



GESCHÄFTSBERICHT 2017

DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT DEUTSCHER FORSCHUNGZENTREN

INHALT



16 **ULTRADÜNNNE CIGSe-SOLARZELLEN**
Ultradünnen CIGSe-Solarzellen sparen Material und Energie bei der Herstellung. Allerdings ist ihr Wirkungsgrad geringer als der von Standard-CIGSe-Zellen, da sie weniger Licht absorbieren. Eine Nanostruktur aus Siliziumoxidteilchen auf der Rückseite kann jedoch Licht „einfangen“ und wieder in die Zelle zurückleiten.



25 **WELTWEIT GRÖSSTE STUDIE ZUR EPIGENETIK BEI ÜBERGEWICHT**
Die Studie zeigt, dass ein erhöhter Body Mass Index, kurz BMI, zu epigenetischen Veränderungen an fast 200 Stellen des Erbguts führt. Vor allem Gene, die für den Fettstoffwechsel sowie für Stofftransport zuständig sind, waren betroffen, aber auch Entzündungsgene.



37 **ZUVERLÄSSIGER MOLEKÜLARER KIPPSCHALTER ENTWICKELT**
Dank Nanotechnologie kann man künftig winzige Schaltkreise konstruieren, die sich mehr als hundertfach enger auf Chips integrieren lassen.

VORWORT	04
Helmholtz – Von Daten zu Wissen	
BERICHT DES PRÄSIDENTEN	05
HELMHOLTZ-INKUBATOR INFORMATION & DATA SCIENCE	09
REKRUTIERUNGSGESELLSCHAFT	10
CHANCENGLEICHHEIT	12
INNOVATION UND TRANSFER – TEIL DER MISSION DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT	13
AKTUELLE PROJEKTE AUS DER HELMHOLTZ-FORSCHUNG	14
Forschungsbereich Energie	14
Forschungsbereich Erde und Umwelt	18
Forschungsbereich Gesundheit	22
Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr	26
Forschungsbereich Materie	30
Forschungsbereich Schlüsseltechnologien (künftig: Forschungsbereich Information)	34
LEISTUNGSBILANZ	38
Ressourcen	38
Wissenschaftliche Leistung	40
Kosten und Personal	42
WISSENSCHAFTLICHE PREISE UND AUSZEICHNUNGEN	45
ORGANE UND ZENTRALE GREMIEN	46
GOVERNANCESTRUKTUR DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT	48
STANDORTE DER FORSCHUNGZENTREN	49
MITGLIEDSZENTREN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT	50
Impressum	51

HINWEIS ZUM BERICHTSZEITRAUM:

Der Helmholtz-Geschäftsbericht 2017 stellt die Entwicklungen in der Helmholtz-Gemeinschaft von 2016 bis zum 1. September 2017 dar. Die Leistungsbilanz bezieht sich ausschließlich auf das Kalenderjahr 2016. Sie können den Geschäftsbericht unter www.helmholtz.de/gb17 auch als PDF herunterladen.

Titelbild: Helmholtz-Gemeinschaft (Collage);
kentoh/shutterstock (Hintergrundbild)

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

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.

Wir gewinnen und fördern die besten Talente und bieten ihnen ein einmaliges wissenschaftliches Umfeld sowie generelle Unterstützung in allen Entwicklungsphasen.

Das ist unsere Mission.

VORWORT



Prof. Dr. Otmar D. Wiestler,
Präsident

HELMHOLTZ – VON DATEN ZU WISSEN

Liebe Leserinnen und Leser,

das Ziel der Helmholtz-Gemeinschaft ist es, Lösungen für die großen Herausforderungen unserer Zeit durch interdisziplinäre Spitzenforschung zu finden. An unseren exzellenten Zentren und Forschungsinfrastrukturen arbeiten herausragende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an den Antworten auf Fragen, die unser Leben verändern. Sie erforschen beispielsweise Ursachen und Therapien der großen Volkskrankheiten, den Ursprung unseres Universums, Zukunft unserer Mobilität und nachhaltigen Energieversorgung oder das komplexe Feld von Information und Digitalisierung.

Unsere Systemkompetenz, welche die gesamte Innovationskette von der Grundlagenforschung bis zur Anwendung umfasst und unser missionsgetriebene Forschungsansatz machen uns zu zentralen Akteuren in der Wissenschaft und zu wichtigen Partnern für Wirtschaft, Gesellschaft und Politik. Es ist unser Selbstverständnis, dass die großen Fragen unserer Zeit nur durch Kooperation und ausgesprochene Interdisziplinarität zu bearbeiten sind. Wir bauen auf strategische Partnerschaften innerhalb und außerhalb des Wissenschaftssystems. Diesen Weg werden wir auch künftig konsequent weiter beschreiten. Exzellente Forschung entsteht in klugen Köpfen. Wir sind stolz auf unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die die Basis unserer Arbeit sind. Ihnen ein attraktives, familiengerechtes und wissenschaftlich herausforderndes Umfeld zu bieten, ist eines unserer wichtigsten Ziele. Denn wir sind fest davon überzeugt, dass wir nur dann Erfolg haben werden, wenn wir die talentiertesten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus aller Welt nach Deutschland und zur Helmholtz-Gemeinschaft holen.

In den vergangenen Monaten war es für uns von besonderer Bedeutung, die strategische Ausrichtung unserer Forschungsgemeinschaft weiterzuentwickeln und die Ziele unserer Forschung neu zu definieren. So gehen wir mit eindrucksvollen wissenschaftlichen Fragestellungen in die Evaluierung für die nächste Runde der Programmorientierten Förderung. Auf den folgenden Seiten möchten wir Ihnen einen Einblick in unsere aktuellen Forschungsprojekte geben und Sie dazu einladen, gemeinsam mit uns einen Blick in eine spannende Zukunft zu wagen.

Eine interessante Lektüre wünscht Ihnen

Otmar d. Wiestler

Ihr Otmar D. Wiestler

BERICHT DES PRÄSIDENTEN

2016



03.02.2016

Erstes Wasserstoff-
Plasma in Wendel-
stein 7-X am IPP in
Greifswald

23.09.2016

Verleihung des
Erwin-Schrödinger-
Preises für die
Konstruktion von
3D-Zellkulturen

29.09.2016

Emissionsfreier An-
trieb: Erstflug des
iversitzigen elektri-
schen Passagierflug-
zeugs HY4

30.09.2016

Um 13:19 Uhr mit-
teleuropäischer Zeit
funkt die Rosetta-
Sonde ihr letztes
Signal zur Erde.

Das Jahr 2016 war für die Helmholtz-Gemeinschaft ein Jahr der Weichenstellungen und Neuausrichtung. Hier blickt der Präsident zurück auf ein ereignisreiches Jahr und wirft einen Blick in die Zukunft.

Das vorrangige Ziel der Helmholtz-Gemeinschaft ist es, mit Spitzenforschung zur Lösung der großen Herausforderungen unserer Gesellschaft beizutragen. Wir wollen die Zukunft unseres Landes und der Welt aktiv mitgestalten und so die Lebensgrundlage der Menschen erhalten und verbessern.

Die einzigartige Stärke der Helmholtz-Gemeinschaft und ihrer Zentren liegt darin, große interdisziplinäre Expertise von der Grundlagen- bis zur anwendungsorientierten Forschung zu bündeln. Exzellente Grundlagenforschung ist dafür die Basis. Ohne deren Erkenntnisse kann es keine innovative Weiterentwicklung geben. Die Ergebnisse dann aber aufzugreifen und Schritt für Schritt in die Anwendung zu überführen, ist von ebenso großer Bedeutung wie die in der Anwendung gewonnenen Ergebnisse anschließend wieder zurück ins Labor zu bringen. Bei Helmholtz finden sich alle Elemente dieses Zylkus'. Unsere hohe Systemkompetenz ist eine wichtige Voraussetzung dafür, unsere Mission erfüllen zu können.

Die Helmholtz-Gemeinschaft bietet ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern exzellente Forschungsbedingungen. Unablässig arbeiten wir daran, diese weiter zu verbessern, um die besten Köpfe für uns zu gewinnen. Unsere kreativen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind neben den Infrastrukturen unser größtes Kapital. Eine zentrale Aufgabe besteht darin, dass wir unser bereits heute umfassendes Talent-Management weiter ausbauen und ständig optimieren.

Eine dynamische Gemeinschaft lebt vom steten Austausch und Diskurs um die beste Lösung. Die enge Vernetzung innerhalb der sechs Forschungsbereiche, zwischen den Zentren und Programmen sowie über Disziplinen-, Institutionen- und Nationengrenzen hinweg, ist elementarer Bestandteil unserer Arbeit. Sie war auch ein zentrales Motiv der strategischen Überlegungen des vergangenen Jahres. Eine der Leitfragen ist dabei: Wie können wir einen optimalen wissenschaftlichen Impact in unsere sechs Forschungsbereichen entfalten? Die fortschreitende Internationalisierung der Helmholtz-Gemeinschaft ist mir ein besonderes Anliegen. Ein Meilenstein war im

Jahr 2016 die Unterzeichnung einer Kooperationsvereinbarung zwischen der Helmholtz-Gemeinschaft und dem Weizmann Institute of Science in Israel. Das erste konkrete Vorhaben, das hieraus resultiert, war die Gründung des „Weizmann-Helmholtz Lab for Laser Matter Interaction“. Das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf und das Weizmann Institute werden gemeinsam an der Entwicklung neuer Ansätze in der Laserphysik arbeiten sowie an der Beförderung gesellschaftlich relevanter Anwendungen, etwa im Bereich der Krebsdiagnostik und -therapie. Auf die Eröffnung des ersten gemeinsamen Labors im April 2017 im israelischen Rechovot können alle Beteiligten stolz sein.

STRATEGISCHE AUSRICHTUNG DER GEMEINSCHAFT

In die strategische Weiterentwicklung der Helmholtz-Gemeinschaft sind auch die Empfehlungen des Wissenschaftsrats nach der Evaluation der Programmorientierten Förderung eingeflossen. In intensiver Zusammenarbeit mit allen Zentren ist es gelungen, die Forschungsbereiche weiterzuentwickeln und ihre Programme noch stärker an den Bedürfnissen der Gesellschaft auszurichten. Ein Stimulus für die Neuausrichtung ist die Förderung strategischer Zukunftsfelder. Sie sollen wichtige Impulse für die Positionierung der Forschungsbereiche geben und in den kommenden drei Jahren mit Mitteln aus dem Impuls- und Vernetzungsfonds in Höhe von rund 80 Millionen Euro gefördert werden. Das große Potenzial der Gemeinschaft zeigte sich für mich auch darin, welch eindrucksvolle Projekte bereits in der ersten Auswahlrunde vorgeschlagen wurden. Ich bin zuversichtlich, dass die fünf in dieser Runde ausgewählten Zukunftsthemen uns langfristig großes Momentum verleihen.

