gibt es mit dem Beginn der zweiten Runde der Programmorientierten Förderung einen Wechsel von der differenzierten Budgetierung zwischen F&E- und Infrastrukturkosten zur Vollkostenrechnung.

ration mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie untersuchen die Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Fragen der Legierungs- und Polymerentwicklung, der Be- und Verarbeitung sowie der Bauteil- und Prozessentwicklung und -erprobung. Einen neuen Schwerpunkt bildet die Funktionalisierung von Magnesium- und Titan-Legierungen für den Einsatz in biokompatiblen Implantaten. Werkstoffcharakterisierung und Simulationsverfahren von der Mikro-Skala bis zum komplexen Bauteil liefern die theoretischen Grundlagen für die Optimierung von Herstellungsprozessen und für die Bewertung der Leistungsfähigkeit innovativer Leichtbaustrukturen. Aufbauend auf der Helmholtz-Initiative Funchy wird gemeinsam mit dem Forschungsbereich Energie an funktionalen Werkstoffen für die Feststoff-Wasserstoffspeicherung in Tanksystemen gearbeitet, zum Beispiel für Windkraftanlagen oder Solarenergie, aber auch für mobile Tanksysteme in Automobilen.

Das Programm BioSoft: Makromolekulare Systeme und biologische Informationsverarbeitung

An der Grenzfläche zwischen Physik, Chemie und Biologie entwickeln sich derzeit faszinierende Forschungsgebiete und neue technologische Ansätze. Im Bereich der weichen Materie werden die Eigenschaften von Makromolekülen und ihr kooperatives Verhalten auf Längenskalen von Nano- bis Mikrometern untersucht. Aus der Erkenntnis, dass bereits die scheinbar einfachsten molekularen Maschinen eine hohe Komplexität aufweisen – und umso mehr die Netzwerke von Genen und Proteinen in lebenden Zellen – hat sich in den Lebenswissenschaften ein grundlegender Wandel vollzogen. Ziel des Programms ist es deshalb, die komplexen Strukturen und Mechanismen, die das Verhalten von weicher Materie und biologischen Systemen bestimmen, besser zu verstehen, um neue Materialien und Technologien zu entwickeln. Das Programm beruht auf der engen Wechselwirkung von experimenteller Forschung mit Theorie und Simulationswissenschaften. Im Rahmen des Internationalen Helmholtz-Kollegs „Biophysics and Soft Matter“ wird Doktoranden und Nachwuchswissenschaftlern eine breite interdisziplinäre Ausbildung angeboten.

Das Programm BioGrenzflächen: Molekulare und zelluläre Interaktionen an funktionellen Grenzflächen

Im Programm BioGrenzflächen verfolgen Biologen, Chemiker, Physiker, IT-Spezialisten, Ingenieure und Mathematiker das Ziel, lebende Systeme zu steuern. Dabei konzentrieren sie sich zunächst auf die kleinsten „lebenden“ Einheiten eines biologischen Systems, die Zellen, ihre zellulären Komponenten und die Grenzflächen zwischen Zellen, zwischen Zellen und ihrer Umgebung und zwischen Molekülen wie zum Beispiel Proteinen in Signalkaskaden. Diese Grenzflächen sind logische Schaltstellen, um das Zellverhalten zu beeinflussen. Ein weiterer Schwerpunkt des Programms ist die Kontrolle von Bakterienzellen, die Biofilme auf Oberflächen bilden. Das Programm spannt sich von reiner Grundlagenforschung bis hin zur Entwicklung von anwendungsorientierten Technologien und Produkten für Industrie und Medizin. Neue Therapien für degenerative Erkrankungen der Muskeln, der Netzhaut oder des zentralen Nervensystems sowie die Entwicklung bioaktiver Oberflächen für Implantate und Bioreaktoren werden durch diese Schlüsseltechnologien möglich.

Das Programm Technologie, Innovation und Gesellschaft

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

PROJEKTE

GKSS-Forschungszentrum Geesthacht

LEICHT, LEICHTER, MATERIALFORSCHUNG

Die Gleichung ist einfach: Gelingt es, ein Fahrzeug um 200 Kilogramm leichter zu bauen, so verbraucht es einen Liter weniger Kraftstoff auf 100 Kilometern und stößt damit auch weniger Kohlendioxid aus. Im Kampf gegen überschüssige Kilos setzen die Konstrukteure von Autos und Flugzeugen daher auf leichtere Materialien, zum Beispiel auf Magnesium. Damit kann das Gewicht einzelner Bauteile um 30 bis 70 Prozent gesenkt werden. 100 Kilogramm können nach Ansicht von Professor Dr. Karl Ulrich Kainer in einem Auto durch Magnesium ersetzt werden. Bei gleicher Masse sind Legierungen dieses Metalls außerdem erheblich steifer als Konkurrenzwerkstoffe. „Allerdings bereitet das Verformen von Magnesium noch große Probleme“, sagt Kainer, der das Magnesium Innovations Center (MagIC) am GKSS-Forschungszentrum in Geesthacht leitet. Dort entwickeln Helmholtz-Forscher neue, geschmeidigere Magnesium-Legierungen. Und sie optimieren Herstellungsverfahren, die weniger Energie benötigen und dabei die Materialeigenschaften noch verbessern. „Auch die CO₂-Bilanz der Produktionsprozesse fließt in die Gesamtbilanz eines Fahrzeugs ein“, betont Kainer.

NEUES HERSTELLUNGSVERFAHREN FÜR MAGNESIUMBAUTEILE:
Am Speicherring PETRA III am DESY können die Mikrostrukturen der Legierungen bei der Verformung durch den Gießwalzprozess untersucht werden.

Magnesiumbauteile werden bisher hauptsächlich im Gussverfahren hergestellt. Dafür sind hohe Temperaturen nötig und die Vielfalt der Formen ist eingeschränkt. GKSS-Forscher arbeiten an Alternativen durch so genannte Knetverfahren wie Strangpressen, Schmieden und Walzen. Und ab Herbst 2010 können sie eine neue Gießwalzanlage in industriellem Maßstab nutzen. „Sie ist für die Grundlagenforschung geeignet, ermöglicht es uns aber auch, den Herstellungsprozess schneller in industrielle Maßstäbe zu überführen“, sagt Kainer.

Beim Gießwalzen wird das flüssige Material direkt zwischen die Walzen gegossen, wo es gleich dünn ausgerollt wird und erstarrt. Verglichen mit dem Walzen aus einem Magnesiumblock sind anschließend nur noch wenige Walzdurchgänge nötig, um ein Blech zu bekommen, das sich weiter verarbeiten lässt. Das spart Energie und Kosten, denn das Material muss zwischendurch nicht immer wieder aufge-

heizt werden. „Außerdem wirkt es sich positiv auf die innere Struktur des Materials aus, dass es schnell abkühlt“, erläutert Kainer.

Ergänzt wird die große Anlage durch eine weitere Anlage im Mini-Format, die sogar transportabel ist. Dies bietet die einzigartige Möglichkeit, den Gießwalzprozess in allen Schritten detailliert am Hamburger Elektronen-Synchrotron DESY zu untersuchen. „Am Speicherring Petra III können wir hoch

BISHER WERDEN NEUE MAGNESIUM-LEGIERUNGEN NOCH
IM MAGNESIUM-GUSSOFEN PRODUZIERT. Foto: GKSS



brillante Röntgenstrahlung nutzen, um die Mikrostruktur vom Erstarrungsbereich bis zur Verformung zu beobachten“, sagt Professor Dr. Andreas Schreyer, der den Bereich Werkstoffphysik am GKSS leitet. Das liefert den Forschern nicht nur wertvolle Informationen für die Optimierung des Prozesses, sondern hilft auch dabei, den Werkstoff optimal an das neue Herstellungsverfahren anzupassen.

Vor allem sollen die Materialeigenschaften in allen Raumrichtungen gleich sein. Nur so lassen sich daraus später Bauteile mit gleichmäßiger Wandstärke formen. Die Werkstoffwissenschaftler erreichen dies, indem sie bestimmte Legierungselemente zu- geben. Dies gelingt zum Beispiel mit Zink- und Manganhaltigen Magnesium-Legierungen, die im Patentverfahren sind.

Ein weiteres Material, das für den Leichtbau bereits eine gewisse Bedeutung hat, ist Titan-Aluminium. Es eignet sich – im Gegensatz zu Magnesium – für den Einsatz bei sehr hohen Temperaturen von 700 bis 800 Grad Celsius und ist dabei deutlich leichter als vergleichbare Stahl- oder Nickel-Basis-Legierungen. Damit empfiehlt es sich für Anwendungen unter extremer Belastung wie Turbinenschaufeln im Flugzeug. „Vor 20 Jahren waren GKSS-Forscher Pioniere auf diesem Gebiet, mittlerweile fliegt das Material in einem ersten Triebwerk“, berichtet Schreyer.

Nun wollen er und seine Kollegen auch die neuesten Materialentwicklungen zur Marktreife führen. Die wichtigsten Ziele dabei sind, die Temperaturbereiche noch zu steigern und Probleme zu beheben, die die neuen Legierungen noch haben. „Dafür müssen wir erst einmal die Grundlagen sehr gut verstehen, denn wir wollen die Materialien und Prozesse nicht durch Versuch und Irrtum verbessern, sondern wissenschaftlich“, betont Schreyer.

Auch die Titan-Aluminium-Forscher haben dafür die Möglichkeit, bei den Helmholtz-Kollegen vom DESY Materialanalysen in atomarem Maßstab durchzuführen. Für den Übergang in die industrielle Fertigung arbeiten sie – wie auch die Magnesium-Forscher – eng mit Industriepartnern zusammen. So haben sie kürzlich eine patentierte GKSS-Legierung an Rollce Royce lizenziert und optimieren das Material nun für die Anwendung im Triebwerk.

UTA DEFFKE

GKSS-Forschungszentrum Geesthacht

EIN TANK FÜR WASSERSTOFF

Wer Laptop oder Auto künftig mit Wasserstoff und einer Brennstoffzelle betreiben will, braucht einen möglichst kompakten Tank für das flüchtige Gas. Wissenschaftler um Dr. Martin Dornheim und Dr. Philipp Klaus Pranzas am GKSS-Forschungszentrum in Geesthacht setzen auf chemische Speicher aus einem extrem feinen, gepressten Metallpulver. Das Prinzip: Der gasförmige Wasserstoff strömt unter Druck in das nanostrukturierte Material und verbindet sich mit Metallatomen. Erhöht man die Temperatur, so löst sich die Verbindung wieder und das Gas kann entweichen.

SPEICHER GEFÜLLT MIT LEICHTMETALLHYDRIDEN SIND SICHER UND RELATIV KOMPAKT.

Foto: GKSS

„Der Vorteil dieser Leichtmetall-Hydrid-Speicher ist, dass in ein geringes Volumen große Mengen Wasserstoff passen – mehr als in die heutigen Hochdruckspeicher“, erläutert Dornheim. „Außerdem ist der Wasserstoff chemisch gebunden, wir können also bei niedrigem Druck arbeiten und brauchen das Gas nicht zu verflüssigen. Und die Methode ist sehr sicher, weil der Wasserstoff im Falle eines Unfalls nicht spontan freigesetzt werden kann.“

Das Be- und Entladen des Tanks mit Wasserstoff sollte dabei rasch möglich sein und nicht allzu hohe Temperaturen erfordern, am besten nur die Abwärme aus dem umgebenden Antriebssystem. Um das zu erreichen, kombinieren die Forscher verschiedene Leichtmetall-Hydride mit jeweils hoher Speicherkapazität miteinander. Als RHC – Reactive Hydrid-Composite – wurden sie bereits zum Patent angemeldet. Der Clou: Die unterschiedlichen Hydride reagieren miteinander und produzieren dadurch einen Teil der benötigten Reaktionswärme selber.

MARTIN DORNHEIM:

„Der Wasserstoff ist chemisch gebunden, wir können also bei niedrigem Druck arbeiten und brauchen das Gas nicht zu verflüssigen.“

Um die Materialien weiter zu verbessern, nutzen Dornheim, Pranzas und Kollegen Experimente mit brillanter Röntgenstrahlung am Hamburger DESY und weiteren europäischen Synchrotronquellen sowie Neutronenstreuungsmethoden und -tomografie. Bis Juni 2010 arbeiteten sie an der Geesthachter Neutronenforschungseinrichtung und zukünftig verstärkt an der Neutronenquelle FRM II in Garching. Sie lernen daraus nicht nur etwas über die Nanostruktur der Materialien, sondern können von außen in den Tank hinein sehen und sogar filmen, wie sich der Wasserstoff in seinem Inneren verteilt.

UTA DEFFKE



AUF DEM WEG ZUM GRÜNEN RECHNER

Computer und Rechenzentren tragen weltweit zu etwa sechs Prozent des elektrischen Energieverbrauchs bei – mit steigender Tendenz. „Hier können wir mit der Entwicklung ganz neuer Speicherkonzepte große Einsparungen erzielen“, sagt Professor Dr. Rainer Waser, Direktor des Instituts für Festkörperforschung am Forschungszentrum Jülich.

In der Jülich Aachen Research Alliance JARA hat das Team um Rainer Waser vom Forschungszentrum Jülich und der RWTH Aachen ein neues Konzept für die übernächste Generation von Computerchips entwickelt. Es basiert auf so genannten memristiven Elementen, die Informationen als hohen (HRS – High Resistive State) oder niedrigen (LRS – Low Resistive State) Widerstandswert speichern. Der Widerstand eines Memristors kann durch Anlegen einer Spannung programmiert werden und bleibt dann ohne weitere Energiezufuhr solange erhalten, bis eine entsprechende Gegenspannung in den anderen Wert schaltet.

„Das ist ein entscheidender Vorteil gegenüber heutigen Computern“, sagt Waser. „Denn bei den aktuellen Bauelementen für den Arbeitsspeicher, DRAMs, werden die Daten in Form von Ladung auf Kondensatoren gespeichert. Das ist flüchtig und muss permanent erneuert werden.“ Außerdem besteht die konventionelle Computerarchitektur aus Arbeitsspeicher und Prozessor, die räumlich getrennt sind. Der dadurch notwendige Datentransport zwischen den Funktionsbereichen führt zu einem hohen Energieverbrauch.

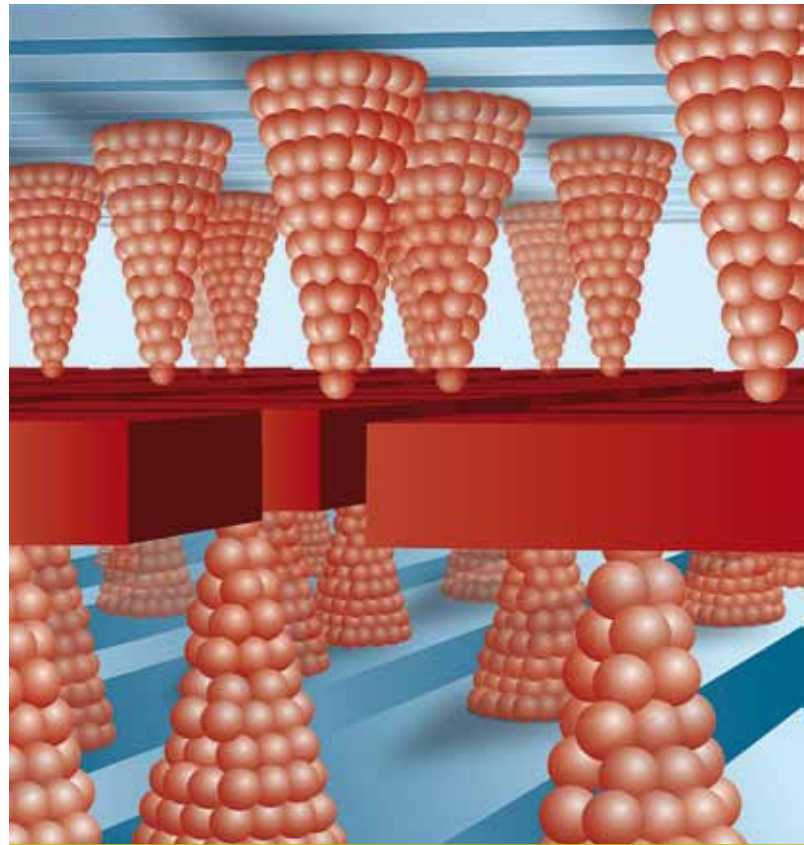
Memristive Elemente können nicht nur Daten speichern, sie können auch Transistoren als Logik-Elemente für den Prozessor ersetzen. „Es ist im Prinzip möglich, mit diesen Elementen Rechenoperationen durchzuführen und das Ergebnis direkt in denselben oder in benachbarten Elementen zu speichern“, erläutert Eike Linn, Doktorand in der Arbeitsgruppe von Waser.

Damit entfällt der energieaufwändige Datentransport zwischen Speicher und Prozessor. Memristoren sind wie ein Sandwich aufgebaut, beispielsweise aus einer Platin- und einer Kupferschicht. Dazwischen befindet sich ein Elektrolyt, der für geladene Teilchen durchlässig ist.

Wird eine positive Spannung an die Kupferschicht angelegt, so bilden sich dort Kupferionen. Sie wandern durch die Elektrolyt-Zwischenschicht und werden am Platin zu metallischem Kupfer reduziert, welches der Kupferelektrode in Form von Fäden oder spitzen Kegeln entgegen wächst. Durch diese leitende Brücke verringert sich der Widerstand der Zelle erheblich. Legt man eine entsprechende negative Spannung an, so wird der gesamte Prozess umgekehrt

DIE ÜBERNÄCHSTE GENERATION VON COMPUTERCHIPS

Memristive Bauelemente können sowohl Daten speichern als auch damit logische Operationen ausführen. Dadurch lässt sich viel Energie sparen.



DAS MODELL EINER CRS-STRUKTUR IN NANOMETER-AUFLÖSUNG ZEIGT ELEKTROCHEMISCH GEBILDETE KEGEL AUS KUPFERATOMEN. Bild: Forschungszentrum Jülich/JARA

und die Kupferionen wandern in ihre Ausgangsschicht zurück. Ohne Spannung bleibt der jeweilige Zustand stabil.

Diese Speicherelemente werden in so genannten Crossbar-Arrays angeordnet. Das sind Gitter aus sich kreuzenden Leiterbahnen, an deren Schnittstelle sich zwischen oberem und unterem Leiter die Speicherzelle befindet. Durch diese Gitterstruktur können gezielt einzelne Zellen angesprochen werden.

„Allerdings funktioniert das in der Praxis noch nicht perfekt“, sagt Linn. Wird eine Zelle geschaltet, können durch die angelegte Spannung auch benachbarte Zellen beeinflusst werden, insbesondere, wenn sie

im LRS-Zustand einen niedrigen Widerstandswert besitzen. Denn der Strom sucht sich stets den Weg des geringsten Widerstands. Um das zu bekämpfen, war bisher jeder Zelle ein Transistor vorgeschaltet. Das verteuert jedoch die Chip-Produktion und schränkt die mögliche Zell- und damit Speicherdichte erheblich ein.

Die Jülicher und Aachener Forscher haben nun ein neues Konzept entwickelt. Der Clou: Sie setzen einfach zwei gegen-

sätzlich gepolte Memristoren jeweils an ihrer Kupferschicht zu einer Zelle zusammen. Dann sind zwischen den Leiterbahnen ein HRS- und ein LRS-Element in Reihe geschaltet. Auf diese Weise ergibt sich immer ein großer Gesamtwiderstand, der ausreicht, um die Leckströme zu verhindern. Diese neuen Elemente heißen komplementäre resistive Schalter – CRS. Die beiden Speicherzustände 0 und 1 ergeben sich als Kombination aus HRS/LRS oder LRS/HRS. Durch Anlegen einer Schreibspannung können sie zwischen 0 und 1 geschaltet werden. Zum Lesen nutzt man eine niedrigere Spannung und registriert, ob ein Strom fließt oder nicht. Bei der 0-Kombination HRS/LRS fließt kein nennenswerter Strom, denn der Gesamtwiderstand ist vergleichsweise groß. Die Lesespannung ist so gepolt, dass sich in diesem Fall die HRS- und LRS-Werte nicht ändern. Bei der 1-Kombination LRS/HRS dagegen wandelt sich der HRS-Wert in einen LRS-Wert um. Dann hat das Element einen niedrigen Gesamtwiderstand und es fließt ein Strom. Gleichzeitig ist der Ausgangswert verloren gegangen. Das Lesen ist also destruktiv, der vorherige Zustand muss durch einen entsprechenden Schreibpuls wiederhergestellt werden.

Während das Konzept und Schaltungsdesign von Eike Linn an der RWTH Aachen entwickelt wurde, haben seine Kollegen am Forschungszentrum Jülich die technologische Realisierbarkeit gezeigt. Die neuen CRS-Strukturen können mit der herkömmlichen Siliziumtechnologie hergestellt werden oder mit neuen nanoskaligen Druckverfahren. Da sie sich bis in den Bereich unter 10 Nanometer verkleinern und auch in die Höhe stapeln lassen sowie ohne Transistor auskommen, kann die Speicherdichte gegenüber heutigen Arbeitsspeichern um den Faktor zehn bis einhundert erhöht werden. „Dies spart nicht nur eine Menge Energie, sondern könnte auch das Ende der traditionellen Siliziumelektronik noch ein Weilchen hinauszögern“, sagt Waser. Und dank des nicht-flüchtigen Speichers könnte endlich das lästige Hochfahren des Rechners überflüssig werden.

UTA DEFFKE

Forschungszentrum Jülich

NEUER DETEKTOR FÜR GEFÄHRLICHE FLÜSSIGKEITEN

Jülicher Physiker haben einen Prototypen eines Detektors entwickelt, der zuverlässig und blitzschnell zwischen Flüssigsprennstoff und harmlosen Substanzen unterscheiden kann. „Explosive Flüssigkeiten oder flüssige Komponenten, aus denen sich an Bord eines Flugzeugs Sprengstoff herstellen lässt, können mit unserer Methode in Bruchteilen einer Sekunde identifiziert werden. Unser Verfahren der Flüssigkeitskontrolle ist nicht nur schneller als andere, es ist auch viel zuverlässiger. Schließlich wird man die Mitnahme von Flüssigkeiten im Handgepäck erst dann wieder erlauben können, wenn gefährliche Stoffe sicher

erkannt werden, ohne dass sich durch lange Nachweiszeiten und Fehlalarme lange Warteschlangen bilden“, erklärt Professor Dr. Knut Urban, Direktor am Forschungszentrum Jülich.

Urban und seine Mitarbeiter am Institut für Festkörperforschung nutzen für ihren Detektor eine besondere Form der Spektroskopie, mit der man Substanzen mit Hilfe elektromagnetischer Strahlung analysieren kann. Denn jede Flüssigkeit absorbiert und reflektiert Strahlung verschiedener Wellenlängen auf unterschiedliche Weise und kann so anhand ihres spezifischen „Fingerabdrucks“ identifiziert werden. Dabei wird der Fingerabdruck über einen breiten Frequenzbereich von wenigen Gigahertz bis zu einigen Terahertz gemessen, was einen zuverlässigen Vergleich mit Referenzdaten gefährlicher Flüssigkeiten ermöglicht.

KNUT URBAN:

„Explosive Flüssigkeiten können mit unserer Methode in Bruchteilen einer Sekunde identifiziert werden.“

Das Herz des so genannten Hilbert-Spektrometers ist ein für die Analyse von Flüssigkeiten optimiertes, nanoelektronisches Bauelement, ein so genannter Josephson-Kontakt. Er fungiert als hochempfindlicher, ultraschneller und breitbandiger Sensor und wandelt computergesteuert das aufgenommene Spektrum in ein elektrisches Signal um. Nach einer Messung von 0,2 Sekunden Dauer unterscheidet der Detektor zuverlässig unterschiedliche Flüssigkeiten wie Wasser, Ethanol, Methanol, Propanol und Azeton von gefährlichen Flüssigkeiten.