Eines der Themen, das künftig enorm an Bedeutung gewinnen wird, ist die datenbasierte Forschung und Entwicklung. Das sich rasant entwickelnde Feld von Information & Data Science stellt eine der größten Herausforderungen für das gesamte

06./07.10.2016

Beginn des Inkubatorprozesses zu „Information and Data Science“

Okt - Dez 2016

Start der „Copernicus-Projekten für die Energiewende“



31.10.2016

Eröffnung des Energy Materials In-Situ Laboratory Berlin (EMIL) am BESSY II des HZB

21. 11.2016

30-jähriger Geburtstag des Krebsinformationsdienstes

Wissenschaftssystem dar. Sie betrifft alle Ebenen der Helmholtz-Gemeinschaft, also die Zentren, die Forschungsbereiche, die Forschungsprogramme und die Gemeinschaftsebene. Mit exquisitem Know-how und leistungsfähiger Infrastruktur ist Helmholtz auf diesem Gebiet hervorragend positioniert. Dies umfasst ein weites Spektrum: von Supercomputing, Chip- und Speicherentwicklung, Informatik und Softwareprogrammen, über Modellierung und Simulation, künstliche Intelligenz und Robotik bis zum Vorhandensein umfangreichster und komplexer Datensätze in allen Forschungsbereichen im Sinne von Big Data.

Unser Ziel ist es nun, diese Expertise intelligent zu bündeln und in neue Konstellationen zusammenzuführen, um die Helmholtz-Gemeinschaft als Innovationsmotor für Information und Data Science zu positionieren. 2016 wurde deshalb der Inkubator Information und Data Science ins Leben gerufen. In ihm wirken herausragende Expertinnen und Experten aus allen Zentren und Forschungsbereichen mit. Sie konzipieren innovative fachübergreifende Ansätze und realisieren diese in Pilotprojekten. Weiterhin befasst sich der Inkubator auch mit strukturellen Themen. Interaktive Formate, innovative Konzepte und Interaktionsmodelle werden im Rahmen eines strategischen Prozesses erarbeitet.

Diese neuartige Innovationsplattform erfährt eine substanzelle Anschubfinanzierung aus dem Impuls- und Vernetzungsfonds. Eine weitere große Aufgabe wird darin bestehen, eine neue Generation von fachübergreifend ausgerichteten Informationsexperten auszubilden, die wir in allen Bereichen benötigen.

HELMHOLTZ ALS STRATEGISCHER PARTNER IM WISSENSCHAFTSSYSTEM

Helmholtz allein kann die großen Herausforderungen in unseren Forschungsgebieten nicht lösen. Dazu benötigen wir starke Partner und gemeinsame Ziele. Mit strategischen Partnerschaften intensivieren wir deshalb gezielt Kooperationen mit herausragenden Universitäten, Forschungseinrichtungen und Unternehmen. Die Motivation für diese Allianzen ist einfach: Komplementäre Partner profitieren vom Wissen und den exzellenten Netzwerken des jeweils anderen und können dadurch die eigene wissenschaftliche Exzellenz stärken und systematisch weiterentwickeln. Die Helmholtz-Zentren öffnen ihren Partnern zudem den Zugang zu Großgeräten, For-

schungsinfrastrukturen und Daten. Sie leisten damit wesentliche Beiträge zur Wettbewerbsfähigkeit des Wissenschafts- und Innovations-Standorts Deutschland.

In den Helmholtz Innovation Labs forschen und entwickeln Wissenschaftler der Helmholtz-Gemeinschaft gemeinsam mit Partnern aus der Wirtschaft. Sie haben eine große Bandbreite: In Open Innovation Labs arbeiten Forschungszentren mit einem oder mehreren Unternehmen zu konkreten Themen im vorwettbewerblichen Bereich zusammen. In User Innovation Labs wird anwendungsnahe nutzerorientierte Technologie- und Produktentwicklung betrieben. Beide Strategien sind langfristig angelegt und gehen über pure Auftragsforschung und bisherige Transferinstrumente weit hinaus. Die **Helmholtz Innovation Labs** spiegeln die Bandbreite der Forschungsfelder der Helmholtz-Gemeinschaft wider. Ende 2016 starteten sieben neue Helmholtz Innovation Labs. Sie kommen aus den unterschiedlichsten Bereichen: Simulation, Gentherapie, Materialwissenschaften, Telekommunikationstechnologien, Robotik, Bioökonomie und der Baubranche. In ihnen verbinden sich (grundlagenorientierte) Forschung und Anwendungsbezug in besonderem Maße. Sie alle haben das Potenzial zu Leuchttürmen an ihren Zentren wie in der deutschen Transferlandschaft zu werden. Nach spätestens fünf Jahren, in denen die Helmholtz Innovation Labs aus dem Impuls- und Vernetzungsfonds, aus Mitteln der Helmholtz-Zentren sowie der beteiligten Unternehmen finanziert werden, sollen sie sich selbst über eingeworbene Drittmittel, Beiträge der Ausgründungen oder der Industriepartner tragen können.

Strategische Partnerschaften zwischen Helmholtz-Zentren und Universitäten sind ein Grundpfeiler im deutschen Wissenschaftssystem. Als ein besonders interessantes Instrument einer institutionellen Partnerschaft eines Helmholtz-Zentrums und einer Partner-Universität auf einem zukunftsweisenden Forschungsgebiet haben sich Helmholtz-Institute herauskristallisiert. In einem **Helmholtz-Institut** auf dem Campus einer Universität entsteht die Grundlage für eine dauerhafte und intensive Zusammenarbeit auf spezifischen Forschungsfeldern. Durch die Vernetzung mit weiteren einschlägigen Partnerinstitutionen vor Ort und überregional entwickeln sich die Helmholtz-Institute zu Schwerpunktzentren auf ihrem wissenschaftlichen Gebiet. Damit sind sie zugleich Magnete für talentierte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus der ganzen Welt. 2016 konnte zu meiner großen Freude die Gründung von zwei weiteren Helmholtz-

23.11.2016

Gründung des „Hopp-Kindertumorzentrums am NCT Heidelberg“

2017

Jan - März 2017

25-Jahr-Feiern von UFZ, MDC, GFZ und HZDR

15.03.2017

Bundeskanzlerin Merkel eröffnet Neubau am DZNE-Hauptstandort in Bonn

23.03.2017

Start von „Synlight“, der größten künstlichen Sonne der Welt am DLR-Standort Jülich



Instituten beschlossen werden: Das Helmholtz-Institut für RNA-basierte Infektionsforschung (HIRI) ist ein Zusammenschluss des Helmholtz-Zentrums für Infektionsforschung in Braunschweig und der Julius-Maximilian-Universität Würzburg. Das Helmholtz-Institut für Funktionelle Marine Biodiversität in Oldenburg (HIFMB) ist unter Mitwirkung des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung und der Universität Oldenburg entstanden. Auf Grund der ebenfalls herausragenden Beurteilungen der Anträge des Helmholtz-Instituts für Translationale Onkologie (HI-TRON) und des Helmholtz-Instituts für Metabolismus-, Adipositas- und Gefäßforschung (HI-MAG) wurde beschlossen, diese beiden weiteren Institute im Jahr 2017 zu realisieren. Damit verfügt Helmholtz dann insgesamt über elf Helmholtz-Institute, von denen einige bereits jetzt weltweit führend in ihrem Bereich sind.

Nach dem Vorbild der Helmholtz-Institute hat das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) mit seinen Partnern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik im Jahr 2016 den Grundstein für eine neue Form strategischer Partnerschaften gelegt: die **DLR-Institute**. Mit einer zusätzlichen Förderung von 42 Millionen Euro aus Bundesmitteln und 4,2 Millionen Euro aus Landesmitteln werden sechs neue Einrichtungen ins Leben gerufen: das Institut für Angewandte Informatik, das Test- und Simulationszentrum Gasturbine, das Institut zum Schutz maritimer Infrastrukturen, das Institut für Data Science, das Institut zur Softwareforschung und Simulation und das Institut Next Energy. Sie ergänzen gezielt die bereits im DLR vorhandenen Kompetenzen und liefern einen markanten Mehrwert für die fachlichen, fachstrategischen und gesamt-strategischen Ziele des DLR.

REKRUTIERUNG UND LAUFBAHNENTWICKLUNG ALS ZENTRALE ZUKUNFTSAUFGABE

All diese Maßnahmen dienen auch dazu, die besten Köpfe für die Helmholtz-Gemeinschaft zu gewinnen. Es freut mich besonders, dass wir unter ihnen auch zahlreiche Preisträger renommierter Auszeichnungen haben. So sind die Materialforscherin Britta Nestler vom Karlsruher Institut für Technologie, und Jörg Vogel, der Gründungsdirektor des HIRI, diesjährige Leibniz-Preisträger. Eine Ehrung, die im Jahr 2016 bereits Frank Bradke vom Deutschen Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen zu Teil wurde. Der Diabetes-Forscher Matthias Tschöp vom Helmholtz Zentrum München erhielt in

diesem Jahr gemeinsam mit Prof. Dr. Jens Brüning aus Köln den Familie-Hansen-Preis der Bayer Science & Education Foundation. 26 neue Grants des European Research Council zeigen, dass wir auch im europäischen Wettbewerb viele exzellente Forscherinnen und Forscher in unseren Reihen haben. Ralf Bartenschlager vom DKFZ und der Universitätsklinik Heidelberg erhielt den hoch renommierten Lasker Award, Wolfgang Wernsdorfer vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT) eine Humboldt-Professur.



Prof. Dr. Matthias Tschöp, Direktor des Helmholtz Diabetes Center am Helmholtz Zentrum München, erhielt für seine wegweisenden Erkenntnisse im Bereich der Darm-Hirn-Signalwege gemeinsam mit Prof. Dr. Jens Brüning aus Köln den mit 75.000 Euro dotierten Familie-Hansen-Preis der Bayer Science & Education Foundation.

Dennoch wollen, werden und müssen wir unsere Arbeit in diesem Bereich weiter intensivieren, um herausragende Talente zu gewinnen. Die Kernelemente unserer Talent-Management-Strategie sind dabei: zielgruppengerechte Angebote auf allen Karrierestufen anzubieten, attraktive Rekrutierungsangebote zu machen, akademische Förderung mit klaren Karriereperspektiven zu verbinden und die Professionalisierung des Managements auf allen Ebenen voranzutreiben.