ANGELA WENZIK



DER AUFBAU ZEIGT DEN PROTOTYPEN DES DETEKTORS (MITTE) UND DIE ZU UNTERSUCHENDE FLÜSSIGKEIT IN EINER FLASCHE. DIE LICHTQUELLE BEFINDET SICH LINKS AUSSERHALB DES BILDES. Foto: Forschungszentrum Jülich

FORSCHUNGSBEREICH STRUKTUR DER MATERIE



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

DIE AUFGABE

Im Helmholtz-Forschungsbereich „Struktur der Materie“ werden die Bestandteile der Materie und die zwischen ihnen wirkenden Kräfte in ganz unterschiedlichen Größenordnungen erforscht, von Elementarteilchen bis zu Strukturen im Universum. Im Brennpunkt stehen dabei nicht nur einzelne Teilchen, sondern auch komplexe Phänomene in Festkörpern und Flüssigkeiten, die durch die Wechselwirkungen zwischen Myriaden von Atomen entstehen. Die Grundlagenforschung verhilft dabei auch zu Einsichten, die die Entwicklung von neuartigen Werkstoffen mit maßgeschneiderten elektronischen, mechanischen oder thermischen Eigenschaften ermöglichen. Eine besondere Stärke der Helmholtz-Forschung kommt gerade in diesem Forschungsbereich zum Tragen: der Betrieb und der Einsatz von Großgeräten und komplexen Infrastrukturen für die Forschung. Ob Teilchenbeschleuniger, Synchrotron- Neutronen- oder Ionen- Quellen – die Helmholtz-Gemeinschaft stellt

in diesem Forschungsbereich 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. Eine weitere Großforschungsanlage mit internationaler Beteiligung entsteht am GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung in Darmstadt. Die „Facility for Antiproton and Ion Research FAIR“ ist eine Beschleunigeranlage der nächsten Generation, die Antiprotonen- und Ionenstrahlen mit bisher unerreichter Intensität sowie sehr hohen Energien liefern wird. Die Forschung im Bereich Struktur der Materie ist eingebettet in nationale und internationale Roadmaps, die die Ausrichtung der Forschungsarbeiten in den einzelnen Pro-

grammen auf Zeitskalen von 10 bis 15 Jahren festlegen. Diese Grundlagenforschung liefert gleichzeitig eine Vielzahl von Impulsen für technologische Entwicklungen. Mit ihren Allianzen hat die Helmholtz-Gemeinschaft neue Strukturen geschaffen, um durch stärkere Vernetzung Forschungsbedingungen zu verbessern. So wurden im Forschungsbereich Struktur der Materie im Jahr 2009 die zwei Helmholtz-Allianzen „Physik an der Teraskala“ und „Kosmische Materie im Labor“ erfolgreich fortgeführt. Das Netzwerk „Physik an der Teraskala“ bündelt die deutsche Spitzenforschung auf dem Gebiet der Elementarteilchenphysik, die am 2009 in Betrieb gegangenen Large Hadron Collider in CERN beteiligt ist und nun dort forscht. Dazu haben sich Teilchenphysiker aus zwei Helmholtz-Zentren, DESY und dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT), mit Kollegen aus insgesamt 18 Universitäten und dem Münchner Max-Planck-Institut für Physik zusammengeschlossen. Durch die Allianz hat die Teilchenphysik in Deutschland in einer zunehmend globaler werdenden Forschungslandschaft deutlich an Schlagkraft gewonnen, was im Rahmen einer Zwischenbegutachtung durch ein internationales Gutachtergremium im November 2009 bestätigt werden konnte. Mit der zweiten Allianz „Kosmische Materie im Labor“ wurde das neue Institut „Extreme Matter Institute“ (EMMI) auf dem Gelände der GSI gegründet, welches durch die Vernetzung mit 13 führenden (darunter auch internationalen) Forschungsinstitutionen einen „Think Tank“ für die Forschung an FAIR bildet. Mit seinen wissenschaftlichen Ergebnissen wird EMMI einen wichtigen Beitrag bei der Planung von Experimenten an den neuen Großgeräten leisten, die an der GSI, am DESY und am CERN aufgebaut werden. Zum Jahreswechsel 2009 fusionierte das Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB, vormals Hahn-Meitner-Institut) mit dem Forschungszentrum BESSY zur größten Forschungseinrichtung in Berlin unter dem Namen Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie.

DIE PROGRAMMSTRUKTUR IN DER FÖRDERPERIODE 2010–2014

Im Forschungsbereich Struktur der Materie wirken sechs Helmholtz-Zentren zusammen: das Deutsche Elektronen-Synchrotron DESY, das Forschungszentrum Jülich, das Karlsruher Institut für Technologie (KIT), das GKSS Forschungszentrum Geesthacht, das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung und das Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie. In der ersten Hälfte des Jahres 2009 haben internationale Experten die strategische Ausrichtung des Forschungsbereichs und der Programme mit exzellenten Ergebnissen begutachtet. Seit Beginn der zweiten Programmperiode 2010 arbeiten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in vier Programmen, das Programm Kondensierte Materie wurde in den Forschungsbereich Schlüsseltechnologien überführt:

- **Elementarteilchenphysik**
- **Astroteilchenphysik**
- **Physik der Hadronen und Kerne**
- **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.

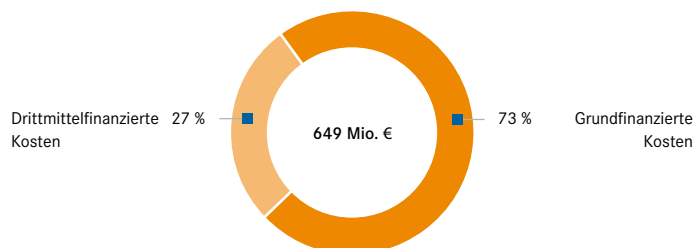
„Synchrotron-Licht und Neutronenstreuung sind für die Aufklärung molekularer Strukturen unentbehrlich geworden. Die Forschung mit diesen Methoden benötigt Großgeräte wie diejenigen der Helmholtz-Gemeinschaft. Solche wichtigen Werkzeuge schaffen das Wissen für große wissenschaftliche Fortschritte – beispielsweise in der Energieforschung, bei der Entwicklung von Katalysatoren und einer weiteren Vision in der Forschung, den Supraleitern bei Raumtemperatur.“



PROF. DR. RALPH EICHLER, Senator der Helmholtz-Gemeinschaft, Präsident der ETH Zürich, Schweiz und Senator für den Forschungsbereich Struktur der Materie

Gesamtkosten des Forschungsbereichs Struktur der Materie Ist-Kosten 2009: 649 Mio. Euro

(inkl. der anteiligen programmungebundenen Forschung)



DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2010–2014

Das Programm Elementarteilchenphysik

In diesem Programm werden die kleinsten Bausteine der Materie und die Kräfte zwischen ihnen untersucht. Die Erkenntnisse haben unmittelbare Auswirkungen auf unser Bild von der Evolution des frühen Universums. Der Ursprung der Masse, die Vereinigung aller fundamentalen Kräfte bei extrem hohen Energien sowie die Vereinheitlichung der Quantenphysik mit der allgemeinen Relativitätstheorie zählen zu den grundlegenden Fragestellungen der Physik. Dabei sind die Forscherinnen und Forscher auch auf den Spuren von neuen Teilchen und auf der Suche nach den Supersymmetrie-Partnern aller bekannten Teilchen. Nach der Abschaltung des Großgerätes HERA bei DESY hat das Programm seine Beteiligung an den beiden LHC-Experimenten ATLAS und CMS maßgeblich verstärkt. Ziel des Programms ist es, auch weiterhin die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Teilchenphysik sicherzustellen. Unterstützt werden die experimentellen Aktivitäten am LHC durch den weiteren Ausbau des Grid Computing Centre Karlsruhe (GridKa) am KIT sowie der Tier2-Zentren und des Analysezentums bei DESY. Gleichzeitig werden die Präzisionsanalysen der HERA-Experimente zum Abschluss gebracht, deren Ergebnisse auch für die LHC-Analysen von großer Bedeutung sind. Bei der Weiterentwicklung der supraleitenden Beschleunigertechnologie spielt das DESY eine weltweit führende Rolle. Auch die Detektorentwicklung wird vorangetrieben. Die theoretischen Untersuchungen finden in enger Verbindung zu den experimentellen Aktivitäten statt, bilden aber auch eine Schnittstelle zur Teilchen-/Astroteilchenphysik und Stringtheorie. Die Gittereichtheorie, einschließlich der Forschung und Entwicklung von neuartigen Prozessoren, wird am DESY-Standort Zeuthen in enger Zusammenarbeit mit dem John von Neumann-Institut des Forschungszentrums Jülich fortgesetzt. Die Ressourcen für die Helmholtz-Aktivitäten der sehr erfolgreichen Allianz „Physik an der Teraskala“ konnten im Ergebnis der Programmbegutachtung verstetigt werden.

Das Programm Astroteilchenphysik

Die Astroteilchenphysik verbindet die Untersuchung der kleinsten Bausteine mit der Erforschung der größten Strukturen des

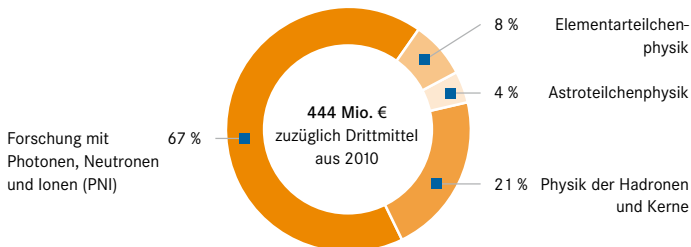
Universums. Astroteilchenphysiker untersuchen die Quellen kosmischer Strahlung und die Mechanismen kosmischer Beschleuniger. Gleichzeitig erforschen die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter dieses Programms die so genannte Dunkle Materie, die bislang nur durch ihre Gravitationswirkung zutage tritt.

In diesem Programm werden schwerpunktmäßig die Beteiligung am Pierre Auger Observatorium und an der ICECUBE Kollaboration fortgeführt. Die Pierre Auger Kollaboration plant, die Messungen auf den gesamten Himmel auszudehnen. In Karlsruhe finden dazu begleitende Forschungen bezüglich der Radiodetektion von Luftschauern statt. Das Neutrinoteleskop ICECUBE wird vervollständigt und garantiert eine Fülle von Ergebnissen in der nächsten Programmperiode. In diesem Zusammenhang plant DESY die Mitarbeit an vorbereitenden Arbeiten zum Cerenkov Telescope Array. Die Suche nach Dunkler Materie gewinnt durch neue astronomische Untersuchungen weiter an Bedeutung und soll durch eine führende Rolle des KIT im europäischen Vorhaben EURECA ausgebaut werden. Übergreifend dazu wird die so genannte Multimessenger Analyse vorangetrieben, bei der die Informationen aus mehreren Himmelsquellen kombiniert werden sollen. Das KATRIN-Experiment wird seine Messungen in dieser Programmperiode durchführen und weltweit die empfindlichste Messung der Neutrinomasse ermöglichen.

Das Programm Physik der Hadronen und Kerne

Hadronen – dazu zählen auch die Kernbausteine Protonen und Neutronen – sind aus Quarks aufgebaut, die durch die starke Wechselwirkung zusammengehalten werden. In diesem Programm bearbeiten die Forscherinnen und Forscher grundlegende Themen wie den Quark-Einschluss in Hadronen, den Phasenübergang von Quarkmaterie in Hadronen, die spontane Brechung der chiralen Symmetrie, der starken Wechselwirkung und den damit zusammenhängenden Ursprung der Masse von Hadronen, die Eigenschaften von nuklearen Vielteilchensystemen, die exotischen Kerne an der Grenze der Stabilität, die Erzeugung superschwerer Elemente und das Verhalten ausgedehnter nuklearer Materie in astrophysikalischen Objekten wie Neutronensternen und Supernovae.

Die Struktur des Forschungsbereichs Struktur der Materie
Senatsempfehlung für die Grundfinanzierung 2010: 444 Mio. Euro
 (inkl. der anteiligen programmungebundenen Forschung)



Zu den Diagrammen:

Im linken Diagramm sind die tatsächlich im Berichtsjahr 2009 eingesetzten Mittel für den Forschungsbereich Struktur der Materie – unterteilt in grund- und drittmittelfinanzierte Kosten – abgebildet.

Im rechten Diagramm sind die vom Senat bewilligten grundfinanzierten Kosten für das Jahr 2010 dargestellt. Das Diagramm zeigt zusätzlich die Mittelverteilung auf die Programme der zweiten Runde der Programmorientierten Förderung. Ein Vergleich der aktuellen Zahlen mit den Darstellungen aus den Vorjahren ist nur bedingt möglich, da sich die Helmholtz-Zentren zum einen neu in ihrer Forschungsbereichs- und Programmstruktur aufgestellt haben. Zum anderen gibt es mit dem Beginn der zweiten Runde der Programmorientierten Förderung einen Wechsel von der differenzierten Budgetierung zwischen F&E- und Infrastrukturkosten zur Vollkostenrechnung.

Der Schwerpunkt des Programms für die neue Programmperiode liegt auf der führenden Beteiligung am internationalen FAIR-Projekt (Facility for Antiproton and Ion Research) beim GSI. Dieser weltweit einmalige Beschleuniger-Komplex wird von GSI und Forschungszentrum Jülich gemeinsam mit nationalen und internationalen Partnern gebaut und ab 2017 betrieben. Neben dem Bau von FAIR führen beide Zentren ein gezieltes Experimentierprogramm an den bestehenden Anlagen (UNILAC/SIS 18 und COSY) durch.

Das GSI übernimmt zusammen mit den deutschen Universitäten eine zentrale Rolle beim Ausbau und der Nutzung des ALICE Detektors im Rahmen des Schwerionenprogramms am LHC am CERN. Außerdem wird am GSI ein leistungsfähiges Tier2-Zentrum für ALICE betrieben.

Die Theorie-Aktivitäten des Programms im Hinblick auf die ALICE- und die FAIR-Physik sowie die künftige Hadronenphysik werden weiter verstärkt. Die Thematik „Extreme Dichten und Temperaturen: Kosmische Materie im Labor“ ist seit 2008 mit der Helmholtz-Allianz EMMI verknüpft, in die über 20 internationale Partnerinstitute eingebunden sind.

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

Die Forschung konzentriert sich auf die effektive Nutzung vorhandener Photonen-, Neutronen- und Ionen-Quellen und deren permanente Anpassung an die Bedürfnisse der Nutzerschaft. Mit dem neuen Thema „Eigenforschung“ wird erstmals zentrenübergreifend die Eigenforschung an den PNI Großgeräten verstärkt. Damit werden auch die Voraussetzungen für eine qualifizierte Nutzerbetreuung und die Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Instrumentierung an den Großgeräten auf internationalem Niveau weiter verbessert.

Bei den Photonenquellen bildet die führende Beteiligung am europäischen Röntgenlaser XFEL bei DESY sowie der Ausbau des „Centre for Free Electron Laser Studies“ in Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft und der Universität Hamburg als Basis für die deutsche Nutzung des XFEL eine herausragende Aktivität. Auch die erfolgreiche Inbetriebnahme von PETRA III als

weltweit brillanteste Strahlungsquelle für harte Röntgenstrahlung und der weitere Ausbau des FLASH-Lasers sind wichtige Erfolge. Die GKSS errichtet nach Abschaltung des Geesthachter Neutronenreaktors das „Centre for Structure and Dynamics of Condensed Matter on the Nanoscale“ sowie das „Engineering Materials Science Center“ am DESY.

Bei BESSY II konzentrieren sich die Anstrengungen auf das Ausbauprogramm „2007 Plus“, insbesondere für die Mikroskopie vom Terahertz-Bereich bis zur Röntgenstrahlung und die Erzeugung und Anwendung von kurzen Röntgen-Pulsen mit frei wählbarer Polarisation. ANKA wird in Kombination mit der im KIT vorhandenen Infrastruktur weiterhin als Nutzer-Facility für spezielle Anwendungen ausgebaut. Gemeinsam mit dem Forschungsbereich Gesundheit entsteht am DESY ein Zentrum für Strukturbiochemie, um die Synchrotronquellen für die Analyse von biologischen Strukturen zu nutzen.

Im Bereich der Forschung mit Neutronen wird der Schwerpunkt bei den beiden nationalen Quellen BER II und FRM II liegen. In dieser Programmperiode engagieren sich die drei Helmholtz-Zentren FZJ, GKSS und HZB beim Bau und Betrieb weiterer Instrumente am FRM II. Für den am HZB betriebenen BER II mit den dort verfügbaren extremen Probenumgebungen stehen die Inbetriebnahme der ersten Ausbaustufe (25T) des Hochfeldmagneten sowie das Upgrade einer Auswahl von Instrumenten und Neutronenleitern und der kalten Quelle an. International engagiert sich das Jülich Centre for Neutron Science (JCNS) an der Spallation Neutron Source (SNS) in Oak Ridge, und am Institut Laue-Langevin (ILL). Außerdem beteiligen sich die drei Neutronenzentren federführend an den Konzepten für die europäische Neutronen-Spallations-Quelle (ESS) und deren Instrumentierung. Die Großgeräte für Ionenforschung im Programm PNI stehen nur an der GSI zur Verfügung und bieten weltweit einzigartige Möglichkeiten für die Forschung auf den Gebieten Atomphysik, Plasmaphysik und Materialforschung. Das zukünftige FAIR-Projekt eröffnet brillante Perspektiven für die Forschung mit Ionen. Darüber hinaus wurde durch das Programm eine übergreifende Initiative zur Datenverarbeitung und -analyse an den PNI-Großgeräten gestartet.

PROJEKTE

GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung

BLICK IN DIE KOSMISCHE URSUPPE

Seit März 2010 läuft er im Routinebetrieb – der Large Hadron Collider LHC in Genf, der stärkste Beschleuniger aller Zeiten. Normalerweise bringt er Wasserstoffkerne (Protonen) auf neue Rekordenergien. Ab Herbst 2010 jedoch soll der 27 Kilometer große Ring erstmals die Kerne von Bleiatomen mit voller Wucht aufeinanderfeuern. Dann schlägt die Stunde von ALICE: Der bürohausgroße, 10.000 Tonnen schwere Teilchendetektor ist darauf spezialisiert, die energiereichen Kollisionen der schnellen

Bleikerne haarklein zu analysieren. Maßgeblich beteiligt sind Physiker des GSI Helmholtzzentrums für Schwerionenforschung in Darmstadt. Sie haben zwei der insgesamt 18 Subdetektoren von ALICE federführend mitentwickelt.

Mit den Bleiexperimenten am LHC wollen die Physiker einen Materiezustand erzeugen, wie es ihn kurz nach dem Urknall vor 13,7 Milliarden Jahren gegeben haben muss – das Quark-Gluon-Plasma. So nennt der Fachmann eine Art kosmische Ursuppe bestehend aus Quarks, den Bausteinen von Protonen und Neutronen, sowie aus Gluonen, „Klebetilchen“, die die Quarks im Atomkern zusammenhalten. Unmittelbar nach sei-

ner Geburt muss der junge Kosmos aus dieser extrem heißen Ursuppe bestanden haben – wenn auch nur für einige Mikrosekunden. Dann dehnte er sich weiter aus und wurde immer kälter, so dass die Materie entstehen konnte, aus der Sterne und Planeten bestehen.

Wenn der LHC Bleikerne mit Rekordenergie aufeinander-schießt, kann er das Quark-Gluon-Plasma künstlich erzeugen und damit jene Bedingungen rekonstruieren, die im frühen Universum geherrscht hatten. Allerdings dürfte diese „Labor-Ursuppe“ nur ungefähr 10^{-23} Sekunden lang existieren. Danach zerplatzt sie in Tausende von Teilchen, die in alle Richtungen davonschießen. Damit die Physiker das Quark-Gluon-Plasma rekonstruieren können, wird ALICE

ANA MARIN:

„Beim LHC erwarten wir, dass das Plasma länger existiert. Das gibt uns die Möglichkeit, seine Eigenschaften erstmals näher zu untersuchen.“

alle diese Teilchen möglichst genau vermessen – eine präzise Riesenkamera für hochenergetische Kollisionen.

ALICE besteht aus 18 hochkomplexen Untersystemen. Zwei davon hat das GSI federführend gebaut, und zwar in Zusammenarbeit mit den Universitäten in Heidelberg, Frankfurt, Darmstadt und Münster. Die Zeitprojektionskammer (TPC) misst die Spuren der geladenen Teilchen, die bei einer Kollision produziert werden. Sie hat die Form eines Zylinders, ist rund fünf Meter lang und dick und mit einem speziellen Gas gefüllt. Die Teilchen, die nach einer Kollision durch die Kammer jagen, ionisieren dieses Gas. Dadurch entstehen regelrechte Spuren aus Elektronen,

IM TEILCHENDETEKTOR ALICE SOLLTEN BLEIATOMKERNE KOLLIDIEREN, UM EINEN BLICK IN DAS FRÜHE UNIVERSUM ZU ERMÖGLICHEN. Foto: CERN



die von einem elektrischen Feld zu den Kappen des Zylinders gezogen werden. Dort registrieren Sensoren die Elektronen, anschließend kann eine ausgefeilte Software sämtliche Spuren rekonstruieren – und zwar in 3D. „Die TPC ist wie eine große, dreidimensionale Digitalkamera mit extrem vielen Pixeln“, erläutert GSI-Physikerin Dr. Ana Marin. „Sie ist die weltweit Größte ihrer Art.“

Der Clou: Die Spuren der geladenen Teilchen werden durch ein starkes Magnetfeld gekrümmt. „Indem wir die Krümmung der Spuren messen, können wir auf den Impuls der Teilchen schließen“, sagt Marin. „Das ist eine wichtige Messgröße für die Rekonstruktion des Plasmas.“ Außerdem ermittelt die Kammer die Energiedeposition der Teilchen im Kammergas. Daraus können die Forscher schließen, welche Teilchensorte welche Spur verursacht hat. Eine anspruchsvolle Aufgabe: Die Forscher rechnen mit bis zu 10.000 geladenen Teilchen, die bei einer Kollision durch den Detektor stieben.

Die zweite Komponente, die die GSI-Experten maßgeblich mitgestaltet haben, ist der Übergangsstrahlungsdetektor. Er hilft den Forschern, die bei der Kollision entstehenden Elektronen zu identifizieren. Außerdem trägt er dazu bei, physikalisch uninteressante Kollisionen auszusondern, die dann gar nicht erst gespeichert werden müssen. Dadurch wird die Ausleseelektronik von ALICE deutlich entlastet.

Der LHC wird die Bleikerne mit rund 30-mal höherer Energie aufeinanderprallen lassen als kleinere Beschleuniger wie RHIC in den USA. „Bei den älteren Experimenten ging es vor allem darum, per Indizienbeweis zu zeigen, dass es das Quark-Gluon-Plasma überhaupt gibt“, erläutert Ana Marin. „Beim LHC erwarten wir, dass das Plasma länger existiert und ein größeres Volumen einnimmt. Das gibt uns die Möglichkeit, die Eigenschaften des Plasmas erstmals näher zu untersuchen.“ Nicht weniger als 1500 Physiker aus aller Welt sind an ALICE beteiligt. Letztendlich hoffen sie, neue Details über die Frühphase des Universums aufzuspüren.

Erste Messungen mit Protonen-Kollisionen hat ALICE bereits absolviert und erste Resultate sind bereits publiziert. „Der Detektor läuft hervorragend“, sagt Ana Marin. „Es funktioniert alles so, wie es soll.“ Richtig spannend aber wird es im Herbst. Dann sollen erstmals einen Monat lang Bleikerne im Genfer Ring kreisen. „Und das“, so Marin, „ist dann die Feuertaufe für ALICE.“

FRANK GROTELÜSCHEN

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

NEUTRINOJAGD AM SÜDPOL

Es ist das südlichste Großexperiment der Welt: „IceCube“ liegt am Südpol und besteht aus rund 5000 optischen Sensoren, an Drahtseilen bis zu 2,5 Kilometer tief ins Eis der Antarktis versenkt. Die basketballgroßen Glaskugeln registrieren die Lichtsignale, die entstehen, wenn Neutrinos, geisterhafte Elementar-



DIE BOHRUNGEN FÜR ICECUBE WERDEN MIT HEISSEM WASSER IN DAS ANTARKTISCHE EIS GESCHMOLZEN. Foto: J. Bolmont

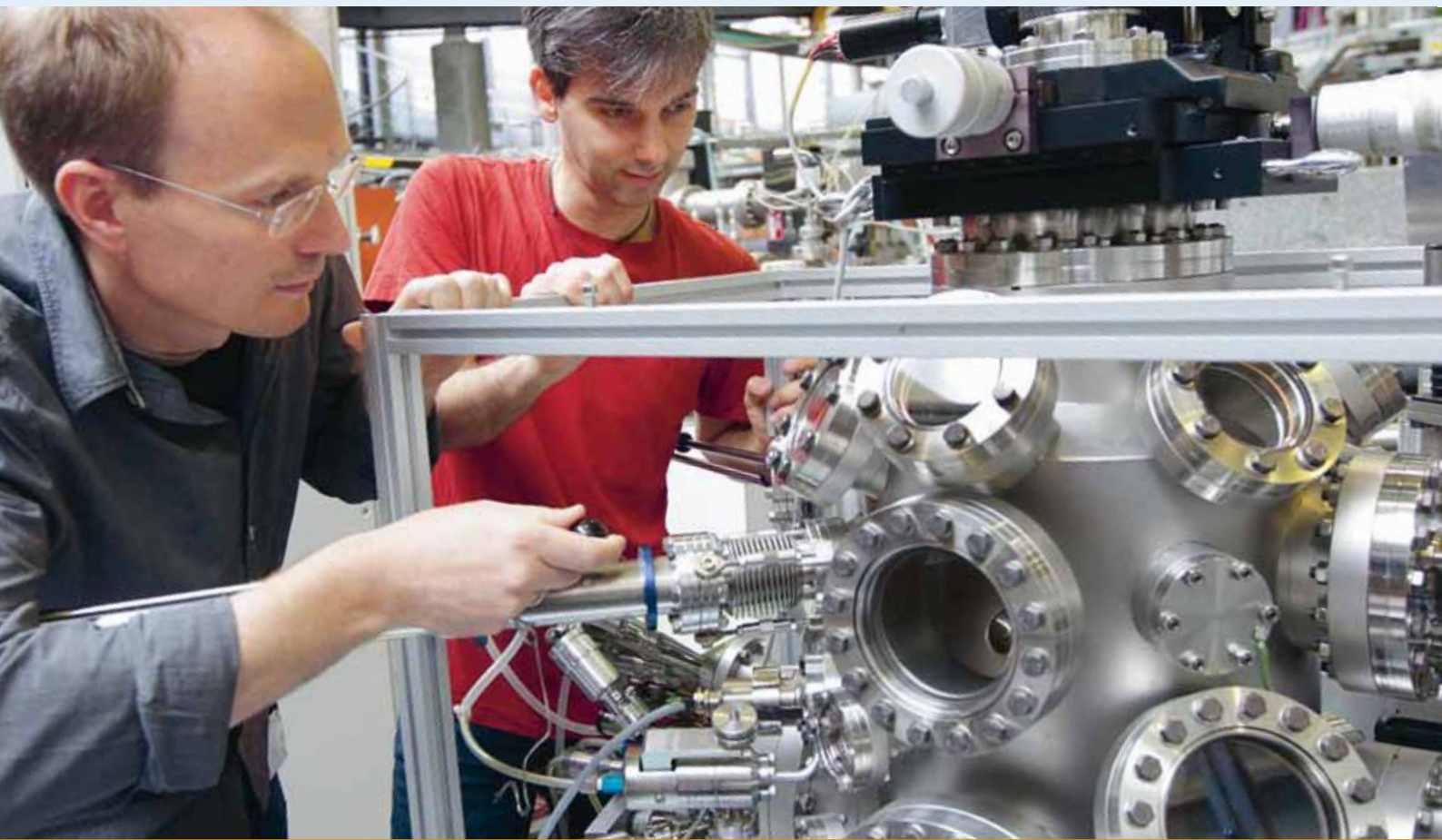
teilchen, eine ihrer extrem seltenen Reaktionen mit normaler Materie eingehen. IceCube fungiert als Teleskop und soll Neutrinos aus fernen Winkeln des Weltalls beobachten. Im Januar 2011 wird das Großprojekt nach jahrelangen Bauarbeiten fertig sein. Maßgeblich beteiligt sind Astroteilchenphysiker von DESY in Zeuthen.