Die überwiegende Mehrzahl der über 8.000 Doktoranden und Doktorandinnen, die die Helmholtz Gemeinschaft gemeinsam mit den Universitäten ausbildet, ist in unsere Graduiertenschulen und Graduiertenkollegs eingebunden. Sie erhalten hier eine exzellente wissenschaftliche Ausbildung. Die mehr als 2.600 Postdoktoranden und Postdoktorandinnen, die an den Helmholtz-Zentren angestellt sind, erhalten ein breites Portfolio an unterstützenden Maßnahmen wie Beratung, Coa-

22.04.2017

„March for Science“ findet in vielen Städten weltweit statt.

26.04.2017

Gründung des internationalen Laser-Labors WHELMI in Rechovot

04.05.2017

XFEL, der größte Röntgenlaser der Welt, erzeugt erfolgreich sein erstes Laserlicht



ching und Mentoring. Hier möchten wir uns als Helmholtz-Gemeinschaft noch stärker engagieren und fördern deshalb den Auf- und Ausbau von Helmholtz Career Development Centres for Researchers (HCDCR) in den Zentren.

Mit den Helmholtz-Nachwuchsgruppen erhalten hoch talentierte Postdoktoranden und Postdoktorandinnen aus aller Welt die Chance, an einem Helmholtz-Zentrum eine Forschungsgruppe aufzubauen und zu leiten. Diese Nachwuchsgruppen bieten jungen Forschenden frühe Selbstständigkeit, ein Budget von mindestens 1,8 Millionen Euro für sechs Jahre und eine verlässliche Karriereperspektive mit einer Tenure-Option an unseren Zentren. Bis zum Jahr 2016 wurden insgesamt 209 Helmholtz-Nachwuchsgruppen gefördert.

Die Helmholtz-Akademie für Führungskräfte blickt 2017 auf zehn Jahre erfolgreiche Arbeit zurück. Ihre spezifisch auf die Wissenschaft zugeschnittenen Angebote im Bereich Führung und Management sind nach wie vor einzigartig. Sie werden stetig weiterentwickelt und verbessert. Im Jahr 2016 haben insgesamt 87 Teilnehmerinnen und Teilnehmer die auf fünf verschiedene Zielgruppen zugeschnittenen Programme besucht und erfolgreich absolviert. Wir haben einen Prozess eingeleitet, um die Helmholtz-Akademie weiter zu entwickeln.

ENGAGIERT FÜR GEFLÜCHTETE MENSCHEN

Talent-Management bedeutet für mich auch, gesellschaftliche Verantwortung zu übernehmen. 2016 mussten erneut viele Menschen aus ihrer Heimat flüchten und sich in Deutschland eine neue berufliche Zukunft aufbauen. In Kooperation mit der Bundesagentur für Arbeit bietet die Helmholtz-Gemeinschaft ihnen einen Einstieg in eine wissenschaftliche, technische oder wissenschaftsnahe Ausbildung und Beschäftigung. Inzwischen haben mehr als 160 geflüchtete Menschen in einem der Helmholtz-Zentren eine neue Perspektive gefunden - als Auszubildende, Studenten, Praktikanten, Doktoranden oder Angestellte.

FORSCHUNG INFRASTRUKTUREN

Die besten Talente entscheiden sich nur dann für die Helmholtz-Gemeinschaft, wenn sie an unseren Zentren herausragende Forschungsbedingungen vorfinden. Helmholtz verfügt mit den großen und komplexen Forschungsinfrastrukturen in vielen Bereichen über einzigartige Möglichkeiten. Im vergangenen Jahr konnten wir weitere wichtige Meilensteine erreichen. So wurde das Energy Materials In-Situ Laboratory, EMIL, nach drei Jahren Bauzeit am Helmholtz-Zentrum Berlin vollendet. Es ist auch ein schönes Beispiel für die Zusammenarbeit zwischen der Helmholtz-Gemeinschaft und der Max-Planck-Gesellschaft. Dieser am Synchrotron BESSY II in Berlin-Adlershof errichtete neue Laborkomplex für die Erforschung von Energie-Materialien ist am 31. Oktober 2016 im Beisein von Bundesforschungsministerin Johanna Wanka feierlich eröffnet worden.

Die Erzeugung des ersten Wasserstoff-Plasmas in der Fusionsanlage Wendelstein 7-X im Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) in Greifswald am 3. Februar 2016 im Beisein der Bundeskanzlerin war ein besonderes Highlight. Wendelstein 7-X ist die weltweit größte Fusionsanlage dieses Typs und ein einmaliges Projekt. Ein herausragendes Beispiel dafür, wie erfolgreich Kooperationen im europäischen Rahmen sein können, ist der Startschuss für den European XFEL, an dessen Bau immerhin elf Länder beteiligt sind. Von der nun folgenden Inbetriebnahme erhoffen wir uns künftig in zahlreichen unterschiedlichen Fachgebieten bahnbrechende Innovationen. Einmalige Forschungsinfrastrukturen, hochqualifizierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und eine interdisziplinäre wie internationale Zusammenarbeit - das sind die Voraussetzungen, mit denen wir auch in Zukunft beherzt und zuversichtlich unsere Aufgaben angehen. Die Herausforderungen, vor denen unsere Welt steht, bleiben gewaltig. Wir tun unser Bestes, um maßgeblich an ihrer Bewältigung mitzuwirken.

DER HELMHOLTZ-INKUBATOR INFORMATION & DATA SCIENCE

Forschung produziert heute enorme Datenmengen. Das eröffnet völlig neue Perspektiven. Um die herausragenden Kompetenzen der Helmholtz-Gemeinschaft zusammenzuführen, wurde jetzt der Helmholtz-Inkubator Information & Data Science ins Leben gerufen.

Datenbasierte Forschung entwickelt sich in atemberaubendem Tempo. Für die Helmholtz-Gemeinschaft ist dies, ebenso wie für unser gesamtes Wissenschaftssystem eine der größten Herausforderungen der Zukunft – sei es im Bereich der Erdsystemforschung, wo Satelliten enorme Datenmengen liefern, sei es in der Medizin und Genetik oder der Verkehrsorschung. Bahnbrechende Entwicklungen auf dem Gebiet der digitalen Informationsverarbeitung und der Analyse komplexer Daten eröffnen der Wissenschaft völlig neue Möglichkeiten und große Chancen.

Die Helmholtz-Gemeinschaft ist auf dem Gebiet der Informationsforschung bereits heute hervorragend positioniert. Dies betrifft ein weites Spektrum von Big Data Handling und Analytics, Supercomputing, Chip- und Speicherentwicklung, Informatik und Softwareentwicklung über Modellierung und Simulation bis hin zu künstlicher Intelligenz und Robotik. In allen Einzeldisziplinen, aber gerade auch im Zusammenspiel der Disziplinen tun sich hier ungeahnte Möglichkeiten auf. Nur durch innovative und interdisziplinäre Ansätze wird es gelingen, eine neue Qualität von Datenanalytik und Datenintegration zu erreichen. Deshalb hat der Präsident den Helmholtz-Inkubator Information & Data Science ins Leben gerufen. Er ist mit führenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus allen sechs Forschungsbereichen sowie mit externen Expertinnen und Experten aus forschenden Unternehmen besetzt. Sie werden die herausragenden Kompetenzen und die enormen Datenschätzte der Helmholtz-Gemeinschaft zusammenführen. Der Helmholtz Inkubator Information & Data Science ist:

- ein agiler und innovativer Kreis wichtiger Multiplikatoren und hochkarätiger Fachleute, die attraktive Themen identifizieren, diese in die Gemeinschaft tragen und langfristig gemeinsam umsetzen;
- ein Forum für einmalige und neue Ideen sowie ein Nukleus für wegweisende und disruptive Pilotprojekte;
- ein Think Tank für neue Impulse zur Weiterentwicklung des Forschungspotfolios und der Strukturen der Helmholtz-Gemeinschaft.

Der Inkubator wird einerseits Verfahren entwickeln, mit denen kontinuierlich und nachhaltig innovative Themen erschlossen und in die Bearbeitung gebracht werden. Andererseits wird er die erfolgreiche Besetzung von großkaligen Forschungsthemen vorantreiben, in denen Helmholtz national und international führend ist beziehungsweise werden kann.

Auch die Bereiche Ausbildung und Entwicklung von Technologieplattformen stehen im Fokus des Inkubators. Um Helmholtz und die gesamte deutsche Forschung hier an der Weltspitze zu halten, wird es eine zentrale Aufgabe sein, eine neue Generation von Informationsexpertinnen und -experten auszubilden. Zu diesem Zweck werden Vorschläge für die Errichtung einer disziplinübergreifenden und -vernetzten Helmholtz Data Science Academy entwickelt. Darüber hinaus wird der Inkubator Themenfelder adressieren, die von gesellschaftlichen und politischen Akteuren als wichtig angesehen werden.

Die Helmholtz-Gemeinschaft wird sich so als gestaltender Akteur auf diesen Forschungsfeldern der Zukunft positionieren, schlagkräftige Konzepte und Handlungsoptionen entwickeln und kontinuierlich Angebote und Anknüpfungspunkte für nationale und internationale Partner bieten. Sie wird die bereits bestehenden Kompetenzen weiter stärken und entscheidende Beiträge dazu leisten, die deutsche Wissenschaft auf dem Feld Information & Data Science in eine internationale Spitzenposition zu bringen und sie dort zu halten. Gemeinsam mit zahlreichen Partnern werden wir auch wesentliche Beiträge für die geplante nationale Forschungsdateninfrastruktur leisten.

REKRUTIERUNGSGEINITIATIVE

Wissenschaftliche Leitungspositionen dienen jeder Forschungseinrichtung als ein wichtiges profilgebendes Element. Gemeinsame Berufungen mit Universitäten sind für die Helmholtz-Gemeinschaft gleichzeitig ein wichtiges Bindeglied zwischen unserer außeruniversitären Forschungsorganisation und ihren universitären Partnern. In den letzten Jahren konnte die Helmholtz-Gemeinschaft viele exzellente Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an sich ziehen. Die Förderinstrumente des Impuls- und Vernetzungsfonds wie Helmholtz-Nachwuchsgruppen oder W2/W3-Stellen für exzellente Professorinnen haben dabei eine wichtige Rolle gespielt.