CHRISTIAN SPIERING:

„Der Nachweis von kosmischen Neutrinos würde uns neue Erkenntnisse über kosmische Extremereignisse bringen.“

Insgesamt 86 kilometertiefe Löcher müssen die Forscher mit einem speziellen Heißwasser-Bohrer bohren, um die mit Sensoren gespickten Drahtseile im antarktischen Eispanzer zu versenken. 79 Löcher sind seit Anfang 2010 fertig. Die restlichen sieben wollen die Physiker gegen Ende des Jahres schaffen, zu Beginn des antarktischen Sommers. „Doch schon mit dem halbfertigen Detektor konnten wir viele Messdaten nehmen“, sagt DESY-Physiker Dr. Christian Spiering. Über zehntausend Neutrinos hat IceCube bisher registriert. Sie stammen aus der Erdatmosphäre, wo sie durch das Bombardement mit kosmischer Strahlung entstehen. In Zukunft hat es IceCube auch auf extraterrestrische Neutrinos abgesehen, die aus der Ferne des Weltalls kommen. „Ihr Nachweis würde neue Erkenntnisse über kosmische Extremereignisse bringen“, sagt Spiering. „Wir wollen erfahren, was in der Nähe schwarzer Löcher geschieht, wie sich eine Supernova-Explosion abspielt und wie kosmische Teilchenbeschleuniger funktionieren, die Kernteilchen auf ungeheure Energien bringen können.“

FRANK GROTELÜSCHEN



MIT RÖNTGENABSORPTIONSSPEKTROSKOPIE UNTERSUCHEN DIE HZB-FORSCHER DIE CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG DER MAGNETSCHICHTEN. Foto: HZB/M. Setzpfandt

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie DATEN AM ENDE DES TUNNELS

Dr. Sergio Valencia und Dr. Florian Kronast vom Helmholtz-Zentrum Berlin (HZB) für Materialien und Energie sind genau wie Dr. Manuel Bibes und seine Kollegen von der französischen Forschungsorganisation CNRS südlich von Paris klassische Grundlagenforscher. Und doch zeigen sie mit ihrer Arbeit über die elektrische Steuerung von Elektronen-Spins einen Weg zur Entwicklung schnell startender Computer mit niedrigem Stromverbrauch. Denn jedes Elektron besitzt einen so genannten Spin, der ein kleines Magnetfeld erzeugt. „Eine elektrische Steuerung der Spins könnte nicht nur die Arbeitsspeicher in Computern revolutionieren, sondern auch andere elektronische Bauteile verbessern“, erklärt Sergio Valencia. In heutigen PCs besteht der Arbeitsspeicher im Prinzip aus elektrischen Kondensatoren, also vielen kleinen Speichern für elektrische Ladungen. Wird die Stromzufuhr unterbrochen, entladen sich die Kondensatoren und die Daten sind weg. Beim nächsten Start holt sich der Computer die auf der Festplatte magnetisch dauerhaft gespeicherten Informationen für das Betriebssystem

SERGIO VALENCIA:

„Eine elektrische Steuerung der Spins könnte nicht nur Arbeitsspeicher in Computern revolutionieren, sondern auch andere elektronische Bauteile verbessern.“

und die installierten Programme wieder in den Arbeitsspeicher. Das aber dauert je nach Gerät und Programmen einige Minuten. Erst nach diesem „Hochfahren“ kann der PC benutzt werden. Obendrein verlieren die Kondensatoren des Arbeitsspeichers laufend Ladung, die während des normalen Betriebs mehrmals in der Sekunde aufgefrischt werden muss. Dadurch frisst der Arbeitsspeicher relativ viel Energie.

Entwickler arbeiten daher eifrig an Systemen, die Daten magnetisch speichern. Sie nutzen den so genannten „magnetischen Tunnelwiderstand“ TMR (Tunnel Magneto Resistance). „Dabei werden zwei dünne Magnetschichten, die zum Beispiel

aus Eisen bestehen, durch einen noch dünneren Isolator voneinander getrennt“, erklärt Valencia. Im Prinzip verhindert diese Zwischenschicht, dass Elektronen von einer Magnetschicht zur anderen fließen. Ist der Isolator aber nur einen Millionstel Millimeter dick, lassen quantenmechanische Effekte einige Elektronen durch diese Sperrschicht „tunneln“.

Elektronen tragen aber nicht nur elektrische Ladungen, die in herkömmlichen Kondensatoren gespeichert werden können, sondern haben auch einen so genannten Spin, der ein winziges

Magnetfeld erzeugt. Und dieses Magnetfeld bleibt auch dann erhalten, wenn der Strom abgeschaltet wird. Dabei kann der Spin zwei verschiedene Richtungen haben, die Physiker als „up“ und „down“ bezeichnen. Enthalten beide Magnetschichten eines TMR überwiegend Spins der gleichen Orientierung, tunneln die Elektronen viel leichter als bei einer Magnetschicht, die vor allem „up“-Spins enthält, während die andere überwiegend „down“-Spins hat. Im Prinzip kann man mit diesem Bauelement also einen Speicher herstellen, der zum Beispiel die binäre Zahl „1“ durch einen winzigen Abschnitt mit schlecht tunnelnden Elektronen und die „0“ durch gutes Tunneln dauerhaft festhält. Ein solcher auf Spins basierender Speicher kann ähnlich rasch und oft wie ein herkömmlicher Elektrokondensator-Arbeitsspeicher neu beschrieben werden. Mit solchen TMR-Elementen funktionieren zum Beispiel die Leseköpfe moderner Festplatten in Computern.

Zum Schreiben der Daten benötigen solche TMR-Arbeitsspeicher aber relativ starke Magnetfelder und daher auch viel Energie. Die CNRS-Forscher Vincent Garcia und Manuel Bibes haben daher den Isolator aus einer ferroelektrischen Verbindung hergestellt, die Bariumtitanat heißt. Anschließend haben die HZB-Forscher Sergio Valencia und Florian Kronast die chemische Zusammensetzung der beteiligten Magnetschichten mit Hilfe der Röntgenabsorptionsspektroskopie genau untersucht.

Ein elektrisches Feld schaltet diesen Isolator mit sehr geringem Energieaufwand so, dass er auf einer Seite eine leicht positive und auf der anderen eine leicht negative elektrische Ladung trägt. Kehrt man das elektrische Feld um, dreht sich auch die Ladungsverteilung im Bariumtitanat um. Jede der beiden Schaltungen beeinflusst aber auch die Spins in den unmittelbar benachbarten magnetischen Schichten und damit natürlich auch das Tunneln. Diese Anordnung hat einen Riesenvorteil: Einmal dort niedergeschriebene Daten bleiben auch erhalten, wenn der Strom abgeschaltet wird.

„Nach diesem Vorbild könnte man zum Beispiel Arbeitsspeicher für PCs bauen, die erheblich weniger Energie als heutige Bauteile verbrauchen, trotzdem die Daten dauerhaft speichern und daher beim Einschalten sehr rasch hochfahren“, hofft Sergio Valencia. Damit haben die Grundlagenforscher vom CNRS und dem HZB eine Tür geöffnet, die zu einem schnell startenden Computer führen könnte, der erheblich umweltfreundlicher als herkömmliche Rechner ist. ROLAND KNAUER

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie

MAGNETISCHE MONOPOLE IM SPIN-EIS

In der Natur sind magnetische Monopole bislang nicht aufgefallen. Anders als elektrische Ladungen treten magnetische „Ladungen“ grundsätzlich nur als Dipole mit einem Nord- und einem Südpol auf. Die Entdeckung von magneti-

schen Monopolen im Herbst 2009 war daher eine Sensation. Tatsächlich haben Dr. Jonathan Morris, Bastian Klemke und Professor Dr. Alan Tennant vom HZB ein faszinierendes Phänomen beobachtet: Sie untersuchten bei Temperaturen nahe am absoluten Nullpunkt die magnetischen Strukturen in einem Kristall aus Dysprosium-Titanat. Diese Verbindung zeichnet sich durch eine besondere Geometrie aus, die auch in gefrorenem Wasser zu finden ist. Während im Wassereis

MAGNETISCHE MONOPOLE

Die magnetischen Monopole entstehen durch das Zusammenspiel einer enormen Anzahl von Atomen in einer speziellen Geometrie und verhalten sich wie eine neue Art von Teilchen.

die Wasserstoffatome an den Ecken von Tetraedern platziert sind, sitzen im „Spin-Eis“ Dysprosium-Ionen an den Tetraederecken und richten ihre magnetischen Momente oder Spins im Raum aus. Bei etwa einem Grad Kelvin über dem absoluten Nullpunkt bilden diese Spins lange, verschlungene Ketten, so genannte Spin-Spaghetti, die die Forscher mit Hilfe von Neutronenstrahlen am Berliner Forschungsreaktor beobachten konnten. Unter einem äußeren Magnetfeld verhielten sich die Enden dieser Spin-Spaghetti wie einzelne magnetische Monopole, stellten sie fest. Eine einzelne Kette aus magnetischen Momenten sei ein eindimensionales Objekt in einem dreidimensionalen Raum, erklärt Tennant. Ab einer bestimmten Länge könnten die Enden dieser Ketten als frei betrachtet werden.

Genau genommen sind die jetzt nachgewiesenen magnetischen Monopole also keine neuen Teilchen, denn sie entstehen durch das Zusammenspiel einer enormen Anzahl von Atomen in einer speziellen Geometrie. „Sie verhalten sich aber wie eine neue Art von Teilchen“, sagt Tennant. Und ermöglichen so auch neue Einblicke in die Natur.

ANTONIA RÖTGER



AM EXPERIMENTIERPLATZ DES BERLINER FORSCHUNGSREAKTORS DURCHLEUCHTEN PHYSIKER DIE PROBEN MIT NEUTRONEN. Foto: HZB/A. Rouvière

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

FLASH ERKUNDET NEUE ZUSTÄNDE VON MATERIE

Gewöhnlich schimmert es silbrig matt – typisch Aluminium eben. Doch unter extremen Umständen kann das Leichtmetall durchsichtig werden, zwar nicht für normales Licht, aber für weiche Röntgenstrahlung. Das hat ein internationales Physiker-Team am Forschungszentrum DESY in Hamburg mit der Lichtquelle FLASH entdeckt. Das Ergebnis ist unter anderem für die Astrophysik und die Fusionsforschung relevant.

FLASH ist ein weltweit einzigartiger Laser und erzeugt ultra-kurze, hochintensive Blitze aus weichem Röntgenlicht. Die 300 Meter lange Anlage basiert auf einem supraleitenden Beschleuniger, der Elektronen fast bis auf Lichtgeschwindigkeit bringt. Die Teilchen fliegen durch „Undulatoren“ – Strukturen aus vielen hundert Magnetpaaren, die die Elektronen auf einen Slalomkurs zwingen. Dabei senden die Teilchen kurze, starke Laserblitze aus, mit Wellenlängen vom extremen Ultraviolett bis hin zur Röntgenstrahlung. Fachleute bezeichnen die Anlage als „Freie-Elektronen-Laser“ (FEL).

Dem Team um den DESY-Physiker Dr. Sven Toleikis gelang es, die FLASH-Blitze mit einem Speziesspiegel auf einen winzigen Fleck zu bündeln, mit weniger als einem Mikrometer Durchmesser. Damit war der Blitz so konzentriert, dass es zu einem bemerkenswerten Effekt kam, als die Forscher ein winziges Stück Aluminium beschossen: Das eigentlich undurchsichtige Metall wurde im Bereich der weichen Röntgenstrahlung plötzlich transparent.

Der Grund: Das energiereiche, intensive Röntgenlicht des FLASH-Blitzes schlägt Elektronen aus einer inneren Hülle der Aluminiumatome heraus. Dadurch

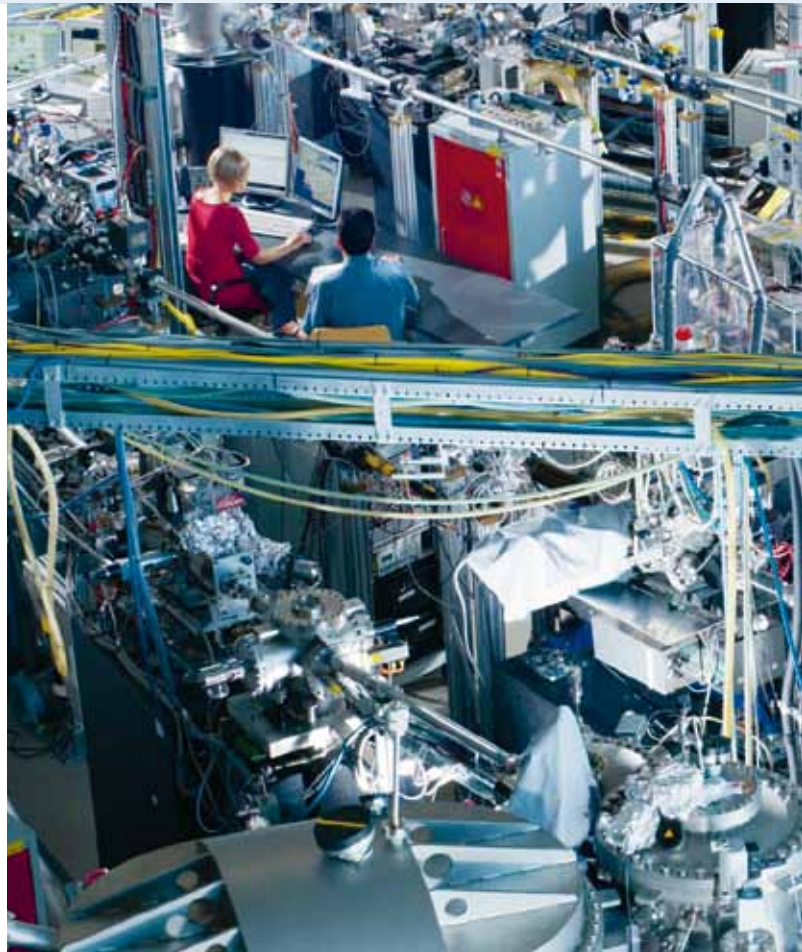
ändert sich das Absorptionsverhalten des Metalls drastisch: Plötzlich lässt es die Röntgenstrahlung passieren, das Aluminium wird transparent. Damit entsteht ein höchst eigenartiger Materiezustand: Während die Aluminium-Atomrümpfe nach wie

vor ein festes Gitter bilden, besitzen die Elektronen, die sich in dem Gitter quasi frei bewegen, extrem viel Energie – deutlich mehr, als in einem Festkörper üblich. „Es handelt sich quasi um eine Mischform aus Kristall und Plasma“, erläutert Toleikis. „Man kann sie als Ausgangszustand für eine andere exotische Materieform ansehen, wir nennen sie warme dichte Materie.“

Diese warme dichte Materie ist für ganz unterschiedliche Phänomene relevant. Experten gehen davon aus, dass sie in Riesenplaneten wie Jupiter existiert. „Indem man diesen Materiezustand mit Anlagen wie FLASH künftig näher untersucht, lassen sich Rückschlüsse ziehen, wie es im Inneren von Jupiter aussehen könnte“, sagt Toleikis.

SVEN TOLEIKIS:

„Es handelt sich quasi um eine Mischform aus Kristall und Plasma. Man kann sie als Ausgangszustand für eine andere exotische Materieform ansehen, wir nennen sie warme dichte Materie.“



ARBEITEN IN DER EXPERIMENTIERHALLE VON FLASH BEI DESY.

Foto: H. Mueller-Elsner/Agentur-Focus.de

Auch für die künftige Energieerzeugung könnte die warme dichte Materie interessant sein, und zwar bei der künstlichen Kernfusion mit Laserstrahlen. Hier versuchen Wissenschaftler, winzige Kügelchen aus gefrorenem Wasserstoff so mit Laserstrahlen zu

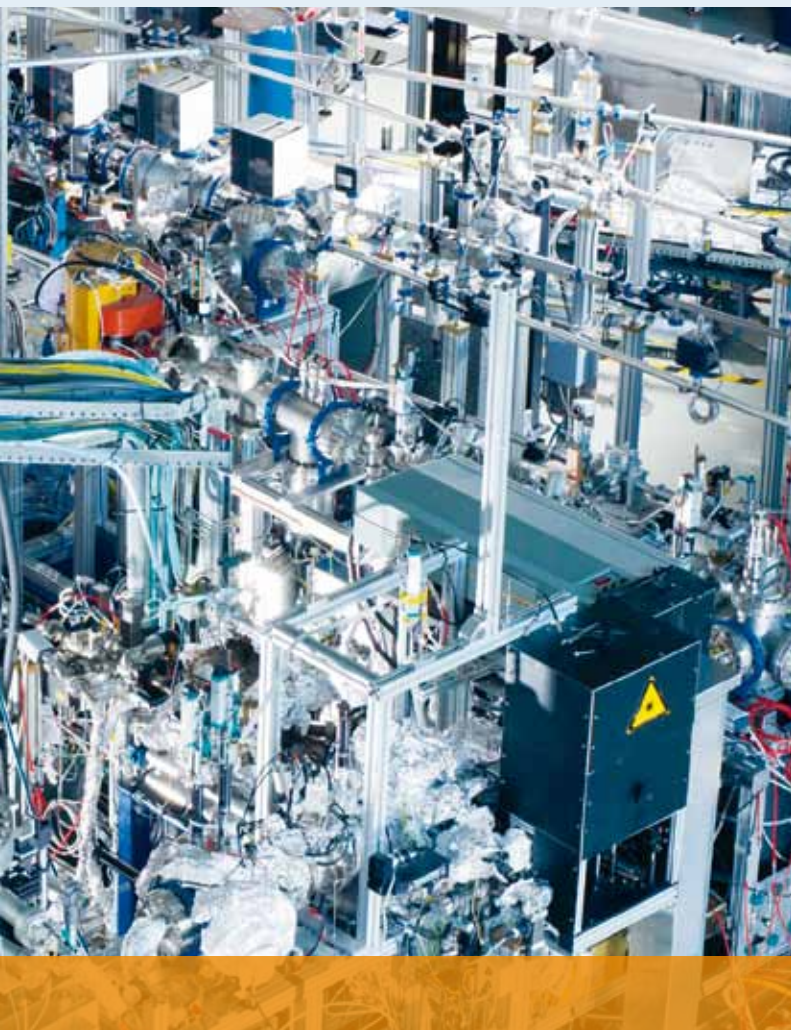
beschießen, dass sie implodieren und der Wasserstoff zu Helium verschmelzen kann.

Gelingt das Unterfangen, würden beträchtliche Mengen an Energie frei, die sich in Kraftwerken zu Strom umwandeln ließen. Die warme dichte

Materie ist hierbei ein wichtiger

Übergangszustand kurz vor der eigentlichen Implosion. Die Forscher wollen ihn möglichst genau verstehen, nur dann können sie die Wasserstoffkügelchen optimal zünden.

Das Aluminium-Experiment ist nur eines von vielen Projekten bei FLASH. So nehmen Wissenschaftler einzelne Nanoteilchen unter die Lupe, untersuchen Plankton-Lebewesen oder studieren hochgeladene Eisenionen, wie sie in der Atmosphäre der Sonne vorkommen. Seit 2005 läuft FLASH im Routinebetrieb. Jedes Jahr kommen Forscher aus aller Welt, um an der Hamburger Anlage zu experimentieren. Allerdings ist der Laser total überbucht: Längst nicht jeder, der mit den starken Röntgenblitzen arbeiten möchte, kommt zum Zuge. Deshalb plant DESY in Zusammenar-



beit mit dem Helmholtz-Zentrum Berlin (HZB) nun eine nächste Stufe namens FLASH II. Das Konzept: Neben dem bestehenden Undulator soll ein zweiter gebaut werden, gespeist durch denselben, bereits existierenden Linearbeschleuniger. Eine Art Spezialweiche wird dann die schnellen Elektronen blitzschnell an beide Undulatoren verteilen. Der Clou: „Der neue Undulator ist verstellbar“, sagt DESY-Physiker Dr. Bart Faatz. „Dadurch kann er andere Röntgen-Wellenlängen liefern als der bestehende Undulator.“ Außerdem sollen die Lasereigenschaften der Röntgen- und UV-Blitze deutlich ausgeprägter sein als bei FLASH. Damit werden sich bestimmte Versuche viel besser durchführen lassen, etwa das „Filmen“ chemischer Reaktionen. Hinter dem zweiten Undulator soll eine neue Experimentierhalle entstehen. Sie bietet Platz für bis zu sechs Messplätze – was die Kapazität von FLASH praktisch verdoppeln würde.

FRANK GROTELÜSCHEN

GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung SCHWERE ELEMENTE

Das bislang schwerste, offiziell anerkannte chemische Element besitzt die Ordnungszahl 112 und wurde am GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung in Darmstadt entdeckt. Seit Februar 2010 trägt es endlich einen Namen: Copernicium, chemisches Symbol „Cn“, benannt nach dem Astronomen

Nikolaus Kopernikus. Damit folgte die Chemikerunion IUPAC dem Namensvorschlag des internationalen Entdeckerteams um den GSI-Forscher Sigurd Hofmann. Mit einem im Beschleuniger UNILAC erzeugten Strahl aus Zink-Ionen hatte das Team 1996 Bleifolien beschossen. Für einen kurzen Augenblick waren die Atomkerne zu einem neuen Element verschmolzen – dem Element 112, das die Wissenschaftler mit hochempfindlichen Nachweisverfahren identifizieren konnten.

ELEMENT 112 GETAUFT, ELEMENT 114 GEFUNDEN

In den nächsten Jahren wollen die GSI-Physiker erstmals die Elemente 119 und 120 erzeugen.

Das Copernicium ist nur eine Zwischentappe auf der Suche nach neuen Elementen. Das GSI setzt dabei auf verschiedene Strategien. So ist eine neue Messapparatur namens SHIPTRAP in der Lage, superschwere Ionen mit einer Gaszelle und einer so genannten Penningfalle einzufangen und zu speichern. Vor kurzem gelang es erstmals, Ionen der Elemente 102 (Nobelium) und 103 (Lawrencium) einzufangen und deren Massen genau zu vermessen. Gleiches könnte mit noch schwereren Atomsorten möglich sein, hoffen die Forscher. Mit einer anderen neuen Apparatur, dem Separator TASCA, haben die GSI-Experten vor kurzem ein weiteres, superschweres Element nachgewiesen, das Element 114. Damit konnten die Forscher eine Entdeckung aus dem russischen Dubna reproduzieren – was die Chancen erhöht, dass die IUPAC das noch namenlose Element offiziell anerkennt. „Es ist die bislang schwerste Atomsorte, die wir in Darmstadt erzeugt haben“, sagt GSI-Abteilungsleiter Dr. Fritz Peter Hessberger. „In den nächsten Jahren werden wir versuchen, zu den Elementen 119 und 120 zu kommen.“ Ein Vorstoß in absolutes Neuland, denn diese Atomsorten warten noch auf ihre Entdeckung.

FRANK GROTELÜSCHEN



AN DER IONENFALLE SHIPTRAP WURDE DIE MASSE DES KÜNSTLICHEN ELEMENTS 102, NOBELIUM, MIT HÖCHSTMÖGLICHER PRÄZISION GEMESSEN. Foto: GSI/G. Otto



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

DIE AUFGABE

Mobilität, Information, Kommunikation, Ressourcenmanagement sowie Umwelt und Sicherheit sind entscheidende Faktoren für die ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Entwicklung einer modernen Volkswirtschaft und damit von höchster strategischer Relevanz. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Forschungsbereichs Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr greifen diese Herausforderungen auf. Sie erarbeiten neue Konzepte sowie technische Problemlösungen und beraten politische Entscheidungsträger. Mit ihrem besonders großen Technologie- und Innovationspotenzial tragen die Aktivitäten in den drei Programmen dazu bei, die Rolle Deutschlands als Forschungs- und Innovationsstandort international zu stärken und sichtbar zu machen.