SPITZENFORSCHER GEZIELT ANWERBEN

Die Rekrutierungsinitiative ist für die Helmholtz-Gemeinschaft ein weiteres wirkungsvolles Instrument. Sie ist Teil einer Rahmenstrategie für das Talent-Management und wurde 2012 erarbeitet. Ziel der Rekrutierungsinitiative ist es herausragende, neue Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter stra-

tegisch orientiert und aktiv zu gewinnen. Die Helmholtz-Gemeinschaft wünscht sich eine breit diversifizierte Mitarbeiterschaft. Dafür widmet sie einen Teil des Aufwuchses aus dem Pakt für Forschung und Innovation dezidiert der Gewinnung von Spitzenforscherinnen.

ZAHLREICHE ERFOLGREICHE BERUFUNGEN

Für die Zeit von 2013 bis 2017 stehen 118 Millionen Euro für die Rekrutierungsinitiative zur Verfügung. 2016 konnten 13 Berufungsverfahren erfolgreich abgeschlossen werden, unter den Berufenen waren sieben Frauen. Seit Beginn der Initiative 2012 wurden bislang 41 Berufungsverfahren erfolgreich abgeschlossen, 25 der Berufenen sind Frauen. Insgesamt werden voraussichtlich 51 Berufungen erfolgen. Da sich die Initiative als großer Erfolg erwiesen hat, soll es eine Neuauflage der Förderung als Rekrutierungsinitiative ausschließlich für internationale Topwissenschaftlerinnen in den kommenden Jahren geben.

“ Ich habe am Helmholtz Zentrum München ein hoch spezialisiertes und kollaboratives Umfeld vorgefunden, um meine Forschung aufzubauen. Die sehr enge Zusammenarbeit mit dem Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München ermöglicht es mir, neueste Forschungsergebnisse direkt in die Klinik und zum Wohl der Patienten umzusetzen. Durch diese einzigartige Kombination können wir in Zukunft neue Therapien entwickeln, die individuell auf die einzelnen Patienten zugeschnitten sind. ”

PROF. DR. JULIANE WINKELMANN

Direktorin des Instituts für Neurogenomik am Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt





“ Es ist ein Privileg, am Alfred-Wegener-Institut forschen zu können, einem der weltführenden Polarforschungsinstitute mit einmaliger logistischer Ausstattung. Die enge Verknüpfung mit der Universität Bremen wird es mir darüber hinaus besser ermöglichen, junge Talente zu identifizieren und auszubilden, und unsere akademische Exzellenz und Freiheit aufrecht zu erhalten. Mit den umfangreichen Mitteln aus der Helmholtz-Rekrutierungsinitiative konnte ich innovative Forschungsprojekte beginnen und bessere Zukunftsperspektiven für die Sektion schaffen. ”

PROF. DR. CHRISTIAN HAAS

Leiter der Sektion Meereisphysik am Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung und Professor für Arktische und Antarktische Meereis-Geophysik und Fernerkundung an der Universität Bremen



“ I joined DESY because here I find the ideal combination of light facilities and scientific areas of research. The Helmholtz Recruiting Initiative allowed me to get a top position and to start a new group of young and motivated researchers; I was really thrilled by the freedom provided by this level of funding. DESY offers a unique and exciting environment and I can already envision that a new class of ground-breaking experiments in attosecond science will be triggered by the possibility to interact with the numerous resident research groups. ”

PROF. DR. FRANCESCA CALEGARI

Leiterin im Bereich Attosecond Science bei DESY und Professorin für Physik an der Universität Hamburg

CHANCEGLEICHHEIT

Die Chancengleichheit von Mann und Frau ist ein zentraler Wert für die Helmholtz-Gemeinschaft. Sie ist fest in der Mission der Forschungsgemeinschaft verankert und gehört untrennbar zur Gewinnung der besten Köpfe auf allen Karrierestufen. Denn Spitzenforschung wird erst möglich, wenn unabhängig vom Geschlecht die talentiertesten Menschen in die richtigen Positionen gebracht werden. Diversität mit dem Schwerpunkt Chancengleichheit ist daher wesentlicher Bestandteil des Helmholtz Talent-Managements. Sie wird als Querschnittsthema konsequent in alle Programme und Maßnahmen integriert, beispielsweise in die Förderlinien des Impuls- und Vernetzungsfonds.

2006 hat die Helmholtz-Gemeinschaft die „Offensive der deutschen Wissenschaftsorganisationen für Chancengleichheit von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern“ unterzeichnet. Zeitgleich hat sie innerhalb ihrer Organisation ein „Fünf-Punkte-Programm“ umgesetzt, dessen Maßnahmen bis heute aktiv gelebt werden.

Die von der DFG entwickelten „Forschungsorientierten Gleichstellungsstandards“ bilden seit 2009 einen weiteren Orientierungspunkt für die Entwicklung der Helmholtz-Gemeinschaft auf diesem Gebiet. Helmholtz ist Partner des Nationalen Paktes für Frauen in mathematischen, ingenieur- und naturwissenschaftlichen sowie technischen (MINT-)

Berufen. In ihrer Paktselbstverpflichtung für die Paktperiode seit 2016 hat sich die Gemeinschaft erneut dazu bekannt, gezielt exzellente Wissenschaftlerinnen zu rekrutieren sowie mehr Führungspositionen mit Frauen zu besetzen. Um deutliche Fortschritte für die Chancengleichheit zu erzielen, konzentriert sich die Gemeinschaft auf drei große Handlungsfelder:

1. Rekrutierung der besten Wissenschaftlerinnen auf allen Ebenen
2. Weiterentwicklung der weiblichen Top-Talente
3. Vernetzung dieser Forscherinnen

Chancengerechtigkeit lässt sich nur mit individueller Förderung und Ermutigung von Frauen umsetzen, mit guter Vereinbarkeit von Beruf und Familie sowie mit der Weiterentwicklung der Organisationskultur einer Wissenschaftsgemeinschaft. Die Rekrutierungszahlen der letzten Jahre zeigen deutlich, dass die Aktivitäten der Helmholtz-Gemeinschaft Früchte tragen. Dennoch sind weiterhin enorme Anstrengungen nötig, um noch mehr Frauen in Führungspositionen zu bringen und sie dort zu halten.

W2/W3-Programm für exzellente Wissenschaftlerinnen

48

Förderungen seit 2016

Maßnahmen zur Förderung von Chancengleichheit: Frauenanteil



Postdoc-Programm

44 %

Nachwuchsgruppen

35 %

Rekrutierungsinitiative

61 %

Mentoringprogramm „In Führung gehen“ für weibliche Nachwuchskräfte

300

Teilnehmerinnen seit 2005

Gutachterinnenquote

30

Prozent Gutachterinnen mindestens bei allen Evaluationen und Auswahlwettbewerben

INNOVATION UND TRANSFER – TEIL DER MISSION DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

Wissenschaftlichen Fortschritt betreibt die Helmholtz-Gemeinschaft nicht um seiner selbst willen. Ein wesentlicher Teil unserer Mission ist es, Lösungen für die großen Herausforderungen unserer Zeit zu finden – Therapien gegen die großen Volkskrankheiten, Möglichkeiten einer nachhaltigen Energieversorgung oder neue Werkstoffe für die Industrie. Innovation und Transfer von Wissen sind deshalb von großer Bedeutung für unsere Forschungsgemeinschaft.

Wir decken vielfach die gesamte Kette von exzellenter Grundlagenforschung bis zur anwendungsnahen Forschung ab und sind damit ein wichtiger Partner im nationalen und internationalen Innovationsgeschehen. Die Helmholtz-Zentren betreiben seit langem aktiv Technologietransfer etwa in Form der kommerziellen Verwertung von Forschungsergebnissen. Weiterhin bestehen viele Initiativen und etablierte Plattformen, um Wissen mit der Gesellschaft zu teilen und auszutauschen.

So gibt es zahlreiche Produkte, die aus der Forschung der Helmholtz-Zentren stammen. Allein in den letzten vier Jahren sind 77 High-Tech-Ausgründungen entstanden. Die Helmholtz-Gemeinschaft hat über 2.000 Kooperationen mit Unternehmen, darunter langjährige strategische Allianzen. Die steigende Nutzung von Forschungsinfrastrukturen durch Industrie und KMU sowie eine Vielzahl öffentlich geförderter Verbundvorhaben verdeutlichen den intensiven Austausch mit der Wirtschaft. Ebenso zeigen über 400 Patentanmeldungen und 1.500 bestehende Lizenzverträge allein im Jahr 2016 die intensiven Aktivitäten in diesem Feld.

Wissenstransfer hat auch einen hohen gesellschaftlichen Impact: Die stark frequentierten Informationsdienste beispielsweise dienen der Beratung von und dem Austausch mit Bürgern und ausgewählten Zielgruppen. In Schülerlaboren kommen junge Menschen frühzeitig mit der Wissenschaft in Kontakt.

In strategischen Eckpunktepapieren zum Wissens- und Technologietransfer sind in der Helmholtz-Gemeinschaft zuletzt zahlreiche Maßnahmen entwickelt und umgesetzt sowie Leitlinien festgelegt worden. Eine neue Arbeitsgruppe hat bis Ende 2016 ein Positionspapier für den Wissenstransfer erarbeitet. Dies ermöglicht auch neue Bewertungsmethoden für den Impact in der Gesellschaft. Im vergangenen Jahr wurde das Portfolio bisheriger Transferinstrumente der Gemeinschaft – Helmholtz Enterprise zur Ausgründungsunterstützung und Helmholtz-Validierungsfonds zur anwendungsorientierten

Weiterentwicklung von Forschungsergebnissen – durch zwei neue Maßnahmen ergänzt: Im Rahmen der Förderinitiative „Helmholtz Innovation Labs“ sind bis Anfang 2017 sieben Experimentierräume für Kooperationen mit KMU und Industrie gestartet. Im Jahr 2016 wurden weiterhin neun institutionell geförderte Innovationsfonds der Helmholtz-Zentren ins Leben gerufen. Sie ermöglichen insbesondere die Finanzierung von internen Innovationsprojekten.

Neben Dialogplattformen auf Zentren-Ebene hat die Helmholtz-Gemeinschaft im vergangenen Jahr zwei erfolgreich etablierte Veranstaltungsformate auf Gemeinschaftsebene fortgeführt. Das sind zum einen die Research Days beziehungsweise die Foresight-Workshops mit Firmen wie Daimler oder Huawei. Sie brachten Forscher aus unterschiedlichen Zentren mit Experten der Unternehmen zusammen. Zum anderen gab es die „Start-up Days“. Als gemeinsame Veranstaltung der außeruniversitären Forschungsorganisationen haben sie im Jahr 2016 bereits zum 4. Mal stattgefunden und rund 100 Gründungsinteressierten ein einzigartiges Format zum Austausch und zur Fortbildung geboten.

Auch künftig werden Innovation und Transfer einen hohen Stellenwert in der Helmholtz-Gemeinschaft einnehmen. So wurden Anfang 2017 Ausschreibungen zur Förderung des Wissenstransfers sowie für eine Proof-of-Concept-Initiative gemeinsam mit der Fraunhofer Gesellschaft und der Hochschulmedizin veröffentlicht. Zudem ist das Thema sichtbar in der Agenda des Präsidenten verankert und in der aktuellen Strategie der Helmholtz-Gemeinschaft als eine von vier wichtigen gemeinsamen strategischen Initiativen hervorgehoben. Darin sind fünf ambitionierte Ziele für die weitere Stärkung von Innovation und Transfer formuliert:

1. Entwicklungspartnerschaften und Kooperationen mit der Wirtschaft forcieren
2. Eine führende Position im Benchmarking relevanter Transferkennzahlen einnehmen
3. Optimale Rahmenbedingungen für den Transfer schaffen und die Innovationskultur stärken
4. Austausch mit Wirtschaft und Gesellschaft als elementaren Teil der Helmholtz-Mission wahrnehmen
5. Wissenstransfer stärken und neue Formate zur Interaktion und Partizipation nutzen

FORSCHUNGSBEREICH ENERGIE



PROF. DR.-ING. HOLGER HANSELKA

Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft,
Koordinator für den Forschungsbereich Energie,
Karlsruher Institut für Technologie



DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2015-2019

Energy Efficiency, Materials and Resources

Das Ziel der Energiewende in Deutschland ist es, bis 2050 den Primärenergieverbrauch zu halbieren und die Emission von Treibhausgasen gegenüber 1990 um 80 bis 95 Prozent zu senken. Dazu sollen die Prozessketten, die Ressourcen, Materialentwicklung, Verfahrenstechniken und Energie-

DIE MISSION

Eine Energieversorgung, die ökonomisch, ökologisch und gesellschaftlich tragbar ist – daran arbeiten Helmholtz-Wissenschaftler im Forschungsbereich Energie. Sie erforschen Wandlungs-, Verteilungs-, Nutzungs- und Speichertechniken und berücksichtigen die Klima- und Umweltfolgen. Ein Ziel ist es, fossile und nukleare Brennstoffe durch klimaneutrale Energieträger zu ersetzen und Systemlösungen für ein nachhaltiges Energiesystem zu erarbeiten. Dazu loten die Forscher Potenziale erneuerbarer Energiequellen wie Sonnenenergie, Biomasse oder Erdwärme aus. Sie arbeiten auch daran, die Effizienz konventioneller Kraftwerke zu steigern. Darüber hinaus will die Helmholtz-Gemeinschaft mit der Kernfusion langfristig eine neue Energiequelle erschließen, und sie verfügt über herausragendes Know-how in der nuklearen Sicherheits- und Endlagerforschung.

DIE PROGRAMMSTRUKTUR IN DER LAUFENDEN FÖRDERPERIODE

Derzeit wirken acht Helmholtz-Zentren im Forschungsbereich Energie zusammen. Die Arbeiten gliedern sich in sieben Forschungsprogramme:

- **Energy Efficiency, Materials and Resources**
- **Renewable Energies**
- **Storage and Cross-Linked Infrastructures**
- **Future Information Technology**
- **Technology, Innovation and Society**
- **Nuclear Waste Management, Safety and Radiation Research**
- **Nuclear Fusion**

AUSBLICK

Die Energiewende gehört zu den größten Aufgaben der Gegenwart und Zukunft. In ihrem 6. Energieforschungsprogramm konzentriert sich die Bundesregierung auf erneuerbare Energien, Energieeffizienz, Energiespeicher und Netztechnologien. Die Helmholtz-Gemeinschaft unterstützt diese Strategie nachdrücklich und trägt im Rahmen einer programmatischen Fokussierung ihrer Kompetenz und Erfahrung signifikant zur Umsetzung bei. Zudem schließt sie Forschungslücken und treibt Grundlagenforschung ebenso wie anwendungsorientierte Forschung voran. Die technologische Forschung wird von sozioökonomischer Forschung ergänzt. Es gilt, das Energiesystem einschließlich aller gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Aspekte zu transformieren.

wandlungsprozesse behandelt, vernetzt und optimiert werden. Gleichzeitig muss die beim Umbau der Energieversorgung erforderliche Flexibilität im Hinblick auf Brennstoffarten, Energiebereitstellung und Infrastruktur erweitert werden.

Renewable Energies

Die Hauptlast der Energiebereitstellung sollen erneuerbare Energien tragen. Dabei gilt es, die verschiedenen Primärenergien wie solare Strahlung, Wind, Biomasse und Erdwär-



DAUERBETRIEB GEWÜNSCHT

Die Fusionsforschung hat das Ziel, aus der Verschmelzung leichter Atomkerne eine neue Energiequelle zu entwickeln. Im Februar 2016 erzeugte die Fusionsanlage Wendelstein 7-X im Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) in Greifswald das erste Wasserstoff-Plasma. Sie soll zeigen, dass Anlagen vom Typ Stellarator im Dauerbetrieb arbeiten können. Auch die ihrer Natur nach in Pulsen arbeitenden Fusionsanlagen vom Typ Tokamak sind auf dem Weg zum Dauerbetrieb. Dies wird am IPP in Garching mit dem Tokamak ASDEX Upgrade erprobt. Weil das Fusionsfeuer in einem späteren Kraftwerk erst bei Temperaturen über hundert Millionen Grad zündet, darf der Brennstoff – ein dünnes Wasserstoffplasma – nicht in Kontakt mit kalten Gefäßwänden kommen. Von Magnetfeldern gehalten, schwebt er deshalb nahezu berührungslos im Inneren einer ringförmigen Vakuumkammer. Tokamaks wie ASDEX Upgrade oder der internationale Testreaktor ITER, der zurzeit im französischen Cadarache entsteht, stellen den magnetischen Käfig für das Plasma durch ein ringförmiges, von Spulen erzeugtes Feld her. Es wird kombiniert mit dem Feld eines im Plasma fließenden elektrischen Stroms. Die schraubenförmigen Feldlinien bauen dann den gewünschten Magnetkäfig auf. Der Plasmastrom wird pulsweise durch eine Transformatorschleife im

Plasma induziert. Daher arbeitet die gesamte Anlage in Pulsen – ein Manko der ansonsten so erfolgreichen Tokamaks. Anders ist dies bei Anlagen vom Typ Stellarator, wie Wendelstein 7-X. Weil sie das gesamte Feld allein durch komplexe geformte Spulen, also ohne Plasmastrom, aufbauen, ist hier Dauerbetrieb möglich.

Um dies auch in einem Tokamak zu erreichen, darf der Plasmastrom nicht mehr pulsweise per Transformator erzeugt werden, sondern muss kontinuierlich – durch Einstrahlen von Hochfrequenzwellen oder Einschießen von Teilchenstrahlen – getrieben werden. Auch ein elektrischer Strom, den das Plasma bei Anwesenheit von Druckunterschieden von alleine aufbaut, lässt sich nutzen, um längere Pulse zu erreichen. Im besten Fall könnte ein solcher Advanced Tokamak stationär betrieben werden. Dem ASDEX Upgrade-Team ist es so bereits gelungen, in speziell geführten Entladungen den 800 Kiloampere starken elektrischen Strom im Plasma für mehrere Sekunden ohne Hilfe des Transformators zu treiben – unter Bedingungen, die auch für den Testreaktor ITER oder ein Demonstrationskraftwerk gelten: Längere Pulse kommen damit auch für Tokamaks in Reichweite.

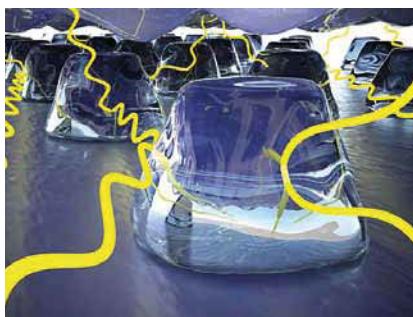
Weitere Beispiele aus diesem Forschungsbereich [»](#)

me effizient und kostengünstig zu erschließen und optimale Technologien für zentrale und dezentrale Anwendungen zu entwickeln. Die strategischen Forschungsthemen widmen sich wissenschaftlichen Fragestellungen, die hochkomplexe und langfristige Entwicklungen erfordern und die großen Infrastrukturen der beteiligten Helmholtz-Zentren nutzen.

Storage and Cross-Linked Infrastructures

Damit die Transformation zu einer überwiegend auf erneuerbaren Energien basierenden Energieversorgung gelingt,

müssen die stark flüchtige Energie bedarfsgerecht gespeichert und die Infrastrukturen für die verschiedenen Energieträger weiterentwickelt und besser vernetzt werden. Das Programm umfasst die Erforschung von Energiespeichern, Technologien zur Energieumwandlung und Energieinfrastrukturen. So verbindet es Forschung und Entwicklungprojekte für thermische, elektrische und chemische Energiespeicher mit Prozess- und Verfahrensentwicklung und schließt die Erforschung von Infrastrukturen zur Verteilung und Speicherung mit ein.



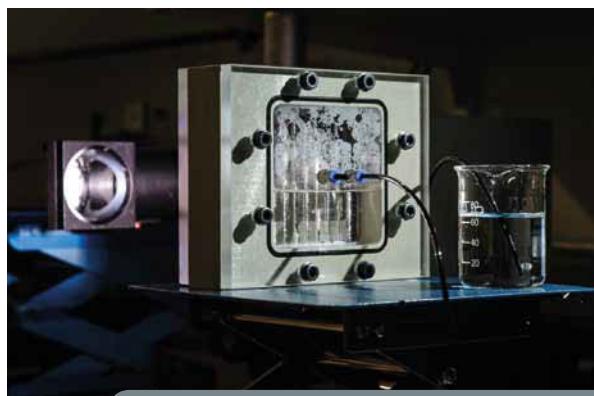
Nanopartikel aus Siliziumdioxid fangen das Licht ein. Bild: *Adv. Opt. Mat.* 5/2017

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)

ULTRADÜNNER CIGSE-SOLARZELLEN: NANOSTRUKTUREN STEIGERN DEN WIRKUNGSGRAD

Ultradünne CIGSe-Solarzellen sparen Material und Energie bei der Herstellung. Allerdings ist ihr Wirkungsgrad geringer als der von Standard-CIGSe-Zellen, da sie weniger Licht absorbieren. Eine Nanostruktur aus Silizium-oxidteilchen auf der Rückseite kann jedoch Licht „einfangen“ und wieder in die Zelle zurückleiten, zeigte eine Forschungsgruppe aus dem HZB mit einem Team aus den Niederlanden. Damit erreicht die beste ultradünne CIGSe-Zelle fast die Leistung einer Rekord-CIGSe-Zelle mit üblicher Dicke.