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt ist das einzige Zentrum im Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr. Gleichzeitig ist es das nationale Forschungszentrum der

Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt und als Deutsche Raumfahrtagentur im Auftrag der Bundesregierung für die Forschung im Rahmen des nationalen Raumfahrtprogramms und die Beiträge zur Europäischen Weltraumorganisation ESA zuständig.

Die insgesamt 13 Standorte des DLR in verschiedenen Bundesländern sind intensiv mit Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen vernetzt. Zugleich kooperiert das DLR eng mit anderen Forschungszentren in der Helmholtz-Gemeinschaft, insbesondere in den Forschungsbereichen Energie sowie Erde und Umwelt.

Das Instrument DLR@UNI trägt sowohl der inhaltlichen Vielfalt als auch den jeweiligen Randbedingungen in der Kooperation Rechnung und setzt einen Rahmen für inhaltlich geprägte Partnerschaften. Es kann aus verschiedenen Aktivitäten von gemeinsamer Forschung über Weiterbildung bis hin zu gemeinsamen

Initiativen in der Existenzgründung bestehen. Mittlerweile wurden drei institutionelle Verbindungen auf dieser Grundlage geschaffen, die jeweils speziell auf die Anforderungen zugeschnitten sind und unterschiedliche Organisationsstrukturen aufweisen:

- DLR@TU Braunschweig läuft unter dem Namen „Campus Forschungsflughafen“ und hat Luftfahrt- und Verkehrsfor-schung als thematische Schwerpunkte.
- DLR@Uni Stuttgart hat einen „Forschungscampus“ mit dem Motto „Gemeinsam die Zukunft gestalten“ definiert.
- In München wurde „Munich Aerospace“ – eine gemeinsame Fakultät der Technischen Universität München, der Universität der Bundeswehr München, des DLR und des Bauhaus Luftfahrt – als Forschungs-, Entwicklungs- und Ausbildungs-plattform der Münchener Luft- und Raumfahrt gegründet.

Ziel der Aktivitäten ist es, durch die direkte, institutionelle Kooperation über die schon erfolgreich geübte Praxis der gemeinsamen Berufungen von Institutsleitungen und zum Teil Abteilungsleitern mit Hochschulen die verfügbaren Ressourcen noch effizienter zu nutzen.

Herausragende Beispiele für Kooperationen mit der Wirtschaft sind zum einen der nationale Erdbeobachtungssatellit TanDEM-X, der Ende Juni vom Weltraumbahnhof Baikonur in Kasachstan gestartet ist. Der Radarsatellit TanDEM-X wird als öffentlich-privates Projekt (Public-Private-Partnership) zwischen DLR und Astrium GmbH mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie finanziert und soll ab Herbst mit seinem bereits im Orbit befindlichen Zwillingsatelliten TerraSAR-X im Formationsflug mit einem Abstand von teilweise nur noch 200 Metern über die Erdoberfläche fliegen, um dreidimensionale Höhenprofile von Erd- und Meeresoberflächen zu gewinnen. Zum anderen wurde ein Kooperationsvertrag mit Bombardier Transportation unterzeichnet, der eine langfristige Zusammenarbeit in der Schienenfahrzeugforschung besiegelt. Zentrales Ziel ist, die Forschung und Entwicklung von Hochgeschwindigkeitszügen der nächsten Generation gemeinsam voranzubringen und die jeweiligen Kompetenzen dabei optimal zu nutzen.

Das fliegende Stratosphären-Observatorium für Infrarot-Astronomie, SOFIA, ist ein Gemeinschaftsprojekt der amerikanischen Weltraumbehörde NASA und des DLR, das im Mai erstmals astronomische Infrarotobjekte im Flug beobachten konnte. Im Frühjahr 2010 brachten die Messflüge des DLR-Forschungsflugzeugs FALCON 20E wertvollen Aufschluss über die Massenströme von Asche-Feinstaub, der vom Vulkan Eyjafjalla in Island bis Mitteleuropa transportiert wurde. In mehreren Messflügen konnten die Konzentrationen von Feinpartikeln, von Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und Ozon bestimmt werden. Diese Daten ermöglichen es zu untersuchen, wie sich die Partikel über einen längeren Zeitraum in der Asche verändern, können aber auch wertvolle Hinweise für die Entscheidungen über Flugverbote geben.

DIE PROGRAMMSTRUKTUR IN DER FÖRDERPERIODE 2009–2013

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler forschen und kooperieren in drei Programmen:

- **Luftfahrt**
- **Raumfahrt**
- **Verkehr**

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

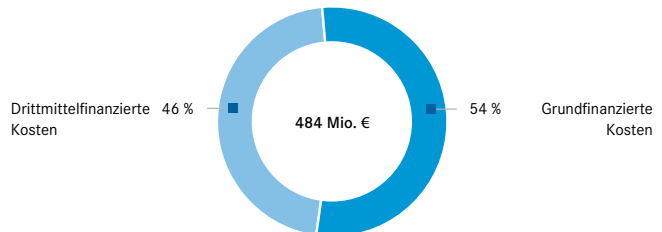
„Vulkanasche lähmte den Flugverkehr über Europa und das DLR-Forschungsflugzeug FALCON 20 E half und hilft mit, verlässliche wissenschaftliche Messdaten zu erhalten, um weitere Auswirkungen für Deutschland und für Europa zu begrenzen. Der Dank der Gesellschaft gilt daher allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in der Forschung für diesen außerordentlichen Einsatz.“



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

Gesamtkosten des Forschungsbereichs Luftfahrt, Raumfahrt, Verkehr Ist-Kosten 2009: 484 Mio. Euro

(inkl. der anteiligen programmungebundenen Forschung)



DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2009–2013

Nach der Begutachtung durch internationale Experten im Jahr 2008 sollen in der aktuellen Periode 2009 bis 2013 der Programmorientierten Förderung weitere Fortschritte auf den Gebieten Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr erreicht werden, die einen Beitrag zur Lösung der aktuellen und künftigen Herausforderungen leisten.

Das Programm Luftfahrt

In der DLR-Luftfahrtforschung arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler daran, die Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit des Lufttransportsystems zu steigern, Fluglärm und schädliche Emissionen zu reduzieren und die Sicherheit zu garantieren. Diese Ziele werden auch im Rahmen der europäischen Zusammenarbeit im Netzwerk EREA angestrebt. Dazu verfügt das DLR auch über besonders ausgerüstete Forschungsflugzeuge wie FALCON, ATRA und zukünftig HALO.

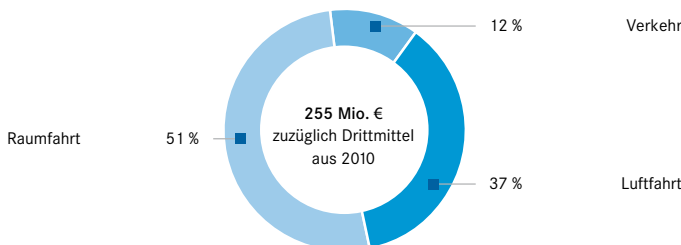
Im Programm Luftfahrt ist die Vernetzung mit europäischen Partnern stark ausgeprägt, insbesondere mit den französischen und niederländischen Partnerorganisationen ONERA und NLR. Im Vordergrund stehen die Weiterentwicklung von Transportflugzeugen in Zusammenarbeit mit ONERA, Verbesserungen in der Flugführungstechnologie in Kooperation mit NLR und die Erweiterung des DLR-NLR-Windkanalverbundes um die ONERA-Windkanäle. In der Kooperation DLR/ONERA Aircraft Research sind die Arbeiten an Starrflügelflugzeugen gebündelt. Bei der Hubschrauber-Forschung in der Kooperation DLR/ONERA Rotorcraft Research geht es insbesondere darum, auch bei schwierigen Wetterbedingungen einen sicheren Flugbetrieb zu ermöglichen, den Einsatzbereich zu erweitern und die Umweltverträglichkeit dieses Flugverkehrssystems zu

verbessern. Ein weiteres Thema ist der effiziente und umweltfreundliche Antrieb. Hier geht es darum, alle Komponenten von Strahltriebwerken gleichermaßen zu optimieren. Es werden dabei auch neue Konzepte für Strahltriebwerke untersucht, also Mantelstromtriebwerke mit sehr hohem Nebenstromverhältnis und nicht ummantelte Triebwerke. Die Forschung zum Programmthema „ATM und Flugbetrieb“ konzentriert sich auf das Gebiet des Air Traffic Managements, vor allem für den Flughafennahbereich, aber in besonderem Maße auch auf Umweltfragen beim Betrieb. Neben dem Lärm ist dabei in letzter Zeit vor allem der Aspekt der Klimaverträglichkeit des Luftverkehrs in den Vordergrund gerückt.

Das Programm Raumfahrt

Raumfahrt in Deutschland bedeutet Forschung und Entwicklung zum direkten Nutzen für den Menschen und Inspiration für die Zukunft zugleich. Im Helmholtz-Programm Raumfahrt beobachten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler das Erdsystem, seine Prozesse und Veränderungen, sie explorieren das Sonnensystem, sie erforschen lebenswissenschaftliche und materialwissenschaftliche Zusammenhänge unter den besonderen Bedingungen des Weltraums, sie entwickeln aber die Raumfahrt auch weiter, erarbeiten technische Lösungen für Satelliten-Kommunikation und -Navigation, für Transporter und Landegeräte und bereiten konkrete Missionen vor. All dies geschieht in Kooperation mit Partnern aus Industrie, Forschungseinrichtungen, Universitäten, Ämtern und staatlichen Einrichtungen. Damit ist das Helmholtz-Programm Raumfahrt ein zentrales Bindeglied zwischen allen an der Raumfahrt beteiligten Akteuren.

Die Struktur des Forschungsbereichs Luftfahrt, Raumfahrt, Verkehr Senatsempfehlung für die Grundfinanzierung 2010: 255 Mio. Euro (inkl. der anteiligen programmungebundenen Forschung)



Zu den Diagrammen:

Im linken Diagramm sind die tatsächlich im Berichtsjahr 2009 eingesetzten Mittel für den Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr – unterteilt in grund- und drittmittelfinanzierte Kosten – abgebildet.

Im rechten Diagramm sind die vom Senat bewilligten grundfinanzierten Kosten für das Jahr 2010 dargestellt. Das Diagramm zeigt zusätzlich die Mittelverteilung auf die Programme der zweiten Runde der Programmorientierten Förderung. Ein Vergleich der aktuellen Zahlen mit den Darstellungen aus den Vorjahren ist nur bedingt möglich, da sich die Helmholtz-Zentren zum einen neu in ihrer Forschungsbereichs- und Programmstruktur aufgestellt haben. Zum anderen gibt es mit dem Beginn der zweiten Runde der Programmorientierten Förderung einen Wechsel von der differenzierten Budgetierung zwischen F&E- und Infrastrukturkosten zur Vollkostenrechnung.

In den nächsten Jahren stehen in der Erdbeobachtung Forschung und Entwicklung für innovative Radar-, Lidar- und optische Technologien, moderne Auswerteverfahren und die Entwicklung höherwertiger Produkte auf dem Programm. 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 neuen Anwendungen im Vordergrund.

In der Erforschung des Weltraums werden in den nächsten Jahren Missionen zu anderen Körpern im Sonnensystem durchgeführt und vorbereitet, wobei die Suche nach Leben und die Frage nach der Habitabilität von Planeten im Vordergrund stehen. In der Forschung unter Weltraumbedingungen werden sämtliche Infrastrukturen – Parabelflüge, Höhenforschungsraketen und insbesondere die Internationale Raumstation – genutzt, um grundlegende Erkenntnisse in den Lebenswissenschaften und Materialwissenschaften zu erweitern bzw. zu überprüfen. Zur Sicherstellung eines wirtschaftlichen Raumtransports werden Schlüsseltechnologien erforscht sowie Technologien für orbitale und planetare Missionen entwickelt und validiert. In der Weltraumrobotik werden sowohl Technologien für das „On-Orbit-Servicing“ vorbereitet als auch robotische Systeme für Explorationsmissionen entworfen.

Das Programm Verkehr

Das derzeit existierende Verkehrssystem ist in weiten Teilen überlastet und hat immer größere Schwierigkeiten, den steigenden Verkehr aufzunehmen. Diese chronische Überbean-

spruchung 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 Schienenverkehr 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.

ZUG DER ZUKUNFT

Mit Tempo 300 braust heute der ICE3 auf Hochgeschwindigkeitsstrecken quer durch Deutschland. Der Energieverbrauch entspricht pro Fahrgast weniger als drei Litern Treibstoff auf 100 Kilometer. Trotz dieser hohen Effizienz befindet sich der Schienenverkehr in harter Konkurrenz zu Flugzeug und Auto. Daher haben sich neun Institute des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) zum Ziel gesetzt, den Energiebedarf zu halbieren. Mit neuen Konzepten zur Aerodynamik, zu Fahrwerken und Reisekomfort arbeiten sie seit 2008 am Zug der Zukunft, dem Next Generation Train (NGT).

„In den kommenden 15 Jahren wird das Verkehrsaufkommen weiter stark anwachsen“, sagt Dr. Joachim Winter, Leiter des NGT-Projekts am DLR-Institut für Fahrzeugkonzepte in Stuttgart. Die Schiene hat dabei die Chance, ihren Anteil gegenüber Luft und Straße nicht nur zu halten, sondern auch auszubauen. Dafür strebt das NGT-Projekt an, nicht nur den Energieverbrauch pro Passagier zu minimieren, sondern auch die zugelassene Spitzengeschwindigkeit auf 400 km/h zu erhöhen. Gleichzeitig sollen die Passagiere bequem reisen und in Ruhe arbeiten und lesen können, so dass es darum geht, Geräuschentwicklung und Rüttelbewegungen zu minimieren. Die Basis für all diese verschiedenen Ziele ist eine kosteneffiziente, modulare Bauweise der zukünftigen Triebzüge.

SIGFRIED LOOSE:

„In der neuen Tunnelversuchsanlage werden wir reale Zugmodelle bei Tempo 360 und Seitenwind untersuchen können. So etwas gibt es bisher weltweit nirgendwo anders.“

Die ersten Designstudien konnten die DLR-Forscher bereits präsentieren: So werden im NGT die Fahrgäste auf zwei Ebenen ihren Sitzplatz finden – ähnlich wie heute schon bei den deutlich langsameren Regionalzügen. Die derzeit gebräuchlichen Fahrgestelle mit starren Achsen könnten einem Radsatz weichen, der mit „intelligenter“ Mechanik und Elektronik ausgestattet ist. Die Einzelräder sollen dann in den Wagenkasten integriert und über leistungsstarke Radnabenmotoren angetrieben werden.

„Vor allem brauchen wir für den NGT einen konsequent neuen aerodynamischen Entwurf“, sagt Winter. Diese Aufgabe fordert in erster Linie das Team um Sigfried Loose vom DLR-Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik in Göttingen heraus. Mit einem der modernsten Windkanäle Europas und aufwändigen

Strömungssimulationen nähern sich die Wissenschaftler den Grenzen des Machbaren. Das Ziel: hohe dynamische Stabilität und Fahrsicherheit bei gleichzeitig geringer Lärmbelastung im Innern des Zuges.

Eine wichtige Rolle wird dabei die neue Göttinger Tunnelversuchsanlage spielen. „Hier werden wir ab August reale Zugmodelle bei Tempo 360 und Seitenwind untersuchen können. So etwas gibt es weltweit bisher nirgends“, sagt Aerodynamiker Loose. Da der NGT aus Effizienzgründen konsequent im Leichtbau entstehen soll, wird es zudem schwieriger, ihn bei hohen Geschwindigkeiten auf der Schiene zu halten. Die Auftriebskräfte könnten auf rasanter Fahrt so stark werden, dass der Zug ohne

DER „NEXT GENERATION TRAIN“ SOLL ZWEI ETAGEN HABEN UND RUHIG UND STABIL AUCH BEI HOHEN GESCHWINDIGKEITEN BLEIBEN. DARGESTELLT IST HIER EIN MODELLBILD. Bild: DLR





BEIM HÖHENREKORDFLUG AM 21. NOVEMBER 2009 HABEN DIE ENTWICKLER VON ANTARES DLR-H2 DAS BRENNSTOFFZELLENSYSTEM ZUM ERSTEN MAL UNTER REALEN UNTERDRUCK-BEDINGUNGEN GETESTET. Foto: DLR

geeignete Maßnahmen die Boden- oder genauer die Schienenhaftung verliert. „Die Bodenhaftung könnten wir beispielsweise mit aktiven, verstellbaren Spoilern verbessern“, verdeutlicht Loose.

Trotz des geballten Fachwissens in den am NGT-Projekt beteiligten Instituten, werden die DLR-Forscher alleine keinen Zug der Zukunft bauen können. Aber ihre Expertise von Aerodynamik und Leichtbau, Fahrwerken und Materialverschleiß an den Rädern bis hin zum Energiemanagement steht bei den Zugbauern der Industrie hoch im Kurs. „Wir haben derzeit einen Kooperationsvertrag mit Bombardier“, sagt Loose. Doch auch andere Hersteller wie Siemens oder Alstom können auf die DLR-Ergebnisse zugreifen. Je nach Fortschritt der aktuellen Arbeiten und Engagement von Industrie und Bahngesellschaften könnten schon im kommenden Jahrzehnt europäische Hochgeschwindigkeitszüge auf bis zu Tempo 400 im Linienverkehr beschleunigen.

JAN-OLIVER LÖFKEN

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

FLIEGENDES LABOR MIT NULL EMISSIONEN

Das Forschungsflugzeug Antares DLR-H2 ist weltweit das erste bemannte Flugzeug, das ausschließlich durch Brennstoffzellen angetrieben werden kann. Nur noch reines Wasser kommt aus dem Auspuff, Start, Flug und Landung sind damit CO₂-frei und praktisch auch lautlos. Denn im Brennstoffzellenantrieb wird Wasserstoff in einer direkten elektrochemischen Reaktion mit dem Sauerstoff der Luft ohne Verbrennung in elektrische Energie umgewandelt. „In einer vergleichbaren Anwendung hat ein Antriebsstrang mit einem Verbrennungsmotor einen Wirkungsgrad von nur etwa 28 Prozent, mit der Brennstoffzelle werden dagegen 43 Prozent erreicht“, sagt Projektleiter Dr. Josef Kallo vom Institut für Technische Thermodynamik am DLR-Standort Stuttgart. Die DLR-Ingenieure arbeiten eng mit Projektpartnern aus der Industrie zusammen, als Partner mit an Bord sind BASF Fuel Cells,

Serenergy (Dänemark) und Lange Research Aircraft GmbH, wo das Brennstoffzellenflugzeug Antares gebaut und umgerüstet wurde. Das Basisflugzeug Antares ist mit 460 Kilogramm ein Leichtgewicht, für das Brennstoffzellensystem und den Wasserstoffspeicher wurden zwei zusätzliche Außenlastbehälter eingebaut, die unter den dafür verstärkten Tragflächen angebracht wurden.

Mit der Antares DLR-H2 können Brennstoffzellensysteme sowohl für den Motorantrieb kleiner Flugzeuge als auch zur Bordstromerzeugung großer Flugzeuge unter realen Bedingungen getestet werden. Denn Ende 2009 hat das Brennstoffzellenflugzeug bewiesen, dass die Systeme auch in Flughöhen von mehr als 2.500 Metern noch funktionieren. „Mit dem Höhenrekord konnten wir nachweisen, dass die Brennstoffzelle auch bei Unterdruck effizient und sicher fliegt“, sagt Kallo. Die bisher im Stuttgarter Labor durchgeführten Versuche mit der Brennstoffzelle bei luftfahrtähnlichen Druckverhältnissen wurden damit im realen Flug bestätigt. „Für Passagierflugzeuge mit ihren hohen Traglasten wäre ein Brennstoffzellenantrieb jedoch noch unrealistisch.

JOSEF KALLO:

„Mit dem Höhenrekord konnten wir nachweisen, dass die Brennstoffzelle auch bei Unterdruck effizient und sicher fliegt.“

Dort könnte aber in Zukunft die Bordstromversorgung durch ein vergleichbares System gesichert werden“, erklärt Kallo. Darüber hinaus würde eine auf Brennstoffzellen basierende Bordstromversorgung auch Wasser produzieren, pro Kilowatt Leistung rund 0,5 Liter Wasser pro Stunde. Im Verlauf eines Transatlantikflugs könnten so – je nach Flugzeugtyp – zwischen 500 und 3.000 Liter Wasser produziert und verwendet werden. Dadurch muss weniger Wasser mitgeführt werden, so dass Gewicht und damit wiederum Treibstoff gespart wird.

ANTONIA RÖTGER

ELEKTROMOBILITÄT IN DEUTSCHLAND

Bis zum Jahr 2020 sollen eine Million Elektromobile auf deutschen Straßen rollen. Dieses ehrgeizige Ziel steckte sich die Bundesregierung in ihrem Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität. Doch wie werden komplett elektrisch angetriebene Fahrzeuge und Plug-In-Hybride mit zusätzlichem Verbrennungsmotor tatsächlich genutzt werden? Ändern Elektromobile unser Verständnis von Mobilität oder steht ihnen bestenfalls ein Nischendasein bevor?

Diesen Fragen geht Markus Mehlin, Leiter der Abteilung Personenverkehr am DLR-Institut für Verkehrsforschung in Berlin, nach. Zusammen mit E.ON Energie und weiteren Partnern arbeitet sein Team an einem Projekt zur Elektromobilität, in dem die Volkswagen AG ab Herbst 2010 30 Plug-In-Hybride auf der Basis des Golf VI auf die Straßen bringen wird. Gefahren werden die Autos von Personen mit unterschiedlichsten Anforderungen an ihre persönliche Mobilität. Mit geladenen Batterien können Berufspendler, Familien mit kleinen Kindern oder Arzneimittel-

lieferanten dann 50 bis 80 Kilometer elektrisch und bei Bedarf weitere Strecken mit Diesel oder Benzin zurücklegen. Detailliert geführte Fahrtenbücher liefern Mehlin und seinen Kollegen die Daten für eine Systemanalyse, die das wahrscheinliche Nutzungspotenzial der Elektromobile offenbaren wird.

„Bei den Fahrzeugen in unserem Projekt wird es keine Einschränkungen in der Nutzbarkeit geben“, betont Mehlin. Dies unterscheidet das Projekt auch von den bereits gestarteten Flottenversuchen mit Elektromobilen. So werden die Testfahrer keine Zugeständnisse bei Zuladung oder Streckenlänge gegenüber konventionellen Autos mit Verbrennungsmotor machen müssen. Dabei fokussieren sich die DLR-Forscher vor allem auf den innerstädtischen und suburbanen Verkehr in die Stadtrandgebiete, wofür die geringe Reichweite elektrischer Antriebe ausreicht. Rund 85 Prozent der im deutschen Alltag zurückgelegten Strecken reichen laut der Studie „Mobilität in Deutschland 2002“ nicht weiter als 70 Kilometer. „Mit unserer Studie werden wir zeigen können, für welche Benutzergruppen Elektromobile geeignet sein können und für welche nicht“, sagt Mehlin.

MARKUS MEHLIN:

„Mit unserer Studie werden wir zeigen können, für welche Benutzergruppen Elektromobile geeignet sein können und für welche nicht.“



Dabei werden nicht allein Fahrverhalten und Standzeiten in die DLR-Analyse des Flottenversuchs einfließen. Auch zur Wirtschaftlichkeit von Elektroantrieben erwartet Mehlin neue Erkenntnisse. Ein Aspekt ist dabei der höhere Anschaffungspreis eines Elektroautos im Vergleich zum gleichen Fahrzeug mit konventionellem Antrieb. Dem gegenüber stehen jedoch geringere Betriebskosten. Denn mit Wirkungsgraden von bis zu 80 Prozent können die Elektromotoren an den Radnaben die Energie sehr effizient in Bewegung umsetzen. Konkurrenzlos günstig können die Batterien über Nacht an der Steckdose in der Garage zuhause „betankt“ werden. Laut Mehlin könnte sich der Aufpreis für ein Hybrid-Fahrzeug über die geringen Kosten für die Antriebsenergie je nach Randbedingungen schnell amortisieren.

Geringe Betriebskosten, weniger Abgase und weniger Lärm in den Innenstädten, dies wären die wesentlichen Vorteile. Und wenn der Strom für die Elektromobile nicht aus fossilen Kraftwerken sondern mit erneuerbaren Energiequellen erzeugt wird, wäre auch die CO₂-Bilanz günstig. Trotz dieser Vorteile will Mehlin aber auch kritische Argumente zur Elektromobilität nicht außer Acht lassen. „Mehr Elektromobile lösen kein einzi-

BIS ZUM JAHR 2020 SOLLEN EINE MILLION ELEKTROMOBILE AUF DEUTSCHEN STRASSEN ROLLEN. EIN FLOTTENVERSUCH AM DLR SOLL NUN REALISTISCHE PROGNOSEN ZUM VERHALTEN DER UNTERSCHIEDLICHEN NUTZER ERMÖGLICHEN. Foto: iStockphoto



AN EINER STOSSWELLENROHRANLAGE OPTIMIEREN
DLR-EXPERTEN DEN VERBRENNUNGSPROZESS. Foto: DLR

ges Park- oder Stauproblem“, sagt der DLR-Verkehrsforscher. Mit dem günstigen „Tanken“ an der Steckdose könne es sogar zu noch mehr Verkehr kommen. Denn mit Elektroantrieben gewinne das Autofahren gegenüber anderen Verkehrsmitteln an Attraktivität. So will Mehlin nicht ausschließen, dass der Flottenversuch sogar nachteilige Effekte für den Öffentlichen Nahverkehr oder das Fahrrad zeigen könnte, da Elektrofahrzeuge mit den derzeit geringen Reichweiten in direkte Konkurrenz zu diesen treten.