Testaufbau des Prototyps der photoelektrochemischen Wasserspaltung. Bild: Forschungszentrum Jülich/Tobias Dyck



Forschungszentrum Jülich

KÜNSTLICHE FOTOSYNTHESE

Jülicher Forscher haben ein kompaktes Bauelement entwickelt, das ähnlich wie Pflanzen Sonnenenergie einfangen und in Form eines energiereichen Stoffes speichern kann. Vervielfältigt und zusammengeschaltet, entstehen daraus Anlagen für die künstliche Fotosynthese. In dem Bauelement wird Wasser mithilfe von Sonnenlicht zu Sauerstoff und Wasserstoff gespalten. Letzterer wird zum Speicher für Energie. Die kommt dann zum Einsatz, wenn sie gebraucht wird: als Kraftstoff für Brennstoffzellen-Autos, als Brenngas für Turbinen oder zur Synthese von Werkstoffen.

DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2015–2019

Future Information Technology

Das Programm zielt darauf ab, mittels innovativer Forschungsansätze neue Bauelemente und Architekturkonzepte zu entwickeln, um die Rechenleistung, Datenspeicherdichten und Datenübertragungsraten von Informationstechnologien zu erhöhen sowie gleichzeitig den Bedarf an elektrischer Energie deutlich zu reduzieren.

Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ

EIN SCHARFER BLICK IN DEN UNTERGRUND DER SCHORFHEIDE

Die geothermische Forschung im Norddeutschen Becken ist durch eine seismische Messkampagne des GFZ einen entscheidenden Schritt weitergekommen: „Die Daten versprechen ein unerwartet detailliertes und klares Abbild der tiefen geologischen Strukturen unter der Schorfheide“, sagt Prof. Charlotte Krawczyk, Direktorin des GFZ-Departments Geophysik. Knapp vier Wochen lang waren 21 Tonnen schwere Vibrationsfahrzeuge im 64 Quadratkilometer großen Messgebiet unterwegs. Insgesamt 38.880 Geophone registrierten die Schallwellen und zeichneten sie digital auf. Die Auswertung der Daten erfolgt bis Ende 2017 am GFZ in Potsdam.



Die 21 Tonnen schweren Vibrationsfahrzeuge erzeugten seismische Wellen, die von Geophonen aufgezeichnet wurden. Bild: GGD

Technology, Innovation and Society

Das Programm umfasst die systematische Erforschung der vielfältigen Schnittstellen zwischen Technologie, Innovation und Gesellschaft mit dem Ziel, Entscheidungen in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft zu unterstützen. Dazu werden Kompetenzen in der Energiesystemanalyse, Technikfolgenabschätzung und Politikberatung zusammengeführt.



Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

BIOTREIBSTOFFE REDUZIEREN SCHADSTOFFE IN DER LUFT

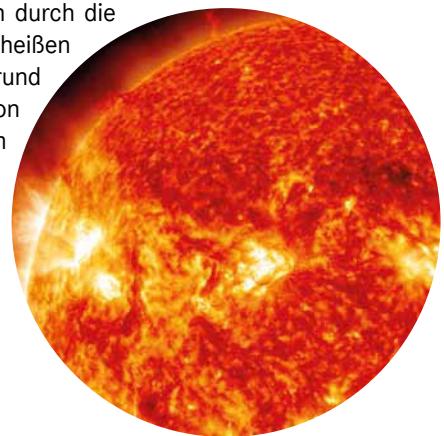
Eine Beimischung von 50 Prozent Biotreibstoff zu Kerosin reduziert den Rußausstoß eines Flugzeugtriebwerks um 50 bis 70 Prozent. Dies zeigten gemeinsame Forschungsflüge der NASA, des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) und des kanadischen National Research Council (NRC). Mehr als zehn Instrumente maßen im Verfolgungsflug die Bestandteile der Abgasfahne. Die Ergebnisse zeigen, wie Biotreibstoffe nicht nur die Emissionen nahe der Flughäfen mindern, sondern auch den Reiseflug klimafreundlicher machen können.

Hinter der DC-8 messen die Wissenschaftler an Bord der DLR-Falcon die Abgaszusammensetzung. Foto: NASA

Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)

GEBEN PLANETEN DER SONNE DEN TAKT VOR?

Die magnetische Aktivität der Sonne wird durch den sogenannten Alpha-Omega-Dynamo hervorgerufen. Erstaunlicherweise stimmt dessen Elfjahres-Zyklus im Mittel sehr genau mit der Periode überein, in der die Planeten Venus, Erde und Jupiter in einer Linie stehen. HZDR-Forscher stellen eine neue Theorie vor, wie die sehr schwachen planetaren Gezeitenkräfte den Sonnendynamo synchronisieren könnten. Angestoßen durch die Tayler-Instabilität, die im heißen Plasma der Sonne aufgrund der Wechselwirkung von Magnetfeld und Strom entsteht, oszilliert der Alpha-Effekt im Gleichklang mit den Planeten.



Das Magnetfeld der Sonne polt etwa alle elf Jahre um, und die Sonnenaktivität durchläuft ein Maximum. Bild: NASA

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ

FLICKENTEPPICH ENERGIEWENDE

Der ambitionierte Wandel zur klimafreundlichen Versorgung mit Energie vollzieht sich in allen deutschen Bundesländern. Doch regional klaffen große Unterschiede. Diese identifizierten UFZ-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler in einer Detailstudie zur räumlichen Struktur der deutschen Stromversorgung. In deren Ergebnis entstand eine Energiewende-Landkarte, die Vorreiter und Nachzügler unter allen 12.066 deutschen Gemeinden klar herausstellt und den Weg weist, wie Deutschland auch in Zukunft seiner globalen Vorbildrolle gerecht werden kann.



Der ambitionierte Wandel zur klimafreundlichen Versorgung mit Energie vollzieht sich in allen Bundesländern. Doch regional klaffen große Unterschiede. Bild: André Künzelmann/UFZ

Nuclear Waste Management, Safety and Radiation Research

Das Programm verfolgt technisch stimmige und überzeugende Forschungsstrategien, die das national angestrebte Vorhaben zum Rückbau der Kernenergie befähigen. Es bearbeitet Problemstellungen zur Endlagerung von radioaktiven Abfällen, zur nuklearen Reaktorsicherheit sowie zur Durchführung des kompletten nuklearen Rückbaus.

Nuclear Fusion

Kernfusion besitzt das Potenzial, als nahezu unerschöpfliche, sichere und CO₂-freie Energiequelle etwa ab der Mitte des Jahrhunderts einen entscheidenden Beitrag zur Deckung des weltweit wachsenden Energiebedarfs zu liefern. Ziel ist es, die Grundlagen für die Entwicklung und den Bau eines Fusionskraftwerks zu schaffen. Zentrale Projekte, die die Fusionsforschung in den nächsten 20 bis 30 Jahren bestimmen werden, sind ITER und Wendelstein 7-X.

FORSCHUNGSBEREICH ERDE UND UMWELT



PROF. DR. REINHARD F. J. HÜTTL

Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft,
Koordinator für den Forschungsbereich Erde und Umwelt,
Helmholtz-Zentrum Potsdam –
Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ



DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2014-2018

Geosystem: Erde im Wandel

In diesem Programm geht es um die Prozesse in der Geosphäre und ihre Wechselwirkungen mit der Hydrosphäre, Atmosphäre und Biosphäre. Zu den Zielen gehören die Überwachung und Modellierung von Schlüsselprozessen, das Verständnis und die Bewertung dieser Prozesse, die Ent-

DIE MISSION

Im Forschungsbereich Erde und Umwelt untersuchen Helmholtz-Wissenschaftler grundlegende Funktionen des Systems Erde und die Wechselwirkungen zwischen Natur und Gesellschaft. Schwerpunkte liegen darin, die langfristigen Beobachtungssysteme auszubauen und zu vernetzen, Vorhersagen zu verbessern und die Ergebnisse schnellstmöglich der Gesellschaft bereitzustellen. Die Forscher erarbeiten wissensbasierte Handlungsempfehlungen, wie sich Ressourcen der Erde nachhaltig nutzen lassen, ohne die Lebensgrundlagen zu zerstören. So bringt die Helmholtz-Klimainitiativ REKLIM die Kompetenz von neun Helmholtz-Zentren zusammen, um regionale und globale Klimamodelle zu verbessern. Eine wichtige Rolle spielen der Aufbau und Betrieb von Infrastrukturen wie das Forschungsflugzeug HALO oder das Netzwerk TERENO, für das bisher in vier ausgewählten Regionen Deutschlands terrestrische Observatorien errichtet wurden. Mit COSYNA wird ein Langzeitbeobachtungssystem zuerst für die deutsche Nordsee und später auch für arktische Küstengewässer aufgebaut.

DIE PROGRAMMSTRUKTUR IN DER LAUFENDEN FÖRDERPERIODE

Am Forschungsbereich Erde und Umwelt sind acht Helmholtz-Zentren beteiligt. Die Forschung ist derzeit in fünf Programme unterteilt:

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

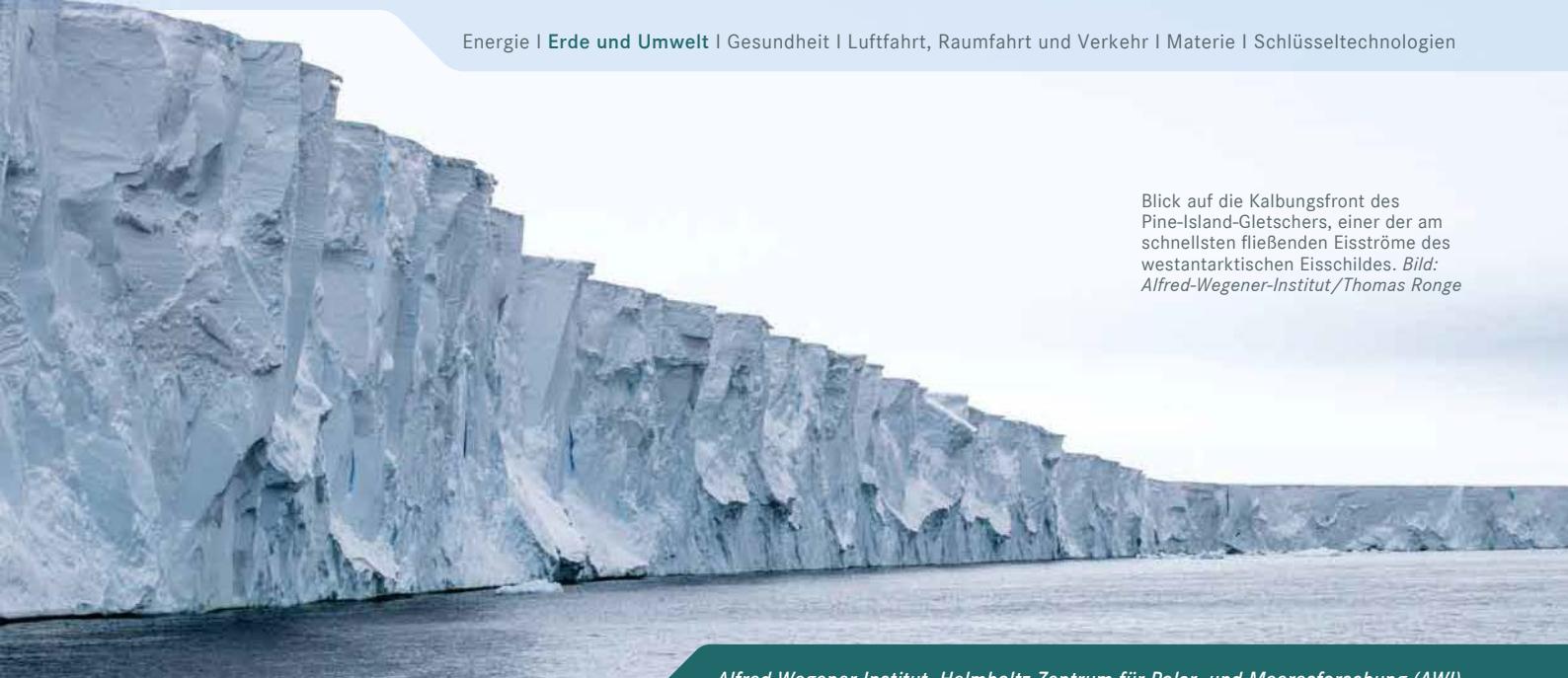
AUSBLICK

Um den Herausforderungen zu begegnen, bündelt der Forschungsbereich Erde und Umwelt auch in Zukunft die Kapazitäten der beteiligten Zentren in gemeinsamen Querschnittsaktivitäten. Dies schafft neue Koalitionen und ermöglicht den Ausbau von Erdbeobachtungs- und Wissenssystemen sowie von integrierten Modellansätzen. Die interdisziplinär angelegte Plattform „Earth System Knowledge Platform – Observation, Information and Transfer“ vernetzt das von allen Zentren des Forschungsbereichs sowie von externen Partnern erarbeitete Wissen mit dem Ziel, die Gesellschaft dabei zu unterstützen, mit den komplexen Veränderungen im System Erde umzugehen.

wicklung von Lösungen und Strategien zur Desastervermeidung sowie die Entwicklung von Geotechnologien zur Nutzung des unterirdischen Raumes. Satellitenmissionen, flugzeuggestützte Systeme, geophysikalische und geodätische Netzwerke, regionale Observatorien, Tiefbohranlagen sowie mobile Instrumentenpools kommen dabei zum Einsatz.

Marine, Küsten- und Polare Systeme

Das Programm konzentriert sich auf Veränderungen in der Arktis und Antarktis, ihre Interaktion mit dem globalen Kli-



Blick auf die Kalbungsfront des Pine-Island-Gletschers, einer der am schnellsten fließenden Eisströme des westantarktischen Eisschildes. Bild: Alfred-Wegener-Institut/Thomas Ronge

Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI)

ZWEI GRAD CELSIUS MEHR GEFÄHRDEN DEN WESTANTARKTISCHEN EISSCHILD

Die Antarktis und Grönland sind von Eisschilden bedeckt, die zusammen mehr als zwei Drittel des Süßwassers der Erde speichern. Mit steigenden Temperaturen schmelzen die Eismassen, der globale Meeresspiegel steigt und bedroht Küstenregionen. Schon heute trägt die Antarktis 0,4 Millimeter zum jährlichen Meeresspiegelanstieg bei. Der aktuelle Weltklimabericht macht jedoch deutlich, dass die Entwicklung der Eismassen in der Antarktis noch nicht ausreichend verstanden ist. Daher haben Klimamodellierer des Alfred-Wegener-Instituts die Veränderungen des antarktischen Eisschildes analysiert und ihre Erkenntnisse auf Zukunftsvorhersagen angewendet.

„Sowohl für die letzte Warmzeit vor etwa 125.000 Jahren als auch für die Zukunft identifizieren wir in unserer Studie kritische Temperaturlimits im Südlichen Ozean: Steigt die Ozean-temperatur um mehr als zwei Grad Celsius im Vergleich zu heute, wird der Westantarktische Eisschild verloren gehen. Dies führt dann zu einem drastisch erhöhten Beitrag der Antarktis zum Meeresspiegelanstieg von etwa drei bis fünf Metern“, erklärt AWI-Klimawissenschaftler Johannes Sutter.

Dieser Anstieg tritt ein, wenn die Klimaerwärmung weitergeht wie bisher. „Bei einem „business-as-usual“-Szenario der globalen Erwärmung könnten diese westantarktischen Eismassen

innerhalb der nächsten 1.000 Jahre komplett verschwinden“, sagt Johannes Sutter. Den Modellrechnungen zufolge würden die Eismassen in zwei Schüben schrumpfen. Ein erster Schub würde zum Rückzug des Schelfeises führen. Das sind die Eismassen im Küstenbereich der Antarktis. Bei Verlust der Schelfeise würde sich das Fließtempo der dahinter liegenden Eismassen des Inlandeises beschleunigen, der Eiseintrag in den Ozean nähme zu. Infolgedessen zögen sich die Gletscher weiter zurück und erreichten erst dann einen stabilen Zwischenzustand, wenn ein Bergbrücken unter dem Eis dessen Rückzug verlangsamen würde.

Nähme die Ozean-temperatur weiter zu oder erreichte die Gründungslinie des Eises einen landeinwärts steil abfallenden Untergrund, zögen sich die Gletscher auch nach Erreichen des ersten stabilen Zwischenzustands weiter zurück. Dies führte letztlich zu einem kompletten Kollaps des Westantarktischen Eisschildes. „In den Rekonstruktionen zum Meeresspiegelanstieg der letzten Warmzeit findet man ebenfalls zwei Maxima. Das Verhalten der Westantarktis in unserem neu entwickelten Modell könnte genau die Erklärung dafür sein“, sagt Johannes Sutter.

Weitere Beispiele aus diesem Forschungsbereich [»](#)

ma und die polaren Ökosysteme, auf verwundbare Küsten und Schelfmeere, die polare Perspektive der Erdsystemanalyse und auf die Interaktion zwischen Wissenschaft und Gesellschaft. So liefert es Erkenntnisse zur Klimavariabilität und zum regionalen Klimawandel, zur Änderung des Meeresspiegels als Beitrag zur Risikoanalyse im Erdsystem sowie zur Veränderung von Küsten- und polaren Ökosystemen. Es legt die naturwissenschaftliche Grundlage dafür, die sozialen und wirtschaftlichen Folgen des Klimawandels in unseren Lebensräumen zu bewerten. Das Thema zur Interaktion

zwischen Wissenschaft und Gesellschaft untersucht, wie die Befunde aus der Forschung am effektivsten in die gesamtgesellschaftlichen Informations- und Entscheidungsprozesse einfließen können.

Ozeane

Die Ozeane bedecken 70 Prozent der Erdoberfläche. Insbesondere die Tiefsee ist schwer zugänglich und daher noch zum großen Teil unerforscht. Dieses interdisziplinäre Programm untersucht die physikalischen, chemischen, biologischen und



Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

AERO-TRAM SCHLIESST MESSUNGEN AB

Rund 200.000 Kilometer hat die AERO-TRAM seit 2009 zurückgelegt. Bei 6228 Messfahrten im Karlsruher Straßenbahnnetz hat die mit einem Instrumentenpaket ausgestattete Stadtbahn Daten zur Schadstoffkonzentration gesammelt. Nun endete das Projekt von Klimaforschern des Karlsruher Instituts für Technologie in Kooperation mit den Karlsruher Verkehrsbetrieben. Eines der zahlreichen Ergebnisse: Beim Übergang von der Karlsruher Innenstadt ins Umland nimmt die Stickoxid-Konzentration um rund 70 Prozent ab. Das Messsystem ist so konzipiert, dass es auch auf andere Ballungsgebiete übertragbar ist.

Die Bahn mit dem Instrumentenpaket über dem Führerhaus und dem AEROTRAM-Schriftzug hat insgesamt 6.228 Messfahrten in Karlsruhe hinter sich.
Bild: Patrick Langer, KIT

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel

LEBENSGEMEINSCHAFTEN IN DER TIEFSEE

An heißen Quellen in der Tiefsee bilden sich hochspezialisierte Lebensgemeinschaften. Diese Ökosysteme liegen oft hunderte Kilometer voneinander entfernt. Noch immer ist unklar, wie Larven der dort lebenden Tierarten von einem Standort zum nächsten gelangen. Ein international und interdisziplinär zusammengesetztes Forschungsteam unter Leitung des GEOMAR Helmholtz-Zentrums für Ozeanforschung Kiel konnte mit Hilfe von Computermodellen und genetischen Analysen an Muscheln nachweisen, dass es bisher nicht entdeckte Zwischenstationen für die Larven in der Tiefsee geben muss.



Tiefseemuscheln an einem Schwarzen Raucher. Bild: GEOMAR



Mit steigenden NO-Konzentrationen zeigen die Pflanzen ein verbessertes Wachstum (links 0 ppm NO, rechts 3,0 ppm NO).