Auch wenn der vom DLR begleitete Flottenversuch keine umfassend-repräsentative Verkehrsstudie ersetzen kann, wird er wichtige Hinweise für die Zukunft der Elektromobilität auf deutschen Straßen liefern. Es darf erwartet werden, dass allzu optimistische Prognosen um eine realistischere Nutzungsanalyse bereichert werden. „Das reine Elektrofahrzeug sehe ich zumindest mittelfristig noch als Nischenfahrzeug, aber mit den Hybrid-Varianten könnte die Million bis 2020 erreicht werden“, prognostiziert Mehlin.

JAN-OLIVER LÖFKEN

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt BIOSPRIT FÜR FLUGZEUGE

Neue Treibstoffe für die Luftfahrt entwickeln Forscher am DLR-Institut für Verbrennungstechnik in Stuttgart. So könnte bis 2030 das heute noch auf Erdöl basierende Kerosin durch Treibstoffe ersetzt werden, die sich komplett aus Biomasse erzeugen lassen. Zugleich sollen die Flüssigkeiten so gut auf die Verbrennung in einer Flugzeugturbine abgestimmt sein, dass sie zuverlässig mehr Leistung bei geringeren Abgas- und Rußemissionen liefern. Auf dem Weg zum optimalen, möglichst klimaneutralen De-

signerkerosin nutzt das etwa 20-köpfige Team um Institutsdirektor Professor Dr. Manfred Aigner Prüfstände wie einen Hochdruckbrenner oder eine so genannte Stoßrohranlage. Die Experimente werden durch Modellierungen im Computer begleitet, um den kompletten Reaktionsablauf während eines Brennvorgangs schlüssig zu simulieren. „Wir können bis zu 50 verschiedene Parameter wie beispielsweise die Zündbarkeit beeinflussen, um einen Treibstoff zu erhalten, der besser ist als das heute zugelassene Kerosin“, sagt Aigner.

MANFRED AIGNER:

„Wir können bis zu 50 verschiedene Parameter beeinflussen, um einen Treibstoff zu erhalten, der besser ist als das heute zugelassene Kerosin.“

Die Grundlage für die synthetischen Treibstoffe bildet das bereits in den 1920er Jahren in Deutschland erfundene „Fischer-Tropsch-Verfahren“. Mit diesem kann Erdgas (GtL: gas to liquid) zunächst durch die Zufuhr von Sauerstoff und Wasserdampf zu Synthesegas und dieses im nächsten Schritt zu flüssigen Kohlenwasserstoffen umgewandelt werden. Statt Erdgas eignet sich auch Kohle (CtL: coal to liquid) oder Biomasse (BtL: biomass to liquid) als Ersatz für Erdöl. Die Arbeiten der Stuttgarter Forscher stoßen international auf großes Interesse. So erarbeiten sie zurzeit zusammen mit Partnern im EU-Projekt ALFA-BIRD einen Plan für alternative Treibstoffe. Dazu kommen zahlreiche Kooperationen unter anderem mit Shell, Rolls Royce und dem Technologiezentrum Qatar Science&Technology Park.

JAN-OLIVER LÖFKEN

Vor allem in Südostasien leiden Millionen Menschen an chronischer Arsenvergiftung, da das Trinkwasser stellenweise mit Arsen verseucht ist. Bisher waren aufwändige chemische Analysen nötig, um die Arsenbelastung verlässlich zu ermitteln, aber nun gibt es ein neues biologisches Testverfahren, dessen Anwendung keine besonderen Fachkenntnisse erfordert und das gleichzeitig preiswert und zuverlässig ist. Entwickelt wurde das neue Testverfahren von Professor Dr. Hauke Harms und Dr. Mona C. Wells vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ und Professor Dr. Jan-Roelof van der Meer von der Universität Lausanne. Dafür erhalten die Wissenschaftler den Erwin Schrödinger-Preis 2010, der mit 50.000 Euro dotiert ist.

Bakterien melden Arsenbelastung

Arsen ist hochgiftig und gerät in manchen Regionen der Erde durch die geologischen Verhältnisse oder Bergbauaktivitäten ins Trinkwasser. Schleichende Arsenvergiftungen sind tückisch und fallen erst nach Jahren auf. Eine chronische Arsenvergiftung führt zu schweren Hautschäden und Funktionsstörungen von Niere und Leber bis hin zu Krebs. Vor allem in Südostasien, wo durch das rasche Bevölkerungswachstum in den letzten Jahrzehnten tiefere Grundwasservorkommen erschlossen werden mussten, sind mehr als 100 Millionen Menschen gefährdet. Doch auch in Deutschland gibt es Regionen, in denen zum Beispiel der Erzbergbau das Grundwasser mit Arsen verseucht hat.

Dabei sind die Arsenbelastungen besonders in Südostasien lokal so unterschiedlich, dass tatsächlich jeder einzelne Brunnen getestet werden müsste. Bisher waren dafür aufwändige Laboranalysen notwendig, die von Experten durchgeführt werden müssen. Die drei Preisträger haben mit ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in den letzten Jahren ein neues Testverfahren entwickelt und als Marke ARSOLux® geschützt, das zuverlässig und innerhalb von zwei Stunden (Inkubationszeit) anzeigt, ob und wie stark das Wasser durch Arsen belastet ist. Dabei können auch Laien die neue Methode fachgerecht anwenden. Mit Unterstützung durch die Ausgründungsförderung Helmholtz-Enterprise-Fonds (HEF) haben die Wissenschaftler das patentierte Verfahren nun bis zur Marktreife weiterentwickelt und



BIOSENSOR ARSOLUX® Foto: UFZ/A. Künzelmann

planen ein Unternehmen zu gründen, das ab 2011 die Messgeräte und dazu passenden Testkits produzieren und vertreiben wird.

Das Grundprinzip des Tests wurde an der Universität Lausanne in der Schweiz von der Arbeitsgruppe um Professor van der Meer entwickelt. Das Verfahren basiert auf Erkenntnissen aus der Mikrobiologie und nutzt gentechnisch veränderte Bakterien als so genannte Bioreporter. Dafür wurden in diese Bakterienstämme „Reportergene“ eingeschleust, die die Zellen zum Leuchten bringen, wenn sie mit Arsen in Kontakt kommen. Forscher um Professor Harms am Department für Umweltmikrobiologie des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung haben dieses Prinzip in den letzten Jahren systematisch weiterentwickelt. Dabei warten die gentechnisch veränderten Bakterien in gefriergetrockneter Form in Teströhrchen auf ihren Einsatz als Arsenreporter. Die Teströhrchen werden mit einer Wasserprobe befüllt und im Anschluss in ein handliches Gerät gesteckt, mit dem die Helligkeit des Leuchtens (Lumineszenz) gemessen werden kann, die ein Maß für die Arsenkonzentration ist. Mit Hilfe von mathematischen Methoden hat Gastwissenschaftlerin Dr. Mona Wells am UFZ die Genauigkeit und Zuverlässigkeit dieses Verfahrens deutlich gesteigert, so dass es inzwischen sogar genauer arbeitet als einfache chemische Analysen.

Das ARSOLux®-Verfahren ist mit rund 1,5 Dollar pro Test nicht nur deutlich preiswerter, sondern auch aussagekräftiger als eine chemische Laboranalyse, sagen die Experten. Denn anders als eine rein chemische Analyse zeigen die Bioreporter-Bakterien an, wie stark Organismen bestimmte Chemikalien einbauen würden und treffen damit Aussagen zur Bioverfügbarkeit und damit auch zur Gesundheitsgefährdung durch vorhandene Substanzen. In den letzten Jahren haben die Wissenschaftler das Verfahren

in Messkampagnen in Vietnam und Bangladesch erprobt und gezeigt, dass der ARSOLux®-Test im Einsatz robuste Ergebnisse zeigt. Die Geräte könnten zunächst in mobilen Krankenstationen in Bangladesch eingesetzt werden, die über die Dörfer fahren. Aber auch internationale Hilfsorganisationen könnten zu Kunden des Unternehmens werden und beim Brunnenbohren vorab testen, ob die Bohrung sicheres Trinkwasser liefern kann.

Zu den Preisträgern:

Professor Dr. Hauke Harms arbeitet auf dem interdisziplinären Feld zwischen Biologie und physikalischer Chemie und untersucht insbesondere die Bioverfügbarkeit von Chemikalien, also wie Chemikalien durch Organismen aufgenommen werden. Hauke Harms leitet das Department für Umweltmikrobiologie am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ.

Professor Dr. Jan-Roelof van der Meer ist Mikrobiologe und untersucht, wie Bakterien organische Umweltchemikalien abbauen. Er entwickelt auch gentechnisch veränderte Bakterienstämme, die das Vorhandensein bestimmter Chemikalien anzeigen. Jan Roelof van der Meer leitet eine renommierte große Arbeitsgruppe an der Universität Lausanne.

Die Chemikerin Dr. Mona C. Wells ist Expertin auf dem Gebiet der Modellierung von biologischen Prozessen und Mustererkennung bei biologischen Antworten auf chemische Reize. Sie hat durch statistische Verfahren die Genauigkeit und Zuverlässigkeit des Testverfahrens deutlich gesteigert. Die US-Amerikanerin Wells arbeitet seit 2008 als Gastwissenschaftlerin im Department für Umweltmikrobiologie am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ.

Mit Energie in die Zukunft

DIE HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT IN ZAHLEN UND FAKTEN



PROF. DR. LOUIS SCHLAPBACH, Senator der Helmholtz-Gemeinschaft, ehem. EMPA, ETH-Bereich, Schweiz

„Wir setzen je ein Drittel Energie für Komfort in Gebäuden, Mobilität und Transport sowie für Güterherstellung um. Zur weltweiten Energieproduktion tragen nukleare Technologien nur sieben Prozent und erneuerbare Energien nur wenige Prozente bei, der Rest basiert auf kohlenstoffreichen Kohlenwasserstoffen mit bekannten CO₂-Folgen. Die Lösung für die zukünftige Energieversorgung wird zunächst wohl ein Mix fast aller zur Verfügung stehenden Technologien sein mit einem hoffentlich schnell wachsenden Anteil erneuerbarer Energien. Nachhaltige Energietechnologien für übermorgen erfordern Durchbrüche in interdisziplinärer, „use inspired“-Grundlagenforschung in Energieumwandlungs- und -Speicherungsprozessen. Die Helmholtz-Gemeinschaft stärkt die Energie-Grundlagenforschung bis hin zur Analyse von Klima- und Umweltfolgen – eine wissenschaftliche und großtechnische Herausforderung in internationaler Zusammenarbeit, die künftig auch zur Steigerung der Effizienz von Energieumwandlungsprozessen beitragen soll.“



PROF. DR. GERD LITFIN, Senator der Helmholtz-Gemeinschaft, Geschäftsführender Gesellschafter Arkadien Verwaltungs KG

„Die Energieversorgung der Zukunft unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Aspekte zu gestalten, ist eine der schwierigsten Herausforderungen an die Wissenschaft. Die Helmholtz-Gemeinschaft ist mit ihrer einmaligen Breite der Forschungsfelder prädestiniert, an dieser Aufgabe maßgeblich mitzuwirken. Dies gilt hinsichtlich ihrer Stärke in den Schlüsseltechnologien besonders für Zukunftsfelder wie Elektromobilität und Batteriespeicherung.“



PROF. DR. KLAUS TÖPFER, Senator der Helmholtz-Gemeinschaft, former Under Secretary General, United Nations und Gründungsdirektor Institute for Advanced Sustainability Studies, Potsdam

„Unser Blauer Planet Erde wird bereits im Jahre 2050 etwa neun Milliarden Menschen tragen. Sie alle wollen Armut überwinden, wollen in Frieden und Würde leben – sie alle haben ein Recht auf Entwicklung. Dieses Recht zu realisieren, setzt in besonderer Weise die Verfügbarkeit von Energie voraus. Fossile Energieträger, die massiv dadurch subventioniert werden, dass CO₂ als Klimagas kostenlos in die Atmosphäre emittiert werden darf, werden nicht die Grundlagen für diese notwendige Entwicklung sein können. Eine Revolution der Energieeffizienz und massive Investitionen zur Durchsetzung erneuerbarer Energien bei wettbewerbsfähigen Preisen sind dafür erforderlich. Eine gigantische, eine faszinierende Herausforderung für die Wissenschaft.“



PARTNER DES PAKTS FÜR FORSCHUNG UND INNOVATION

Im Rahmen des Paktes für Forschung und Innovation hat sich die Helmholtz-Gemeinschaft verpflichtet, zukunftssträchtige neue Forschungsgebiete zu entwickeln, den wissenschaftlichen Nachwuchs zu fördern, sich mit konkreten Maßnahmen für mehr Chancengleichheit einzusetzen und Kooperationen mit anderen Forschungsorganisationen, mit den Hochschulen und insbesondere mit der Wirtschaft auszubauen. Diese Ziele durchzogen in den vergangenen Jahren die strategische Planung und das Handeln der Organisation.

Der Pakt für Forschung und Innovation hat seit seiner Einführung im Jahr 2005 der Helmholtz-Gemeinschaft die für Ihre Arbeit notwendige Planungssicherheit gewährleistet und ihr erlaubt, strategische Maßnahmen und Instrumente auszubauen und zu etablieren. In der zweiten Paktperiode, die im kommenden Jahr beginnt und bis 2015 angesetzt ist, soll laut Beschluss der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz von Bund und Ländern der jährliche Zuwachs von bisher drei auf fünf Prozent des Gesamtbudgets der Helmholtz-Gemeinschaft angehoben werden. Die Helmholtz-Gemeinschaft begrüßt ausdrücklich die Fortsetzung dieses wichtigen Instrumentes über 2011 hinaus und wird auch für die Laufzeit des Paktes II Maßnahmen ergreifen, die einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung der deutschen Forschungslandschaft leisten.

Exzellenz durch Wettbewerb sichern

In der Helmholtz-Gemeinschaft gewährleistet das Verfahren der Programmorientierten Förderung eine qualitätsbasierte Verteilung der vorhandenen Forschungsmittel. Dabei werden

die Forschungsprogramme der Helmholtz-Zentren alle fünf Jahre durch internationale Gutachter nach den Kriterien wissenschaftliche Exzellenz und strategische Relevanz bewertet. So wurde Mitte 2009 die zweite Runde der Programmorientierten Förderung mit der Begutachtung der Forschungsbereiche Energie, Schlüsseltechnologien und Struktur der Materie erfolgreich abgeschlossen. Rund 350 internationale Expertinnen und Experten beteiligten sich an diesem Prozess und bescheinigten den Helmholtz-Zentren ein exzellentes Forschungsniveau.

Die herausragende Stellung der Helmholtz-Gemeinschaft im Wettbewerb mit externen nationalen und internationalen Wissenschaftseinrichtungen belegen darüber hinaus Auszeichnungen wie etwa wissenschaftliche Preise an Helmholtz-Forscherinnen und Forscher oder das Einwerben von Förderung des Europäischen Forschungsrats. Der Zuschlag des Europäischen Innovations- und Technologieinstituts EIT für die Koordination der „Knowledge and Innovation Community“ mit dem Thema „InnoEnergy“ im Dezember 2009 ist ein weiteres Beispiel für die internationale Profilierung von Helmholtz-Zentren.



RAPS IST EINE HOCHEFFIZIENTE ENERGIEPFLANZE, DIE INZWISCHEN GROSSFLÄCHIG ANGEBAUT WIRD. Foto: UFZ

Darüber hinaus waren Helmholtz-Zentren gemeinsam mit universitären Partnern im Rahmen der Exzellenzinitiative besonders erfolgreich. Derzeit ist die Helmholtz-Gemeinschaft mit dem Karlsruher Institut für Technologie, dem Zukunftskonzept eines „Zentrums für Molekulare Biologie Heidelberg“ von DKFZ und Universität Heidelberg und der Jülich-Aachen Research Alliance JARA von FZJ und RWTH Aachen erfolgreich. An diese Erfolge soll im Rahmen der geplanten dritten Runde der Exzellenzinitiative angeknüpft werden. Durch den Bau und Betrieb einzigartiger Forschungsinfrastrukturen, an denen jährlich über 4.500 internationale Gastwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler forschen, trägt die Helmholtz-Gemeinschaft schließlich zur Wettbewerbsfähigkeit des Forschungsstandortes Deutschland bei.

Zukunftsträchtige Partnerschaften etablieren

Die Vernetzung mit universitären Partnern und der Wirtschaft ist ein wichtiger Bestandteil der Strategie der Helmholtz-Gemeinschaft. Nur so können Wissen ausgetauscht, der Anwendungsbezug der Forschung sichergestellt und Ressourcen effizient genutzt werden. Die Helmholtz-Zentren initiieren und beteiligen sich an einer Vielzahl von strategischen Partnerschaften. In Verbänden und Projekten forschen sie an den drängenden Fragen von Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft. So vollzog sich im Oktober 2009 mit dem Inkrafttreten des KIT-Gesetzes die Fusion des Forschungszentrums Karlsruhe und der Technischen Universität zum Karlsruher Institut für Technologie. Gemeinsam mit drei deutschen Universitäten und mit Unterstützung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gründete die Helmholtz-Gemeinschaft zudem drei Helmholtz-Institute in Mainz, Jena und Saarbrücken. Ein wichtiger Meilenstein für die Zusammenarbeit mit den

Die Vernetzung mit universitären Partnern und der Wirtschaft ist ein wichtiger Bestandteil der Strategie der Helmholtz-Gemeinschaft.

Universitäten – den privilegierten Partnern der Helmholtz-Gemeinschaft – war außerdem die Gründung des Deutschen Zentrums für Neurodegenerative Erkrankungen in Bonn mit sechs Standorten im April 2009. Auch den Helmholtz-Allianzen wurde auf Basis einer erfolgreichen Begutachtung im Berichtszeitraum eine besonders erfolgreiche Kooperation mit Universitäten bestätigt: In der Gesundheitsforschung setzten die Helmholtz-Gesundheitszentren neue Impulse mit einer Initiative zur Bildung nationaler Konsortien, die sich der Erforschung chronischer Volkskrankheiten widmen. Dazu zählt das im Juni 2009 gegründete Deutsche Zentrum für Diabetesforschung. Weitere Konsortien zur translationalen Krebsforschung, zur Herz-Kreislauf-Forschung und zur Infektionsforschung sind in Vorbereitung.

Die Helmholtz-Gemeinschaft hat auch im internationalen Bereich bedeutende Kooperationen etabliert. Sie agiert in internationalen Netzwerken und Konsortien teils federführend, etwa bei der Koordinierung internationaler Infrastrukturkonsortien wie das European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI). Ihre zukünftigen Ziele hat die Organisation in einer Internationalisierungsstrategie formuliert. Darin erklärt die Helmholtz-Gemeinschaft ihr Vorhaben, ihre Position in der internationalen Forschung auszubauen und gestaltend in der internationalen Forschungspolitik zu wirken. Eine besondere Bedeutung soll dabei der Kooperation mit Schwellen- und Entwicklungsländern zukommen.

Ein besonderer Schwerpunkt in der Helmholtz-Gemeinschaft ist der Transfer und die Verwertung von Forschungsergebnissen. Die Helmholtz-Zentren betreiben zahlreiche Kooperationsprojekte und gehen strategische Partnerschaften mit Unternehmen ein. Auch durch Lizenzvereinbarungen und Ausgründungen werden Forschungsergebnisse in neuartige Produkte und Dienstleistungen verwandelt. Um diesen



METHANHYDRAT VERBRENNT ÄHNLICH EFFIZIENT UND SAUBER WIE ERDGAS. GEOWISSENSCHAFTLER VERMUTEN GROSSE VORKOMMEN, SO DASS EINE ERFORSCHUNG DER NUTZUNG SINNVOLL IST. Foto: GFZ

Prozess zu stärken, erarbeitete die Helmholtz-Gemeinschaft unter Beteiligung von externen Sachverständigen und den Zuwendungsgebern eine neue Technologietransferstrategie. Diese sieht unter anderem die Etablierung eines Validierungsfonds vor, der mit bis zu 7,5 Millionen Euro pro Jahr einen Anreiz setzen soll, Erfindungen bis zu einem kommerzialisierbaren Produkt oder Serviceangebot weiterzuentwickeln.

Auch im vergangenen Jahr wurden in den Helmholtz-Zentren erfolgreich Forschungsergebnisse in die Anwendung überführt. So entwickelten und patentierten Wissenschaftler des Forschungszentrums Jülich ein Verfahren zur Herstellung von maßgeschneiderten Poren in Werkstoffen und optimierten dieses für den Werkstoff Titan in Kooperation mit der Medizintechnikfirma Synthes. Das technologische Know-how kann so zur Produktion von Bandscheibenimplantaten genutzt werden.

Nach der Inbetriebnahme des Heidelberger Ionenstrahl-Therapie-Zentrums (HIT) werden nun im Rahmen eines Lizenzvertrages des GSI Helmholtzzentrums für Schwerionenforschung mit Siemens Medical

Solutions weitere Anlagen in Marburg und Kiel errichtet. Die im Darmstädter Helmholtzzentrum entwickelte neuartige Krebstherapie mit Ionenstrahlen ist ein großartiges Beispiel für den Transfer von Erkenntnissen der Grundlagenforschung in die Anwendung.

Das Karlsruher Institut für Technologie hat 2009 zusammen mit vier Erfindern und einem Industriepartner den Gründungsvertrag für die Celitement GmbH unterzeichnet. Die Ausgründung wird Celitement®, einen hochleistungsfähigen Niedrigemissionszement, bis zur Marktreife weiterentwickeln. Da der innovative Baustoff bei niedrigen Temperaturen und mit weniger Kalk als konventioneller Zement produziert wird, können

mit dem Celitement®-Verfahren etwa 50 Prozent der Energie und der Kohlendioxidemissionen eingespart werden.

Gründungsaktivitäten werden innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft durch den Helmholtz Enterprise Fonds (HEF) gefördert. Die HEF-Förderung von maximal 200.000 Euro wird anteilig aus dem Impuls- und Vernetzungsfonds und den betreffenden Zentren finanziert. Seit 2005 wurden über dieses Instrument 49 Ausgründungsideen gefördert. Weitere Informationen finden Sie auf S. 88f.

Auf Talentmanagement und Chancengleichheit setzen

Talentmanagement und Maßnahmen zur Förderung der Chancengleichheit werden in der Helmholtz-Gemeinschaft eine besondere Bedeutung zugeschrieben. Denn nur so können

exzellente Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gewonnen und vor allem gehalten werden. Daher investiert die Helmholtz-Gemeinschaft in die Aus- und Weiterbildung ihres wissenschaftlichen und administrativ-technischen Personals. Die vielfältigen Programme und Aktivitäten erfolgen sowohl auf Ebene der Zentren, etwa

Die Helmholtz-Gemeinschaft wird auch in den kommenden Jahren ihre Mission als strategisch agierende Forschungsorganisation erfüllen.

mit der praxisnahen Fachausbildung von jungen Männern und Frauen, als auch auf Ebene der Gemeinschaft, beispielsweise mit dem Managementtraining im Rahmen der Akademie für Führungskräfte. In den Helmholtz-Graduiertenschulen und -Kollegs absolvieren jährlich zahlreiche Doktorandinnen und Doktoranden ihre Promotion an den Helmholtz-Zentren. Darüber hinaus erhalten talentierte Postdocs mit Mitteln des Impuls- und Vernetzungsfonds die Möglichkeit, eine eigene Forschergruppe zu gründen und selbstständig an einem wissenschaftlichen Thema zu forschen.

Damit Frauen und Männern in der Helmholtz-Gemeinschaft die gleichen Chancen zur beruflichen Entwicklung erhalten,

hat die Helmholtz-Gemeinschaft vielfältige Aktivitäten zur Vereinbarkeit von Beruf und Familie etabliert. Darüber hinaus wird in der Helmholtz-Gemeinschaft angestrebt, den Anteil von Frauen in Führungspositionen zu erhöhen. Dazu sollen Maßnahmen wie etwa das Mentoring-Programm für Frauen „In Führung gehen“ beitragen. Inzwischen sind sieben Frauen in Vorstandspositionen in der Helmholtz-Gemeinschaft berufen worden, darunter zwei als wissenschaftliche und fünf als kaufmännische Vorstände. Der Anteil der Senatorinnen im Senat der Helmholtz-Gemeinschaft beträgt 26 Prozent. Schließlich hat die Mitgliederversammlung der Helmholtz-Gemeinschaft beschlossen, sich zur weiteren Förderung von Frauen an den „Forschungsorientierten Gleichstellungsstandards der Deutschen Forschungsgemeinschaft“ zu orientieren. Der Gefahr des mangelnden naturwissenschaftlichen Nachwuchses begegnet die Gemeinschaft mit punktgenauen Förderprogrammen, den bald 26 Schülerlaboren an den Helmholtz-Zentren oder mit der Initiative ‚Haus der kleinen Forscher‘. Mehr als 50.000 Schülerinnen und Schüler besuchen derzeit jedes Jahr die Schülerlabore. Und über 12.700 Kindergärten erreichen etwa 760.000 Kinder in ganz Deutschland und begeistern Mädchen und Jungen für die Naturwissenschaften und Technik. Weitere Informationen finden Sie auf S. 90f.

Zukunft verantwortungsvoll gestalten

Die Helmholtz-Gemeinschaft wird auch in den kommenden Jahren ihre Mission als strategisch agierende Forschungsorganisation erfüllen. Die Mittel, die durch die Fortsetzung des Paktes für Forschung und Innovation auch in Zukunft zur Verfügung gestellt werden, machen es der Gemeinschaft möglich, ihre Ziele konsequent zu verfolgen. Schon jetzt hat sie in der Gestaltung des deutschen Wissenschaftssystems große Verantwortung übernommen, etwa durch den Bau und Betrieb von Forschungsinfrastrukturen, die Etablierung strategischer Allianzen und innovativer Partnerschaften oder

im Talentmanagement und im Wissens- und Technologietransfer. Dabei hat die Gemeinschaft von den im Rahmen der Wissenschaftsfreiheitsinitiative eingeführten Flexibilisierungsmaßnahmen erheblich profitiert und ihre Effizienz und Effektivität weiterhin gesteigert.

Darüber hinaus arbeitet die Gemeinschaft derzeit an der Weiterentwicklung des Verfahrens der Programmorientierten Förderung mit dem Ziel, es an die sich verändernden Rahmenbedingungen zu adaptieren und seine Relevanz und Effizienz auch für die Zukunft sicherzustellen. Die in 2009 begonnene Portfolio-Diskussion – angestoßen durch das Liebenberg-Papier und das in der Folge zwischen Helmholtz-Gemeinschaft und Zuwendungsgebern erarbeitete Eckpunktepapier – und ein Foresight-Prozess in den einzelnen Forschungsbereichen sollen zudem ihr Profil stärken und ihre Arbeit noch systematischer auf die drängenden Fragen von Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft fokussieren. Im Rahmen des Foresight-Prozesses, der eng mit nationalen und internationalen Roadmap-Prozessen verknüpft wird, hat die Helmholtz-Gemeinschaft auf unterschiedlichen Ebenen Dialogplattformen mit den Zuwendungsgebern etabliert, um sich über langfristige Strategien in Zukunftsthemen abzustimmen. Damit wird der Foresight-Prozess in allen Forschungsbereichen wertvolle Erkenntnisse liefern und die gestaltende Rolle der Helmholtz-Gemeinschaft in Forschungsfeldern wie Gesundheit, Klima oder Energie ausbauen.

Die Helmholtz-Gemeinschaft begrüßt die Fortsetzung des Paktes für Forschung und Innovation als wichtigen Meilenstein und unverzichtbare Investition in die Zukunft Deutschlands und ist sich der damit einhergehenden Verpflichtung bewusst. Die Forschungsorganisation wird ihrer Verpflichtung, exzellente Forschung zur Antwort der drängenden Fragen von Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft energisch zu betreiben, nachkommen und verantwortungsvoll und gewinnbringend die gewährten Freiräume nutzen.

TECHNOLOGIETRANSFER IN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT AKTUELLE BILANZ UND STRATEGISCHE WEITERENTWICKLUNG

Zur Mission der Helmholtz-Gemeinschaft gehört es nicht nur wissenschaftliche Ziele zu verfolgen, sondern stets auch Erkenntnisse in die Anwendung zu transferieren. Ob durch Wissenstransfer in die Gesellschaft oder durch Technologietransfer und unternehmerische Verwertung wirtschaftlich relevanter Ergebnisse – die Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler leisten so einen wichtigen Beitrag zur Innovationsfähigkeit in Deutschland. In den Technologietransferstellen der Helmholtz-Zentren arbeiten daran zahlreiche Menschen mit Engagement und Erfolg. Unterstützt werden diese Aktivitäten durch gemeinsame Modelle und Instrumente der Helmholtz-Gemeinschaft. So hat sich in den Lebenswissenschaften das Verwertungsmodell über den Dienstleister Ascenion GmbH erfolgreich etabliert. In den Schlüsseltechnologien hilft ein vom BMBF gefördertes Technologiescreening-Projekt dabei, Verwertungsoptionen aufzuzeigen. Ausgründungsprojekte werden aus dem Impuls- und Vernetzungsfonds über das Instrument Helmholtz Enterprise gefördert und können weiterhin eine Managementunterstützung über das ebenfalls vom BMBF finanzierte Programm HEFplus erhalten. Diese zahlreichen Aktivitäten tragen zur Umsetzung der Mission der Helmholtz-Gemeinschaft bei und zeitigen Erfolge – wie die Bilanz der Helmholtz-Zentren in den Haupttransferkanälen Kooperationen, Lizenzvereinbarungen und Ausgründungen zeigt.

Kooperationen und strategische Partnerschaften

Im letzten Jahr wurden über 3.100 Kooperationsprojekte mit Unternehmen realisiert, die zu Drittmiteinnahmen von 160 Mio. Euro aus der Wirtschaft führten. Die Kooperationsformen reichen dabei von Dienstleistungen über gemeinsame Forschungsvorhaben bis zu strategischen Partnerschaften.

- Ein herausragendes Beispiel ist die strategische Partnerschaft zwischen dem Deutschen Krebsforschungszentrum und der Bayer Schering Pharma AG. Ziel dieser langfristig angelegten Zusammenarbeit ist die schnellere Nutzung von Forschungsergebnissen zur Entwicklung neuer Therapien und Arzneimittel gegen Krebs. Im Mittelpunkt der Kooperation stehen gemeinsame anwendungsnahe Forschungsprojekte,

die zur wissenschaftlichen Grundlage für die Entwicklung neuer Substanzen, Therapie- oder Diagnoseverfahren werden können und die von beiden Partnern zu gleichen Teilen finanziert werden. Aus zahlreichen Förderanträgen wurden bisher neun solcher Projekte ausgewählt. Gemeinsame Entscheidungsgremien, gegenseitige Besuche von Wissenschaftlerdelegationen, regelmäßige Treffen der Projektgruppen und die gemeinsame Veranstaltung eines wissenschaftlichen Symposiums zeugen von einem intensiven Austausch und einer aktiv gelebten Kooperationskultur.

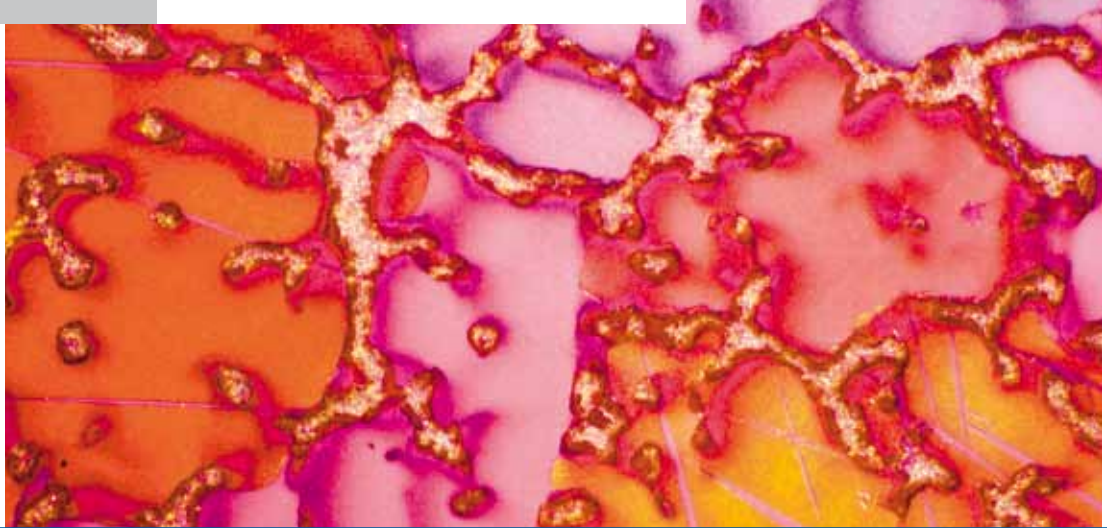
Lizenzierungen

Ein weiterer Weg des Transfers und der Verwertung von Technologien ist der Abschluss von Lizenzvereinbarungen für Schutzrechte. Allein in 2009 wurden so in den Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft Lizenzeinnahmen von rund 15 Mio. Euro Erlöst.

- Beispielsweise haben das Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum - GFZ und die Herrenknecht AG Lizenz- und Kooperationsverträge zur serienreifen Weiterentwicklung eines Systems zur seismischen Tunnelerkundung namens ISIS abgeschlossen. Seit den ersten Untersuchungen beim Bau des Gotthard-Basistunnels sind die wissenschaftlichen Grundlagen für ISIS erarbeitet und die technischen Komponenten des Systems für einen praxistauglichen Einsatz optimiert worden. Dabei wurde vom Helmholtz-Zentrum eine konsequente Schutzrechtsstrategie verfolgt, die die Voraussetzung für die wirtschaftliche Verwertung darstellt. Mittlerweile sind fünf Patentfamilien an die Herrenknecht AG lizenziert worden.

Ausgründungen

Ausgründungen stellen ebenfalls einen Transferkanal dar, der zu wirtschaftlichen Anwendungen von Forschungsergebnissen über neue Produkt- und Serviceangebote führt. Allein in den letzten fünf Jahren sind über 45 Ausgründungen aus Helmholtz-Zentren zu verzeichnen, die zu einem großen Teil durch Helmholtz Enterprise unterstützt wurden. Der Erfolg der mit max. 200.000 Euro geförderten Unternehmensgründungen zeigt sich nicht nur



NEUARTIGE MAGNESIUMLEGIERUNGEN EIGNEN SICH FÜR DEN ENERGIESPARENDE
LEICHTBAU VON FAHRZEUGTEILEN. Bild: GKSS

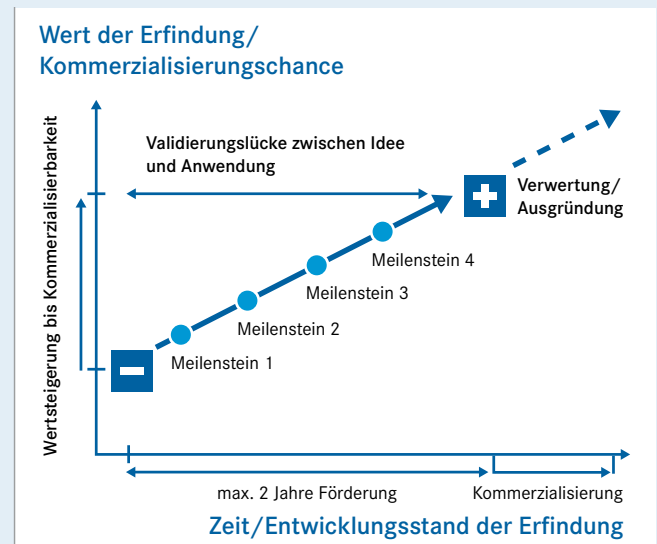
am Markt, sondern wird auch durch verschiedene Preise und Nominierungen honoriert.

- So hat beispielsweise die 2008 aus dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt ausgegründete CSP Services GmbH, die Dienstleistungen im Bereich Engineering und Qualitätssicherung für solarthermische Anlagen anbietet, letztes Jahr den DLR-Innovationspreis u. a. dafür erhalten, dass infolge der erfolgreichen Unternehmensentwicklung in der kurzen Zeit bereits 12 Arbeitsplätze geschaffen wurden. Die IONYS AG, eine Ausgründung aus dem Karlsruher Institut für Technologie, hat 2010 den wichtigsten Businessplan-Wettbewerb Baden-Württembergs gewonnen und wurde zusätzlich mit dem Sonderpreis der Deutschen Börse ausgezeichnet. Das 2008 gegründete Unternehmen hat einen innovativen bauchemischen Hochleistungswerkstoff weiterentwickelt und zur Marktreife geführt. Dank einer Oberflächenbehandlung mit dem Hydrophobierungsgel können Bauwerke vor Feuchtigkeit und Korrosion geschützt werden und so vor einer teuren Komplettanierung bewahrt werden. Ebenfalls aus dem Karlsruher Institut für Technologie hervorgegangen ist die Nanoscribe GmbH, die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung als Kandidat für den Deutschen Zukunftspreis 2010 vorgeschlagen wurde. Zu den 20 Nominierten für den Preis des Bundespräsidenten für Technik und Innovation zu gehören, ist bereits eine große Auszeichnung für das 2008 gegründete Unternehmen, das Laser-Lithographiesysteme für die Herstellung dreidimensionaler Nanostrukturen produziert und vertreibt. Alle drei Spin-offs wurden durch Helmholtz Enterprise gefördert.

Konzept zur Stärkung des Technologietransfers

Um weitere Erfolge im Technologietransfer zu ermöglichen, ist im letzten Jahr ein neues Konzept zur Stärkung des Technologietransfers der Helmholtz-Gemeinschaft erarbeitet worden. Kernstück der Strategie ist die Einrichtung eines Helmholtz Validierungsfonds. Damit soll die offenkundige Lücke zwischen Idee und Anwendung geschlossen werden. Eine umfangreiche finanzielle Unterstützung durch den Validierungsfonds soll es Wissenschaft-

lerinnen und Wissenschaftlern aus Helmholtz-Zentren ermöglichen, Forschungsergebnisse innerhalb von zwei Jahren soweit zu validieren, dass eine Wertsteigerung und Kommerzialisierbarkeit erreicht wird. Unterstützt wird jedoch nicht nur finanziell, sondern auch durch die Vermittlung von Managementkompetenzen. So sind beispielsweise ein Patenmodell, ein Fortbildungsmodul sowie eine meilensteinbasierte Projektabwicklung vorgesehen. Die Kommerzialisierung erfolgreich validierter Projekte über Industriekooperationen, Lizenzierungen oder Ausgründungen wird über die Technologietransferstellen der Zentren erfolgen. Verwertungserlöse werden teilweise in den Validierungsfonds zurückfließen.



Weiterhin sieht das neue Konzept die Bereitstellung von so genannten shared services vor, wodurch die Erfindungs- und die Ausgründungsberatung noch weiter verbessert werden soll. Die kleineren Zentren können dabei von der vorhandenen Expertise am Forschungszentrum Jülich und am Karlsruher Institut für Technologie profitieren. Schließlich sind weitere übergreifende Maßnahmen geplant wie die Auslobung eines Technologietransferpreises und weitere Aktivitäten zur Beförderung eines Kulturwandels in Richtung Innovation und Entrepreneurship in der Helmholtz-Gemeinschaft.

EINE INVESTITION IN DIE ZUKUNFT

Die Helmholtz-Gemeinschaft versteht Talentmanagement als Beitrag zur Steigerung der Attraktivität des Wissenschaftsstandortes Deutschland und sieht im wissenschaftlichen Nachwuchs den Schlüssel für eine erfolgreiche, international wettbewerbsfähige Forschung. Sie sieht sich daher in der Verantwortung, ihre hochqualifizierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf ihrem Karriereweg zu unterstützen und individuell zu fördern.

Zu einem umfassenden Talentmanagement gehören jedoch auch Projekte zur Heranführung von Kindern und Jugendlichen an die Forschung sowie Maßnahmen zur Chancengleichheit. Mit Mitteln des Impuls- und Vernetzungsfonds, die durch den Pakt für Forschung und Innovation gewährleistet werden, realisiert die Helmholtz-Gemeinschaft bereits zahlreiche Aktivitäten, die die Rolle von Talentmanagement als zentrales Element ihrer Organisationskultur unmissverständlich deutlich machen.

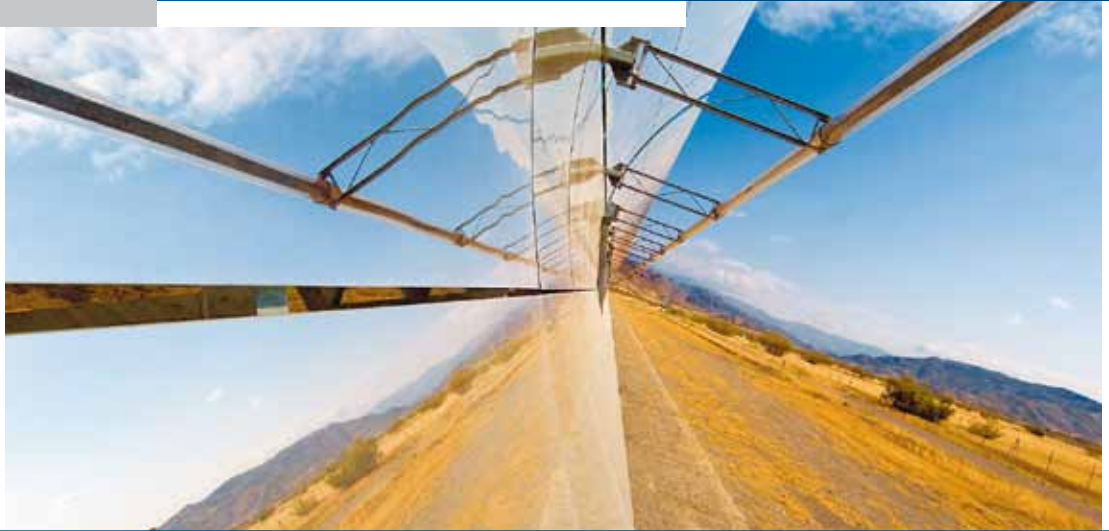
Den Nachwuchs früh fördern

So leistet die Gemeinschaft mit bald 26 Helmholtz-Schülerlaboren und der Initiative „Haus der kleinen Forscher“ ihren Beitrag für die Qualität der naturwissenschaftlich-technischen Bildung in Deutschland sowie für die Steigerung der Absolventen-Zahlen in diesen Fächern. Über 50.000 Schülerinnen und Schülern – viele von ihnen in der Berufsentscheidungsphase – besuchen jährlich gemeinsam mit ihren Fachlehrern die Schülerlabore und erfahren durch selbstständiges Experimentieren, wie interdisziplinäres naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten funktioniert. Die Initiative ‚Haus der kleinen Forscher‘

setzt dort an, wo die Begeisterung bei Jungen und Mädchen für Naturwissenschaft und Technik am stärksten geweckt werden kann, nämlich im Vorschulalter. Das Projekt erreicht inzwischen über 12.700 Kindergärten und etwa 760.000 Kinder in ganz Deutschland. Lokale Netzwerke sorgen dafür, dass Erzieherinnen und Erzieher bundesweit von den Fortbildungen profitieren, die vom „Haus der kleinen Forscher“ für sie entwickelt wurden.

Verlässliche Karriereperspektiven aufzeigen

Die Ausbildung von talentierten Nachwuchsforscherinnen und -forschern oder von technisch-administrativem Personal ist ein weiterer Schwerpunkt. In den Graduiertenschulen und Kollegs der Helmholtz-Gemeinschaft werden inzwischen pro Jahr rund 4.800 Doktoranden wissenschaftlich betreut. Sie erhalten über ihr Promotionsgebiet hinaus eine interdisziplinäre Weiterbildung und erwerben die für eine Karriere in Wissenschaft oder Wirtschaft wichtigen Schlüsselkompetenzen. Dabei wird die Vernetzung mit den Hochschulen, die die Promotionstitel vergeben, weiter gestärkt. Darüber hinaus erlernen jährlich über 1.600 junge Frauen und Männer technische Berufe an den Helmholtz-Zentren.



DIE SPIEGELRINNEN SOLARTHERMISCHER KRAFTWERKE FOKUSSIEREN DAS SONNENLICHT AUF EINE ZENTRALE RÖHRE UND ERHITZEN DIE FLÜSSIGKEIT DARIN AUF MEHRERE HUNDERT GRAD. Foto: DLR

Mit den Helmholtz-Nachwuchsgruppen unterstützt die Helmholtz-Gemeinschaft die frühe Selbstständigkeit junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und bietet ihnen eine verlässliche Karriereperspektive. Das ist in Deutschland einmalig und macht die Helmholtz-Zentren attraktiv für kreative Talente aus aller Welt. Das Programm ermöglicht den besten Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern aus dem In- und Ausland die Einrichtung und Leitung eigener Arbeitsgruppen. Sehr gute Arbeitsbedingungen in einem forschungsinintensiven Umfeld, eine frühe wissenschaftliche Selbstständigkeit sowie die Option auf eine unbefristete Beschäftigung (Tenure track) sind dabei gewährleistet. Besonderer Wert wird auf eine enge Kooperation mit den Universitäten gelegt: Die jungen Leiterinnen und Leiter arbeiten eng mit universitären Partnern zusammen, erhalten die Möglichkeit, Lehrerfahrungen zu sammeln und sich für eine Universitätskarriere zu qualifizieren.

Das Prinzip der Chancengleichheit durchzieht alle Talentmanagement-Aktivitäten in der Helmholtz-Gemeinschaft.

Auf Führungsaufgaben vorbereiten

Um ihre Führungskräfte noch besser auf die Anforderungen im Forschungsmanagement vorzubereiten, hat die Helmholtz-Gemeinschaft im Frühjahr 2007 die Helmholtz-Akademie für Führungskräfte gestartet. In einer strukturierten berufsbegleitenden Weiterbildung wird Managementwissen, das auf die

besonderen Anforderungen des wissenschaftlichen Umfeldes zugeschnitten ist, vermittelt. Hervorragende junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Nachwuchsführungskräfte aus dem Infrastrukturbereich und dem kaufmännisch-administrativen Bereich werden auf zukünftige Führungsaufgaben vorbereitet. Gleichzeitig bietet die Akademie auch eine Reihe von Workshops für Instituts- und Abteilungsleiter an, um auch auf dieser Ebene systematisch die Kompetenzen im Wissenschaftsmanagement zu stärken.

Das Prinzip der Chancengleichheit durchzieht alle Talentmanagement-Aktivitäten in der Helmholtz-Gemeinschaft. Gezielte Maßnahmen sollen die Vereinbarkeit von Beruf und Familie stetig verbessern und den Anteil von Frauen in Führungspositionen erhöhen.

Dazu zählen flexible Arbeitszeitmodelle, Kinderbetreuungsangebote an den Helmholtz-Zentren und die Einrichtung von Wiedereinstiegsstellen. So schafft die Helmholtz-Gemeinschaft u. a. familienfreundliche Arbeitsbedingungen für junge Eltern. Darüber hinaus unterstützen Aktivitäten wie das Mentoring-Programm für weibliche Nachwuchskräfte „In Führung gehen“ und die Helmholtz-Akademie für Führungskräfte mit rund 50 Prozent weiblichen Teilnehmerinnen talentierte Frauen auf ihrem Weg zu einer Entscheidungs- oder Führungsposition in der Wissenschaft oder in der Administration.

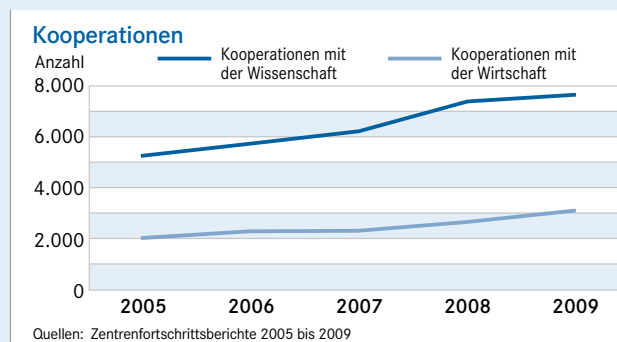
Im Berichtszeitraum 2009 hat die Helmholtz-Gemeinschaft wichtige Maßnahmen zur Steigerung der Qualität, Effizienz und Leistungsfähigkeit ihrer Forschungstätigkeit ergriffen sowie zahlreiche neue Projekte gestartet und umgesetzt und weist wie in den vergangenen Jahren einen soliden Zuwachs bei den relevanten Leistungsindikatoren auf. Die ausgewiesenen Zahlen im Berichtszeitraum 2009 basieren auf den Daten der 16 Mitgliedszentren.

Die 16 Helmholtz-Zentren erhielten im Jahr 2009 durch Bund und Länder Zuwendungen zur Finanzierung von Kosten in Höhe von 1.826 Mio. Euro. Zusätzlich zu diesen institutionell geförderten Kosten warben die Forschungszentren Drittmittel in Höhe von 1.025 Mio. Euro ein. In den anwendungsorientierten Forschungsgebieten sind Drittmittel aus Kooperationen mit der Wirtschaft besonders stark. Dies ist als klares Zeichen für die Attraktivität der Helmholtz-Forschung für Partner aus der Wirtschaft anzusehen. In der grundlagenorientierten Forschung werden verstärkt Fördermittel aus Förderprogrammen beispielsweise der Europäischen Union, der Deutschen Forschungsgemeinschaft oder der Bundes- und Landesministerien wettbewerblich eingeworben.

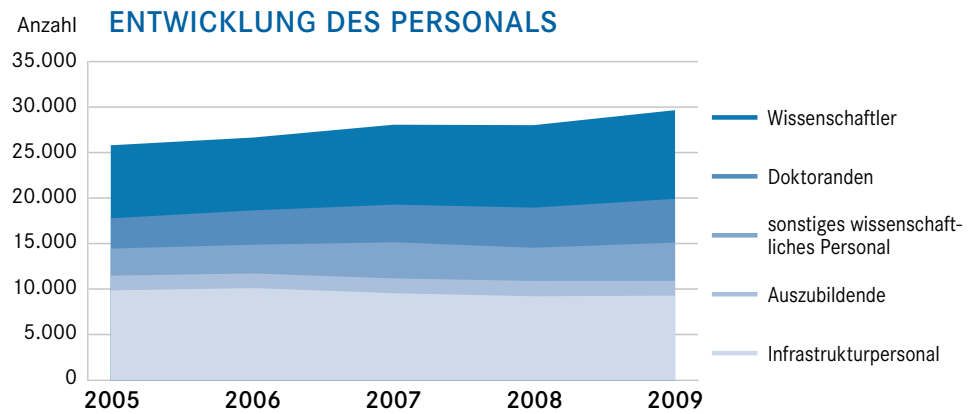
Mit Spitzenforschung einen Beitrag zur Lösung der großen Herausforderungen und drängenden Fragen unserer Zeit zu leisten, ist der Auftrag der Helmholtz-Gemeinschaft. Damit er optimal erfüllt werden kann, stellt sich die Gemeinschaft dem wissenschaftlichen Wettbewerb. Organisationsintern findet dieser im Rahmen der Programmorientierten Förderung, der Finanzierung von strategischen Ausbauinvestitionen sowie der durch den Impuls- und Vernetzungsfonds geförderten Instrumente statt. Die im Rahmen der Programmorientierten Förderung erfassten Erfolgsindikatoren können ausgewählte Aspekte der Forschung abbilden. In der vorliegenden Leistungsbilanz stellen daher wissenschaftsadäquate Erfolgsindikatoren stellvertretend die wichtigsten Leistungen der Helmholtz-Gemeinschaft dar.

WISSENSCHAFTLICHE EXZELLENZ

- Im Jahr 2009 forschten die Helmholtz-Zentren in 7.661 wissenschaftlichen Kooperationen, das stellt eine Steigerung um 4 Prozent im Vergleich zum Vorjahr dar.
- Von 2005 bis 2009 stiegen die Kooperationen um 48 Prozent (durchschnittlich 10 Prozent pro Jahr). Dabei stiegen die Kooperationen mit der Wissenschaft um 46 Prozent (durchschnittlich 10 Prozent pro Jahr) und die mit der Wirtschaft um 54 Prozent (durchschnittlich 12 Prozent pro Jahr).

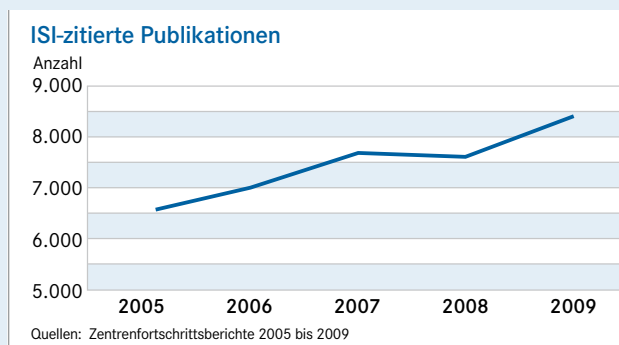


- Es gab 226 Beteiligungen an koordinierten Förderprogrammen der DFG im Jahr 2009. Im Jahr 2008 waren es Beteiligungen an 218 DFG-Programmen.
- Zum 31.12.2009 waren insgesamt 262 Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf eine W2- beziehungsweise W3-Professur an Hochschulen gemeinsam berufen.



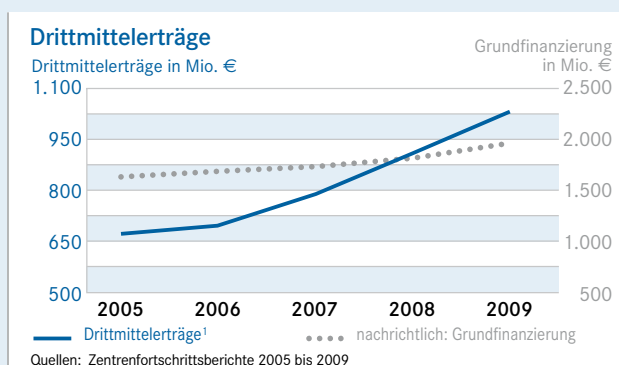
Publikationen

- Im Jahr 2009 erschienen 8.353 Publikationen in ISI-zitierten Fachjournalen und weitere 2.452 andere, referierte Publikationen.
- Gegenüber dem Vorjahr ist die Zahl der ISI-zitierten Publikationen um 10 Prozent gestiegen, in den vergangenen fünf Jahren stieg sie in Summe um 27 Prozent.

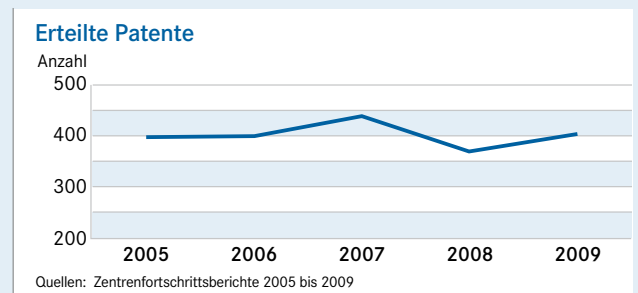


Partner der Wirtschaft

- Zuflüsse der EU betrugen im Jahr 2009 ähnlich wie im letzten Jahr 131 Mio. Euro. Die Helmholtz-Gemeinschaft ist damit führend unter den Wissenschaftsorganisationen.
- Im Jahr 2009 wurden Drittmittel in Höhe von 1.025¹ Mio. Euro eingeworben, was einer Steigerung von 13 Prozent im Vergleich zum Vorjahr 2008 entspricht. 2008 waren es 909 Mio. Euro.
- In den vergangenen fünf Jahren ist bei der Drittmittelerwerbung somit eine Steigerung um 53 Prozent zu verzeichnen; dies sind durchschnittlich 11 Prozent pro Jahr.



- Im Berichtsjahr 2009 wurden 405 Patente erteilt. Das entspricht einer Steigerung von 9 Prozent gegenüber dem Vorjahr. In den Jahren davor wurden jährlich rund 400 Patente neu erteilt.



- Innerhalb der letzten fünf Jahre wurden 45 Unternehmen aus der Helmholtz-Gemeinschaft ausgegründet, davon 6 in 2009. Damit kann sich die Helmholtz-Gemeinschaft im Wettbewerb gut behaupten.

PERSONAL

Wissenschaftliches Personal

Das Gesamtpersonal der Helmholtz-Gemeinschaft umfasste im Jahr 2009 29.556 Mitarbeiter (Vorjahr: 27.913), davon waren 9.718 Wissenschaftler (Vorjahr: 9.043), 4.797 betreute Doktoranden (Vorjahr: 4.398) und 1.618 Auszubildende (Vorjahr: 1.680). Im wissenschaftlich-technischen und administrativen Bereich arbeiteten 13.423 (Vorjahr: 12.792) Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

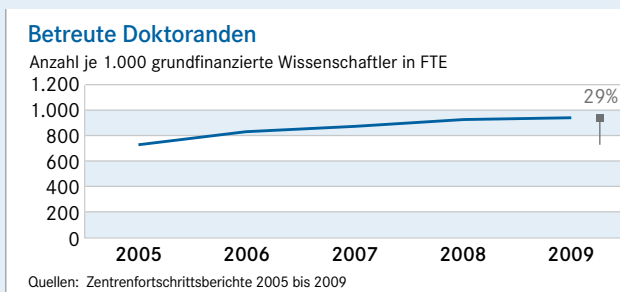
Gleichstellung

Ähnlich dem Vorjahr liegt der Anteil der Frauen an den Wissenschaftlern bei 22,5 Prozent, bei den Nachwuchswissenschaftlern bei 37 Prozent. Im Wissenschaftsmanagement auf Ebene der Instituts- und Abteilungsleitungen steigt der Frauenanteil kontinuierlich. Insgesamt beträgt der Anteil von Frauen in bestehenden wissenschaftlichen, technischen und administrativen Führungspositionen 17 Prozent, im Jahr 2006 waren es noch 14 Prozent.

¹In den hier dargestellten Drittmittelerträgen sind auch die Projektfördermittel des Bundes insbesondere für XFEL und FAIR mit circa 120 Mio. Euro enthalten.

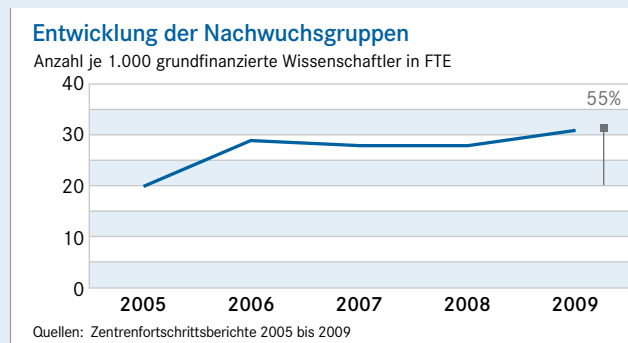
Wissenschaftlicher Nachwuchs

- Im Jahr 2009 wurden die Dissertationen von 4.797 Doktoranden an den Helmholtz-Zentren wissenschaftlich betreut. Im Vergleich zu 4.398 Doktoranden im Jahr 2008 wurden somit 9 Prozent mehr Doktoranden wissenschaftlich betreut. In den vergangenen fünf Jahren ist die Zahl um 45 Prozent gestiegen. Das ist ein durchschnittliches Wachstum von 10 Prozent pro Jahr.
- Normiert auf die grundfinanzierten Wissenschaftler kommt auf einen Wissenschaftler etwa ein Doktorand. Hier ist der Anteil in den letzten 5 Jahren um 29 Prozent gestiegen.



- 1.893 Post-Doktoranden arbeiteten im Jahr 2009 in der Helmholtz-Gemeinschaft. Auch diese Zahl ist gegenüber dem Vorjahr um 11 Prozent gestiegen.
- Im Jahr 2009 erhielten elf Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler eine Juniorprofessur.
- Helmholtz-Zentren sind an 48 Graduiertenkollegs der Deutschen Forschungsgemeinschaft beteiligt. Damit wurde nach vier Jahren geringerer Beteiligung wieder das Niveau von 2005 erreicht.
- Helmholtz-Zentren sind an 67 Marie-Curie-Fördermaßnahmen im Nachwuchsförderprogramm der Europäischen Union beteiligt. Im Vergleich zu den beiden letzten Jahren ist hier eine Steigerung von 56 Prozent zu verzeichnen.
- Die Zahl der Helmholtz-Nachwuchsgruppen stieg innerhalb von fünf Jahren von 89 auf 159. Das bedeutet eine Steigerung von insgesamt 79 Prozent bzw. durchschnittlich 17 Prozent pro Jahr.

- Normiert auf die grundfinanzierten Wissenschaftler beträgt die Steigerung der Nachwuchsgruppen über fünf Jahre 55 Prozent.



- Im Jahr 2009 erlernten 1.618 Auszubildende ihren Beruf in der Helmholtz-Gemeinschaft. Dies entspricht einer Ausbildungsquote von 6,5 Prozent bezogen auf das Gesamtpersonal ohne Doktoranden. Im Jahr 2008 waren es sogar 1.680 Auszubildende. Die Quote lag bei 7,1 Prozent, da das Gesamtpersonal geringer war.
- Die Helmholtz-Gemeinschaft sorgt mit inzwischen 25 Schülerlaboren und der Initiative „Haus der kleinen Forscher“ mit einem Netzwerk von mehr als 12.700 Kitas für die langfristige Nachwuchsförderung.

Wissenschaftliche Gäste in der Helmholtz-Gemeinschaft

Anhaltend ist die internationale wissenschaftliche Attraktivität der Forschungszentren für ausländische Wissenschaftler. Dies zeigt sich in der hohen Zahl der Gäste, die im Jahr 2009 zum wissenschaftlichen Austausch und zur Arbeit an den Forschungsinfrastrukturen in die Zentren kamen. Mehr als 4.500 Wissenschaftler aus aller Welt nutzten die Forschungsmöglichkeiten in den Helmholtz-Zentren. Das ist nochmals eine Steigerung gegenüber dem Vorjahr.

PROGRAMMORIENTIERTE FÖRDERUNG

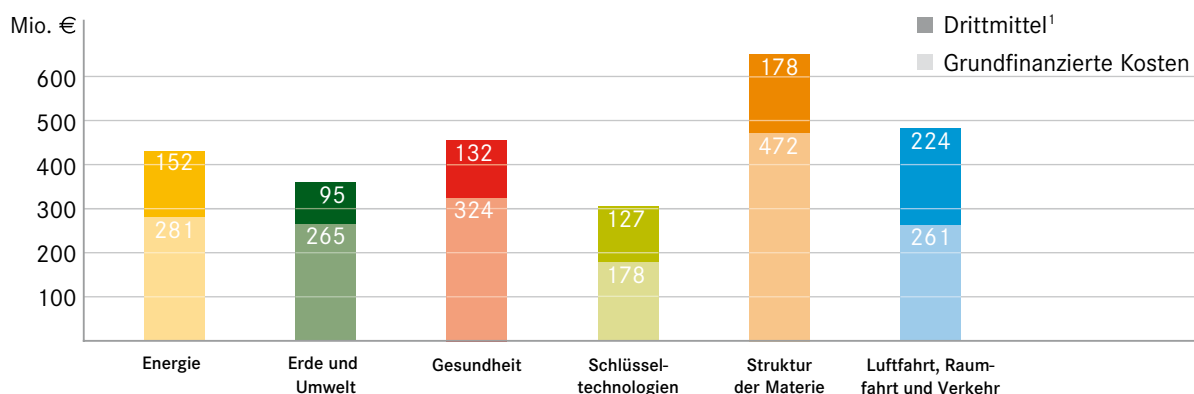
Programmorientierte Förderung

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

Forschen mit neuen Ansätzen

Um neue wissenschaftliche Fragestellungen und Forschungsansätze aufzugreifen, Know-how zu erweitern und bedeutsame strategische Projekte vorzubereiten, stehen den Zentren zusätzlich Mittel der so genannten Programmungebundenen Forschung zur Verfügung. Die Höhe dieser Mittel ist an den Erfolg der Zentren in den Begutachtungen gebunden. Sie beträgt 20 Prozent der insgesamt eingeworbenen Programm-mittel. 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.

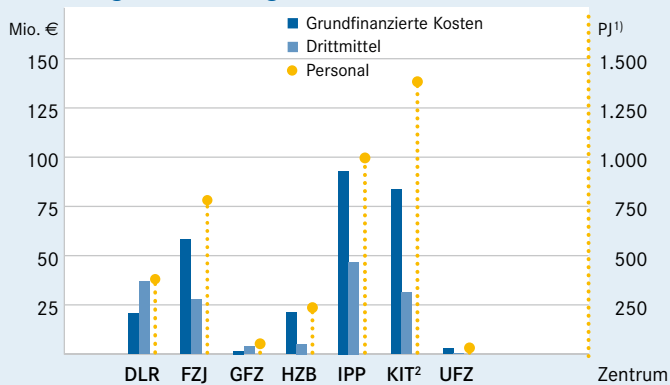
Grund- und Drittmittelfinanzierte Kosten der Forschungsbereiche 2009
(inkl. der zur Verstärkung der bestehenden Forschungsprogramme eingesetzten Mittel für die Programmungebundene Forschung)



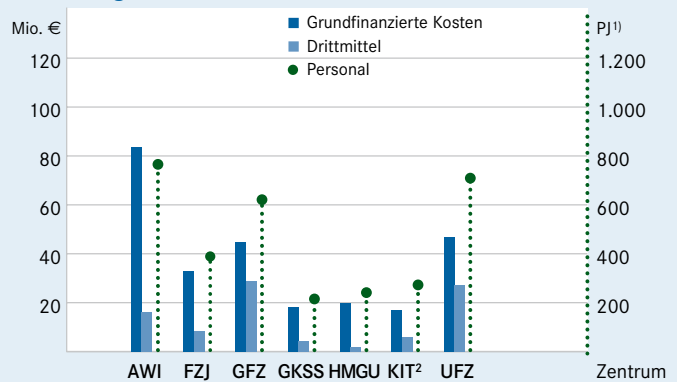
¹In den hier dargestellten Drittmittelerträgen sind auch die Projektfördermittel des Bundes insbesondere für XFEL und FAIR mit circa 120 Mio. Euro enthalten.

KOSTEN UND PERSONAL 2009

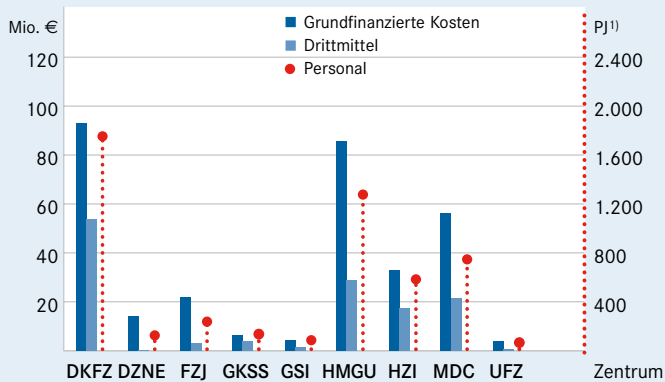
Forschungsbereich Energie



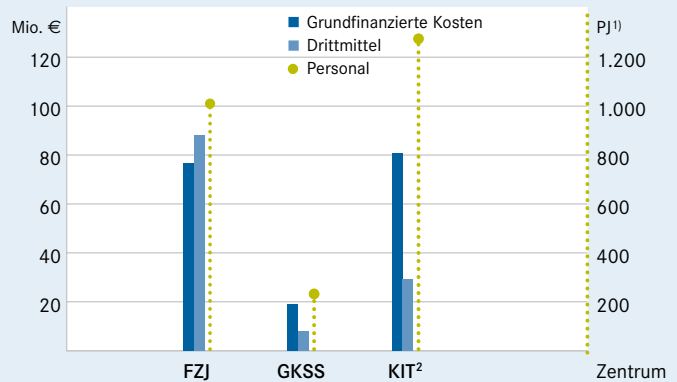
Forschungsbereich Erde und Umwelt



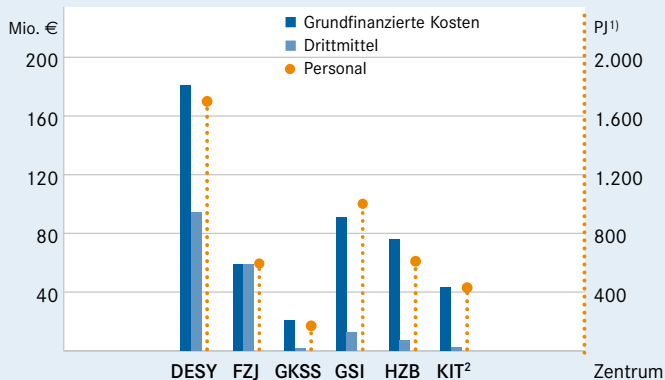
Forschungsbereich Gesundheit



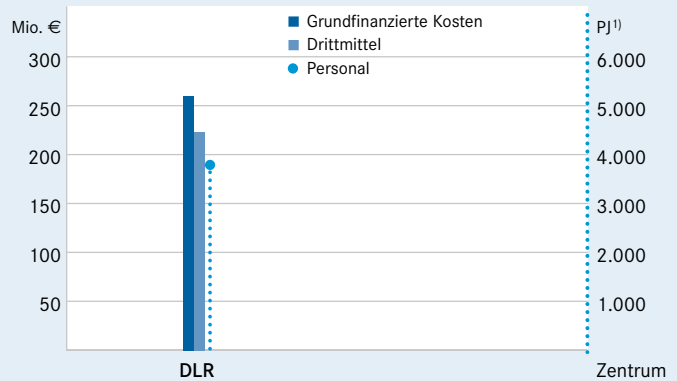
Forschungsbereich Schlüsseltechnologien



Forschungsbereich Struktur der Materie



Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr



¹) Personenjahre (Vollzeitäquivalente); ²) Anteil des Großforschungsbereiches am KIT

KOSTEN UND PERSONAL der Helmholtz-Gemeinschaft als Gesamtübersicht	Kosten Grundfinanzierte Kosten T€	Kosten Drittmittel T€	Kosten Gesamt- kosten T€	Personal Gesamt- personal PJ ¹⁾
Summe Forschungsbereiche	1.780.543	907.009	2.687.552	22.835
Programmungebundene Forschung ²⁾	12.043	94.247	106.290	319
Sonderaufgaben ³⁾	33.146	23.953	57.099	1.907
Summe Helmholtz-Gemeinschaft	1.825.732	1.025.209	2.850.941	25.061⁴⁾

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

³⁾Vorrangig Rückbau kerntechnischer Anlagen ⁴⁾In natürlichen Personen sind das 29.556 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Helmholtz-Gemeinschaft.

	Grundfinanzierte Kosten T€	Drittmittel T€	Gesamt- kosten T€	Gesamt- personal PJ ¹⁾
Forschungsbereich Energie				
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	20.608	37.146	57.754	357
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	58.181	27.791	85.972	777
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)	21.364	5.113	26.477	230
Helmholtz-Zentrum Potsdam (GFZ)	1.559	3.800	5.359	46
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)	2.626	67	2.693	25
Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP)	93.171	46.863	140.034	992
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ⁵⁾	83.618	31.418	115.036	1.380
Summe Forschungsbereich Energie	281.127	152.198	433.325	3.807
Forschungsbereich Erde und Umwelt				
Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI)	84.289	16.167	100.456	768
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	33.154	8.333	41.487	384
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht (GKSS)	18.336	4.240	22.576	213
Helmholtz Zentrum München (HMGU)	18.840	3.781	22.621	244
Helmholtz-Zentrum Potsdam (GFZ)	45.417	28.927	74.344	622
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)	47.496	27.506	75.002	711
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ⁵⁾	17.154	5.943	23.097	270
Summe Forschungsbereich Erde und Umwelt	264.686	94.897	359.583	3.212
Forschungsbereich Gesundheit				
Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)	94.024	54.320	148.344	1.815
Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE)	14.358	0	14.358	119
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	21.985	2.981	24.966	236
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht (GKSS)	6.213	4.049	10.262	104
GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung (GSI)	4.315	1.263	5.578	78
Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI)	36.803	17.709	54.512	575
Helmholtz Zentrum München (HMGU)	85.770	28.981	114.751	1.271
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)	4.320	789	5.109	46
Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC)	56.628	21.875	78.503	793
Summe Forschungsbereich Gesundheit	324.416	131.967	456.383	5.037
Forschungsbereich Schlüsseltechnologien				
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	77.257	88.983	166.240	1.015
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht (GKSS)	19.050	8.250	27.300	229
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ⁵⁾	81.675	29.611	111.286	1.283
Summe Forschungsbereich Schlüsseltechnologien	177.982	126.844	304.826	2.527
Forschungsbereich Struktur der Materie ⁶⁾				
Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY)	180.836	94.675	275.511	1.691
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	59.270	59.281	118.551	586
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht (GKSS)	20.592	1.458	22.050	161
GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung (GSI)	91.165	12.761	103.926	993
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)	76.318	7.042	83.360	601
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ⁵⁾	43.555	2.361	45.916	421
Summe Forschungsbereich Struktur der Materie	471.736	177.578	649.314	4.453
Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr				
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	260.596	223.525	484.121	3.799
Summe Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr	260.596	223.525	484.121	3.799

⁵⁾Anteil des Großforschungsbereiches am KIT

⁶⁾In den hier dargestellten Drittmittelerträgen sind auch die Projektfördermittel des Bundes insbesondere für XFEL und FAIR mit circa 120 Mio. Euro enthalten.

Das Jahresbudget der Helmholtz-Gemeinschaft setzt sich aus Grundfinanzierung und Drittmitteln zusammen. Die Grundfinanzierung wird vom Bund und den jeweiligen Sitz-Ländern der Mitgliedszentren im Verhältnis von 90 Prozent zu 10 Prozent getragen. Rund 30 Prozent des Gesamtbudgets werben die Zentren selbst als Drittmittel ein. Diese grundfinanzierten sowie drittmittelfinanzierten Kosten werden im Geschäftsbericht für den Berichtszeitraum 2009 dargestellt. Aufgrund der strategischen

Ausrichtung der Helmholtz-Gemeinschaft in sechs Forschungsbereichen werden die Gesamtkosten nach Forschungsbereichen (siehe S. 97) 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 wie auch auf Zentrenebene (siehe unten).

Kosten und Personal nach Zentren 2009

	Grundfinanzierte Kosten T€	Drittmittel T€	Gesamtkosten T€	Gesamtpersonal PJ ¹⁾
Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI)	84.289	16.167	100.456	768
Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY)	180.836	94.675	275.511	1.691
Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)	94.024	54.320	148.344	1.815
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	281.204	260.671	541.875	4.156
Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE)	14.358	0	14.358	119
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	249.847	187.369	437.216	2.998
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht (GKSS)	64.191	17.997	82.188	707
GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung (GSI)	95.480	14.024	109.504	1.071
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)	97.682	12.155	109.837	831
Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI)	36.803	17.709	54.512	575
Helmholtz Zentrum München (HMGU)	104.610	32.762	137.372	1.515
Helmholtz-Zentrum Potsdam (GFZ)	46.976	32.727	79.703	668
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)	54.442	28.362	82.804	782
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ²⁾	226.002	69.333	295.335	3.354
Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC)	56.628	21.875	78.503	793
Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP)	93.171	46.863	140.034	992
Programmungebundene Forschung	12.043	94.247	106.290	319
Sonderaufgaben	33.146	23.953	57.099	1.907
Summe Helmholtz-Gemeinschaft	1.825.732	1.025.209³⁾	2.850.941	25.061⁴⁾

¹⁾ Personenjahre (Vollzeitäquivalente) ²⁾ Anteil des Großforschungsbereiches am KIT

³⁾ In den hier dargestellten Drittmittelerträgen sind auch die Projektfördermittel des Bundes insbesondere für XFEL und FAIR mit circa 120 Mio. Euro enthalten.

⁴⁾ In natürlichen Personen sind das 29.556 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Helmholtz-Gemeinschaft.

DIE ZWEITE RUNDE DER PROGRAMMORIENTIERTEN FÖRDERUNG

Mit dem Jahr 2009 hat die zweite Programmperiode im Rahmen der Programmorientierten Förderung, zunächst für die Forschungsbereiche Erde und Umwelt, Gesundheit und Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr begonnen. Im Jahr 2010 startete die zweite Runde für die Forschungsbereiche Energie, Schlüsseltechnologien und Struktur der Materie. Die an diesen Forschungsbereichen beteiligten Zentren haben sich dafür neu aufgestellt und ihre FuE-Kapazitäten in diesen

Bereichen zu insgesamt 28 neuen Programmen gebündelt. Die als Ergebnis der Begutachtung vom Senat empfohlene Finanzierung dieser 28 Programme ist für die zweite Programmperiode in ihrer Gesamtheit dargestellt. Diese Summe umfasst jeweils die gesamten fünf Förderjahre. Berechnungsgrundlage sind dabei die grundfinanzierten Vollkosten, die im Unterschied zu den Angaben für die erste Programmperiode auch die Infrastrukturkosten enthalten.

Fördermittel 2009–2013

Forschungsbereich	Grundfinanzierte Kosten T€
Erde und Umwelt	
AWI	448.633
FZJ	148.243
GFZ	198.863
GKSS	100.908
HMGU	92.513
KIT ¹⁾	90.732
UFZ	227.084
Summe	1.306.976
Gesundheit	
DKFZ	599.137
DZNE	186.667 ²⁾
FZJ	151.424
GKSS	25.269
GSI	19.333
HMGU	403.750
HZI	220.761
MDC	297.781
UFZ	27.431
Summe	1.931.553
Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr	
DLR	1.317.145
Summe	1.317.145

Fördermittel 2010–2014

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

Während der laufenden Periode der Programmorientierten Förderung kommt das künftige Helmholtzzentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) mit einem voraussichtlichen Budget von 78 Mio. Euro in 2011 und 74 Mio. Euro in 2012 ff. dazu. Eine Zuordnung zu den Forschungsbereichen erfolgt in der dritten Runde der Programmorientierten Förderung.

Diagramme mit der Darstellung der Mittelverteilung auf Programmebene befinden sich neben der inhaltlichen Beschreibung der Programme jeweils auf den Seiten der Forschungsbereiche (Energie S. 19, Erde und Umwelt S. 33, Gesundheit S. 43, Schlüsseltechnologien S. 57, Struktur der Materie S. 65, Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr S. 75).

¹⁾ Anteil des Großforschungsbereiches am KIT

²⁾ Auf Basis des bewilligten Budgets für die Jahre 2009 und 2010 des DZNE.

ORGANE UND ZENTRALE GREMIEN

PRÄSIDENT

Prof. Dr. Jürgen Mlynek

VICEPRÄSIDENTEN

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

**Wissenschaftliche Vizepräsidentin,
Koordinatorin für den Forschungsbereich
Erde und Umwelt**

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

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

Prof. Dr. Otmar D. Wiestler, Vorsitzender des Vorstandes des Deutschen Krebsforschungszentrums

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

Prof. Dr. Achim Bachem, Vorsitzender des Vorstandes des Forschungszentrums Jülich

**Wissenschaftlicher Vizepräsident,
Koordinator für den Forschungsbereich
Struktur der Materie**

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

**Wissenschaftlicher Vizepräsident,
Koordinator für den Forschungsbereich
Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr**

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

Kaufmännischer Vizepräsident

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

Kaufmännischer Vizepräsident

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

GESCHÄFTSSTELLE

Geschäftsführung
Dr. Rolf Zettl

SENAT

GEWÄHLTE MITGLIEDER

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

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

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

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

Prof. Dr. Liqiu Meng, Vizepräsidentin Technische Universität München

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

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

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

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

Prof. Dr. Louis Schlapbach, ehem. EMPA, ETH-Bereich, Schweiz

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

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

MITGLIEDER DES SENATS EX OFFICIO

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

Werner Gatzert, Staatssekretär im Bundesministerium der Finanzen, Berlin

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

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

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

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

Michael Kretschmer, Mitglied des Deutschen Bundestages, Berlin

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

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

René Röspel, Mitglied des Deutschen Bundestages, Berlin

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

GÄSTE EX OFFICIO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

MITGLIEDERVERSAMMLUNG

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

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

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, SdpR

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

Deutsches Krebsforschungszentrum, SdÖR

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

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

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

Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen e.V. (DZNE)

Prof. Dr. Dr. Pierluigi Nicotera,
Wissenschaftlicher Vorstand,
Ursula Weyrich, Administrativer Vorstand

Forschungszentrum Jülich GmbH

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

GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH

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

GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH

Prof. Dr. Horst Stöcker,
Wissenschaftlicher Geschäftsführer,
N.N., Kaufmännische Geschäftsführung

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH

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

Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung GmbH

Prof. Dr. Jürgen Wehland,
Wissenschaftlicher Geschäftsführer
(verstorben am 16.8.2010),
Dr. Ulf Richter,
Administrativer Geschäftsführer

Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt GmbH

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

Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, SdÖR

Prof. Dr. Reinhard F. Hüttl,
Wissenschaftlicher Vorstand und
Sprecher des Vorstands,
Dr. Bernhard Raiser, Administrativer Vorstand

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ

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

Karlsruher Institut für Technologie, KdÖR

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

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

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

Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (assoziiertes Mitglied)

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

WISSENSCHAFTLICHE PREISE FÜR FORSCHERINNEN UND FORSCHER

Ab der Preissumme 10.000 Euro und besondere ausgewählte Auszeichnungen, Zeitraum 2009/2010

AI Alfvén-Preis 2010 der Europäischen Physikalischen Gesellschaft

Prof. Dr. Allan Boozer, auswärtiges wiss. Mitglied, und
Prof. Dr. Jürgen Nührenberg, ehem. wiss. Mitglied des
Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik

Analytica Forschungspreis der Gesellschaft für Biochemie und Molekularbiologie e. V (GBM) und des Gesundheitsunternehmens Roche

Dr. Matthias Selbach, Max-Delbrück-Centrum für
Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch

APS Compton Award

Dr. Gerhard Grübel, Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

Award for Research Cooperation and Highest Excellence in Science (ARCHES) der Minerva Foundation

Prof. Dr. Lars Zender, Helmholtz-Zentrum für Infektions-
forschung

BI Bayer Climate Award, Bayer Science & Education Foundation

Prof. Dr. Peter Lemke, Alfred-Wegener-Institut für
Polar- und Meeresforschung

Felix Burda Award 2010

Prof. Dr. Hermann Brenner, Dr. Ulrike Haug,
Dr. Sabrina Hundt, Deutsches Krebsforschungszentrum

CI Cancer Award – BBAW-Preis der Monika Kutzner Foundation

Prof. Dr. Lars Zender, Helmholtz-Zentrum für Infektions-
forschung

EI ERC Advanced Grant des European Research Council (ERC) Prof. Dr. Christof Niehrs, Deutsches Krebsforschungszentrum

ERC Starting Grant des European Research Council (ERC)
Dr. Mathias Heikenwälder, Helmholtz Zentrum München –
Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

ERC Starting Grant des European Research Council (ERC)
Dr. Dr. Melanie Königshoff, Helmholtz Zentrum München –
Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

ERC Starting Grant des European Research Council (ERC)
Dr. Heiko Lickert, Helmholtz Zentrum München –
Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

ERC Starting Grant des European Research Council (ERC)
Dr. Daniel Razansky, Helmholtz Zentrum München –
Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

ERC Starting Grant des European Research Council (ERC)
Dr. Francesca Spagnoli, Max-Delbrück-Centrum für
Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch

ERC Starting Grant des European Research Council (ERC)
Dr. Aurelio Telemann, Deutsches Krebsforschungszentrum

ERC Starting Grant des European Research Council (ERC)
Prof. Dr. Dr. Fabian Theis, Helmholtz Zentrum München –
Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

ERC Starting Grant des European Research Council (ERC)
Dr. Thorsten Wiegand, Dr. Andreas Huth,
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ

Wilhelm-Exner-Medaille, Österreich

Prof. Dr. Christian Wandrey, ehem. Institutsdirektor,
Forschungszentrum Jülich

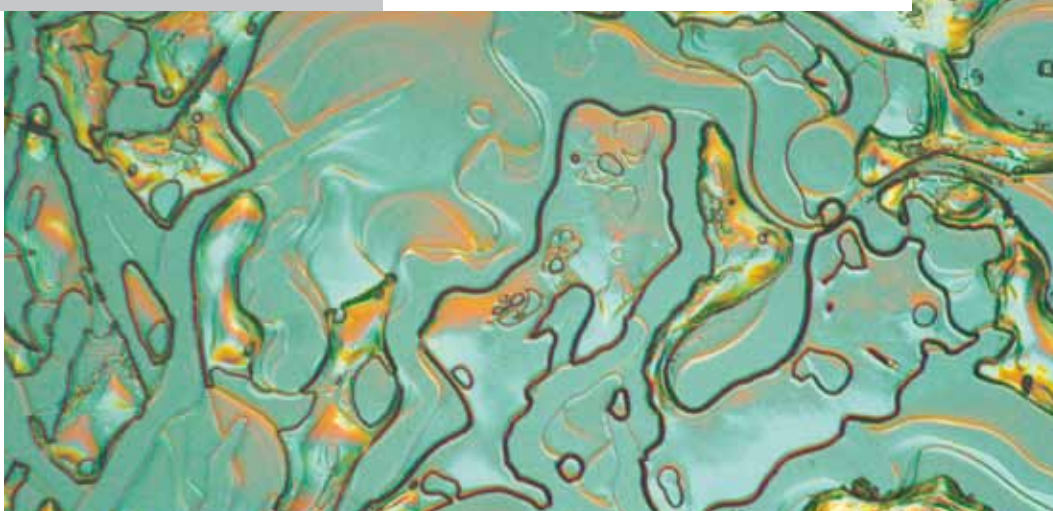
FI Fellow der American Physical Society, USA

Prof. Dr. Ulf-G. Meißner, Forschungszentrum Jülich

Forschungspreis der Fürst-Donnersmarck-Stiftung
Prof. Dr. Gereon R. Fink, Forschungszentrum Jülich

GI Brigitte-Gedek-Science-Award der Gesellschaft für Mykotoxin-Forschung

Dr. Tobias Polte, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung –
UFZ mit Klinik und Poliklinik für Dermatologie, Allergologie
und Venerologie der Universität Leipzig



SILIZIUMPROBE IM POLARISATIONSMIKROSKOP: SO KÖNNEN STRUKTURIERUNGEN DER OBERFLÄCHE GENAU UNTERSUCHT UND DÜNNSCHICHTSOLARZELLEN FÜR DIE ENERGIEGEWINNUNG OPTIMIERT WERDEN. Foto: HZB

Stand: September 2010

Internationaler Gerolamo Cardano-Preis

Prof. Dr. Dr. Pierluigi Nicotera, Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE)

GlaxoSmithKline-Wissenschaftspreis für Medizinische Grundlagenforschung

Prof. Dr. Norbert Hübner, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch

HI Aufnahme in die „Hall of Fame der deutschen Forschung“

Prof. Dr. Peter Grünberg, ehem. Forschungszentrum Jülich

Walter-Hälg-Preis 2009

Prof. Dr. Dieter Richter, Forschungszentrum Jülich

Hector Fellow der Hector Stiftung II

Prof. Dr. Manfred Kappes, Prof. Dr. Franz Nestmann, Karlsruher Institut für Technologie

Gay-Lussac-Humboldt-Preis 2009

Prof. Dr. Claus M. Schneider, Forschungszentrum Jülich

MI Paul-Martini-Preis 2010

Dr. Jürgen Ruland, Helmholtz Zentrum München - Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, zusammen mit Prof. Dr. Veit Hornung, Universitätsklinikum Bonn.

Meeresforschungspreis des Instituts für Meereswissenschaften

Prof. Dr. Karin Lochte, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

SI Dale-Sayers-Preis der Internationalen Gesellschaft für Röntgenabsorption (IXAS)

Dr. Emad Flear Aziz Bekhit, Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie

Schillerpreis 2009 der Stadt Marbach am Neckar

Prof. Dr. Jens Reich, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch

Erwin Schrödinger-Preis 2010

Prof. Dr. Hauke Harms, Dr. Mona C. Wells, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ, zusammen mit Prof. Dr. Jan-Roelof van der Meer, Universität Lausanne

TI Tate Medal, American Institute of Physics (AIP)/ American Physical Society

Prof. Gustav-Adolf Voss, ehem. Direktor Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

VI 1. Preis im VentureCup Mecklenburg-Vorpommern

Dr. Robert Brockmann und Team, Max-Planck-Institut für Plasmaphysik

WI Marcus-Wallenberg-Preis des Jahres 2010

Prof. Dr.-Ing. Hans Joachim Blaß, Karlsruher Institut für Technologie

Wilhelm-Warner-Preis 2009

Prof. Dr. Jürgen Ruland, Helmholtz Zentrum München - Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt und Technische Universität München

Carl-Friedrich-von-Weizsäcker-Preis der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina und des Stifterverbands für die Deutsche Wissenschaft

Prof. Jens Reich, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch

Berliner Wissenschaftspreis des Regierenden Bürgermeisters

Prof. Dr. Nikolaus Rajewsky, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch

Women in Science Award der Europäischen Organisation für Molekularbiologie EMBO/Vereinigung der Europäischen Biochemischen Gesellschaften FEBS

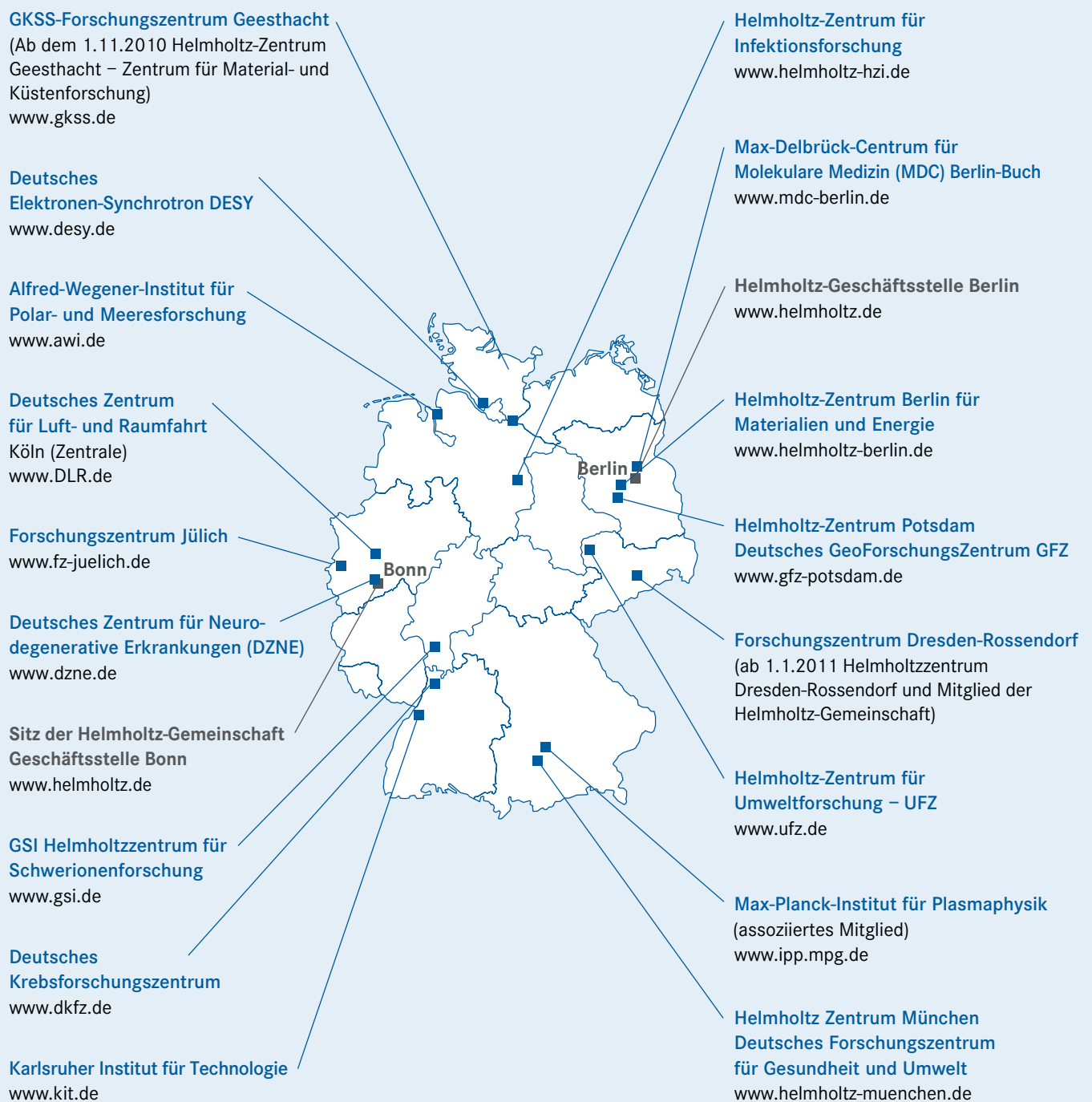
Prof. Dr. Ingrid Grummt, Deutsches Krebsforschungszentrum

DIE GOVERNANCESTRUKTUR DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT



¹ Ab dem 1.11.2010 Helmholtz-Zentrum Geesthacht – Zentrum für Material- und Küstenforschung

DIE STANDORTE DER FORSCHUNGSZENTREN



MITGLIEDSZENTREN

ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG

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

Mitglieder des Direktoriums:

Prof. Dr. Heinrich Miller, Prof. Dr. Karen Helen Wiltshire

Am Handelshafen 12, 27570 Bremerhaven

Telefon 0471 4831-0, Telefax 0471 4831-1149

E-Mail info@awi.de, www.awi.de

DEUTSCHES ELEKTRONEN-SYNCHROTRON DESY

DIREKTORIUM: Prof. Dr. Helmut Dosch, Vorsitzender des
Direktoriums, Christian Scherf, Kaufmännischer Direktor,
Dr. Reinhard Brinkmann, Direktor des Beschleunigerbereiches,
Prof. Dr. Joachim Mnich, Direktor für den Bereich Hochenergie-
physik und Astroteilchenphysik, Prof. Dr. Edgar Weckert,
Direktor für den Bereich Forschung mit Photonen

Notkestraße 85, 22607 Hamburg

Telefon 040 8998-0, Telefax 040 8998-3282

E-Mail desyinfo@desy.de, www.desy.de

DEUTSCHES KREBSFORSCHUNGSZENTRUM

VORSTAND: Prof. Dr. Otmar D. Wiestler,
Vorsitzender des Vorstandes und Wissenschaftlicher Vorstand,
Dr. Josef Puchta, Administrativ-kaufmännischer Vorstand

Im Neuenheimer Feld 280, 69120 Heidelberg

Telefon 06221 42-0, Telefax 06221 42-2995

E-Mail presse@dkfz.de, www.dkfz.de

DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT

VORSTAND: Prof. Dr.-Ing. Johann-Dietrich Wörner,
Vorsitzender des Vorstandes,

Klaus Hamacher, Stellvertretender

Vorsitzender des Vorstandes,

Mitglieder des Vorstandes: Thomas Reiter,

Prof. Dr.-Ing. Joachim Szodrich, Prof. Dr.-Ing. Ulrich Wagner,
Linder Höhe, 51147 Köln

Telefon 02203 601-0, Telefax 02203 67310

E-Mail kommunikation@DLR.de, www.DLR.de

DEUTSCHES ZENTRUM FÜR NEURODEGENERATIVE ERKRANKUNGEN (DZNE)

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

Ludwig-Erhard-Allee 2, 53175 Bonn

Telefon 0228 43302-0, Telefax 0228 43302-279

E-Mail information@dzne.de, www.dzne.de

FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH

VORSTAND: Prof. Dr. Achim Bachem,

Vorsitzender des Vorstandes,

Dr. Ulrich Krafft, Stellvertretender

Vorsitzender des Vorstandes,

Mitglieder des Vorstandes:

Prof. Dr.-Ing. Harald Bolt, Prof. Dr. Sebastian M. Schmidt

Wilhelm-Johnen-Straße, 52428 Jülich

Telefon 02461 61-0, Telefax 02461 61-8100

E-Mail info@fz-juelich.de, www.fz-juelich.de

GKSS-FORSCHUNGSZENTRUM GEESTHACHT

(Ab dem 1.11.2010 Helmholtz-Zentrum Geesthacht –
Zentrum für Material- und Küstenforschung)

GESCHÄFTSFÜHRUNG: Prof. Dr. Wolfgang Kaysser,

Wissenschaftlich-technischer Geschäftsführer,

Michael Ganß, Kaufmännischer Geschäftsführer

Max-Planck-Straße 1, 21502 Geesthacht

Telefon 04152 87-0, Telefax 04152 87-1403

E-Mail presse@gkss.de, www.gkss.de

GSi HELMHOLTZZENTRUM FÜR SCHWERIONENFORSCHUNG

GESCHÄFTSFÜHRUNG: Prof. Dr. Horst Stöcker,

Wissenschaftlicher Geschäftsführer,

N.N., Kaufmännische Geschäftsführung,

Dr. Hartmut Eickhoff, Technischer Geschäftsführer

Planckstraße 1, 64291 Darmstadt

Telefon 06159 71-0, Telefax 06159 71-2785

E-Mail info@gsi.de, www.gsi.de

HELMHOLTZ-ZENTRUM BERLIN FÜR MATERIALIEN UND ENERGIE

GESCHÄFTSFÜHRUNG: Prof. Dr.-Ing. Anke Rita Kaysser-Pyzalla,
Wissenschaftliche Geschäftsführerin,
Prof. Dr. Wolfgang Eberhardt,
Wissenschaftlicher Geschäftsführer,
Dr. Ulrich Breuer, Kaufmännischer Geschäftsführer
Hahn-Meitner-Platz 1, 14109 Berlin
Telefon 030 8062-0, Telefax 030 8062-2181
E-Mail info@helmholtz-berlin.de, www.helmholtz-berlin.de

HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR INFEKTIONSFORSCHUNG

GESCHÄFTSFÜHRUNG: Prof. Dr. Jürgen Wehland,
Wissenschaftlicher Geschäftsführer (verstorben am 16.8.2010),
Ulf Richter, Administrativer Geschäftsführer
Inhoffenstraße 7, 38124 Braunschweig
Telefon 0531 6181-0, Telefax 0531 6181-2655
E-Mail kontakt@helmholtz-hzi.de, www.helmholtz-hzi.de

HELMHOLTZ ZENTRUM MÜNCHEN DEUTSCHES FORSCHUNGSZENTRUM FÜR GESUNDHEIT UND UMWELT

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

HELMHOLTZ-ZENTRUM POTSDAM DEUTSCHES GEOFORSCHUNGSZENTRUM GFZ

VORSTAND: Prof. Dr. Reinhard F. Hüttl, Wissenschaftlicher
Vorstand und Sprecher des Vorstands,
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

GESCHÄFTSFÜHRUNG: Prof. Dr. Georg Teutsch,
Wissenschaftlicher Geschäftsführer,
Dr. Andreas Schmidt, Administrativer Geschäftsführer
Permoserstraße 15, 04318 Leipzig
Telefon 0341 235-0, Telefax 0341 235-1468
E-Mail info@ufz.de, www.ufz.de

KARLSRUHER INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE

PRÄSIDIUM: Präsidenten: Prof. Dr. Horst Hippler,
Prof. Dr. Eberhard Umbach,
Vizepräsidenten: Dr. Peter Fritz,
Dr. Alexander Kurz, Prof. Dr. Detlef Löhe
Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe; Campus Nord:
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen
Telefon 07247 82-0, Telefax 07247 82-5070
E-Mail info@kit.edu, www.kit.edu

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

STIFTUNGSVORSTAND: Prof. Dr. Walter Rosenthal,
Wissenschaftlicher Vorstand und Vorstandsvorsitzender,
Cornelia Lanz, Administrativer Vorstand
Robert-Rössle-Straße 10, 13125 Berlin-Buch
Telefon 030 9406-0, Telefax 030 949-4161
E-Mail presse@mdc-berlin.de, www.mdc-berlin.de

MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR PLASMAPHYSIK (assoziiertes Mitglied)

DIREKTORIUM: Prof. Dr. Günther Hasinger,
Vorsitzender und Wissenschaftlicher Direktor,
Christina Wenninger-Mrozek, Geschäftsführerin,
Mitglieder der Direktoriums: Prof. Dr. Sibylle Günter,
Prof. Dr. Thomas Klinger, Dr. Rem Haange (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