Bild: Helmholtz Zentrum München

Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

PFLANZEN BINDEN STICKSTOFFMONOXID

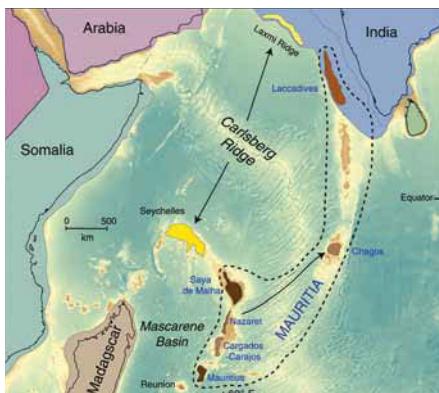
Stickoxide entstehen unter anderem bei Verbrennungsprozessen und reizen beim Menschen die Schleimhäute in den Atmungsorganen und den Augen. Forscher des Helmholtz Zentrums München haben erstmals herausgefunden, dass Pflanzen Stickstoffmonoxid direkt aus der Luft aufnehmen und in ihren Stoffwechsel einbinden können. Dadurch tragen sie in Städten mit hohen Stickstoffkonzentrationen mehr als bisher bekannt zur Verbesserung der Luftqualität bei.

DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2014–2018

geologischen Prozesse in den Ozeanen und ihre Wechselwirkungen mit dem Meeresboden und der Atmosphäre. Ziele sind, die Rolle des Ozeans im Klimawandel, den menschlichen Einfluss auf marine Ökosysteme, die mögliche Nutzung biologischer, mineralischer und energetischer Rohstoffe der Meere sowie das Gefahrenpotenzial geodynamischer Prozesse im Ozean und in der Tiefsee zu erkunden.

Atmosphäre und Klima

Ziel ist es, die Rolle der Atmosphäre im Klimasystem besser zu verstehen. Dazu betreiben Wissenschaftler aufwendige Messungen atmosphärischer Parameter sowie Laboruntersuchungen und numerische Modellierungen von Prozessen, die in der Atmosphäre eine wichtige Rolle spielen. Forschungsansätze sind unter anderem hochauflöste Satellitenmessungen troposphärischer Spurenstoffe, Untersuchungen zur Rolle der mittleren Atmosphäre im Klimasystem, die



Die schwarz gestrichelte Linie zeigt, wo Bruchstücke des versunkenen Kontinents Mauritia in der Erdkruste vermutet werden. Quelle: *Nature Communications*; doi:10.1038/ncomms14086 (CC BY)

Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ

URALTER KONTINENT UNTER DER TROPENINSEL MAURITIUS

Mit rund 9 Millionen Jahren ist die Vulkaninsel Mauritius geologisch gesehen recht jung. Doch birgt ihr Gestein winzige Körnchen eines uralten Kontinents, der vor rund 90 Millionen Jahren Madagaskar und Indien verband. Ein Forscherteam um Trond H. Torsvik bestätigte eine frühere Vermutung durch die Analyse von Zirkonen. Das sind winzige Halbedelsteinkörnchen, die aus vulkanischem Trachyt extrahiert wurden. Die Proben wurden im SIMS-Labor des Deutschen GeoForschungsZentrums analysiert. SIMS steht für Sekundär-Ionen-Massenspektrometer. Die Studie gibt ein Alter von mehr als 2 Milliarden Jahren für die Zirkone an.

In 47 Fließrinnen untersuchen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Wirkungen von Pestiziden auf Fließgewässer und ihre Bewohner. Foto: Künzelmann/UFZ



Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ

FLUSS-EXPERIMENT: VOM LABOR INS FREILAND

In natürlichen Gemeinschaften wirken Schadstoffe oft bei weit niedrigeren Konzentrationen als im Labor. Deshalb werden am UFZ die Effekte von Umweltchemikalien in verschiedenen Testsystemen mit zunehmender Komplexität untersucht – auf Zellen und Individuen, in Nanokosmos mit ein bis zwei Arten sowie in Mikro- und Mesokosmos mit komplexen Lebensgemeinschaften. Ein solcher Mesokosmos ist das Leipziger Fluss-Experiment. Es bietet die Möglichkeit, Chemikalien-Effekte zu quantifizieren und Modelle zur Risikobewertung zu validieren.

Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung (HZG)

EXPEDITION UHRWERK OZEAN

Kleine Meereswirbel spielen eine wichtige Rolle für den Energietransport und das Algenwachstum im Meer. Computermodelle können die Wirbel erst seit kurzem darstellen. Detaillierte Beobachtungen gibt es erst seit wenigen Jahren. Das HZG führte gemeinsam mit fünf weiteren Institutionen die „Expedition Uhrwerk Ozean“ in der Ostsee durch. Sie hatte das Ziel, die noch weitgehend unbekannten und sehr kurzlebigen Wirbel aufzuspüren. Neben Flugzeugen und Schiffen wurde erstmals in der Küsten- und Meeresforschung ein Zeppelin eingesetzt. Dieser ermöglichte es, Wirbel von der Entstehung bis zum Zerfall mit bislang unerreichter Auflösung zu vermessen.



Der Zeppelin flog in das Einsatzgebiet südlich von Bornholm.
Bild: HZG

Variabilität biogener Emissionen und die Nutzung atmosphärischer Wasserisotope zum besseren Verständnis des Wasserkreislaufs.

Terrestrische Umwelt

Dieses Programm zielt darauf ab, die natürlichen Grundlagen für das menschliche Leben und die Gesundheit zu sichern. Es befasst sich mit den Wirkungen des globalen Wandels und des Klimawandels auf terrestrische Umweltsysteme und erarbeitet Managementstrategien für eine nachhaltige gesell-

schaftliche und ökonomische Entwicklung. Die Forschungsarbeiten reichen von der Mikro- bis zur globalen Ebene, wobei vielfach ausgewählte Regionen und Landschaften im Vordergrund stehen. Hier werden Umweltprobleme unmittelbar sichtbar, und es bieten sich Anknüpfungspunkte für ein Management. Die Programmthemen beinhalten Landnutzung, Biodiversität und Ökosystemleistungen, Pflanzenwachstum, Management von Wasserressourcen, Risikoabschätzung und -reduktion für Chemikalien in der Umwelt sowie Beobachtungsplattformen und integrierte Modellierung.

FORSCHUNGSBEREICH GESUNDHEIT



PROF. DR. DR. PIERLUIGI NICOTERA
Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft
Koordinator für den Forschungsbereich Gesundheit
Deutsches Zentrum für Neurodegenerative
Erkrankungen (DZNE), Bonn



DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2014-2018

Krebsforschung

Ziel ist es, Prävention, Früherkennung, Diagnostik und Therapie von Krebserkrankungen maßgeblich zu verbessern. Dafür werden neue diagnostische und individualisierte therapeutische Verfahren auf der Basis molekularer, zellbiologischer, immunologischer und radiophysikalischer Erkenntnis-

DIE MISSION

Im Bereich Gesundheit erforschen Helmholtz-Wissenschaftler Ursachen und Entstehung großer Volkskrankheiten. Dazu zählen Krebs, Herz-Kreislauf-, Stoffwechsel-, Lungen- und Infektionskrankheiten, Allergien sowie Erkrankungen des Nervensystems. Die Wissenschaftler verfolgen das gemeinsame Ziel, aufbauend auf einer starken Grundlagenforschung neue Ansätze für evidenzbasierte Präventionsmaßnahmen, für Diagnostik und Früherkennung sowie für individualisierte Therapien zu entwickeln. Die Erforschung komplexer und häufig chronisch verlaufender Krankheiten erfordert interdisziplinäre Ansätze, die die Helmholtz-Zentren gemeinsam mit Partnern aus der Universitätsmedizin, anderen Forschungsorganisationen und der Industrie vorantreiben. Als Partner in den vom BMBF initiierten Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung arbeitet Helmholtz daran, Forschungsergebnisse schneller in der klinischen Anwendung und für die individualisierte Medizin nutzbar zu machen.

DIE PROGRAMMSTRUKTUR IN DER LAUFENDEN FÖRDERPERIODE

Acht Helmholtz-Zentren kooperieren im Forschungsbereich Gesundheit und sind in der laufenden Programmperiode in fünf Programmen tätig:

- **Krebsforschung**
- **Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen**
- **Infektionsforschung**
- **Erkrankungen des Nervensystems**
- **Gen-Umwelt-Einflüsse auf Volkskrankheiten**

AUSBLICK

Langfristiges Ziel der Gesundheitsforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft ist es, die medizinische Versorgung und die Lebensqualität der Bevölkerung bis ins hohe Alter zu verbessern. Die Helmholtz-Gesundheitszentren überprüfen daher regelmäßig, ob weitere Krankheitsgebiete wie beispielsweise psychische Erkrankungen aufgegriffen werden sollten, und integrieren Ansätze der Versorgungsforschung in ihre Forschungsprogramme. Weiterhin wird die Nationale Kohortenstudie, eine von Helmholtz initiierte bundesweite Gesundheitsstudie, neue Ansätze zur individuellen Risikobewertung und Entwicklung persönlicher Präventionsstrategien ermöglichen. Bei allen Aktivitäten wird auch künftig der ständige Diskurs der Wissenschaftler mit behandelnden Ärzten eine bedeutende Rolle spielen, um einen raschen Transfer von Forschungsergebnissen in die klinische Praxis zu ermöglichen.

se und Technologien entwickelt. Der Transfer von Ergebnissen aus der Grundlagenforschung in die klinische Anwendung soll durch die Zusammenarbeit mit strategischen Partnern weiter vorangetrieben werden. Hier kommen dem Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen in Heidelberg und Dresden sowie dem bundesweit agierenden Deutschen Konsortium für Translationale Krebsforschung Schlüsselrollen zu.



Nervenfasern im Gehirn eines Menschen.
Bild: DZNE

Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE)

FRÜHE MARKER FÜR DIE ALZHEIMER-KRANKHEIT IM NERVENWASSER

Bisher gibt es keine Möglichkeit, Alzheimer im Anfangsstadium zu erkennen. Heutzutage erfolgt die Diagnose erst dann, wenn sich Symptome einer Demenz – etwa Gedächtnisstörungen – bemerkbar machen. Zu diesem Zeitpunkt ist das Gehirn möglicherweise schon irreparabel geschädigt. Nun jedoch haben Forscher des Deutschen Zentrums für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE) und des Klinikums der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) Indizien im „Nervenwasser“ aufgespürt, die eine frühzeitige Diagnose ermöglichen könnten.

Die Wissenschaftler untersuchten im Rahmen des „Dominantly Inherited Alzheimer Network“ (DIAN) – einer internationalen Forschungsinitiative – das Nervenwasser von Menschen mit einer erblich bedingten Veranlagung für Alzheimer. Bei diesen Personen lässt sich aufgrund ihrer familiären Vorgeschichte der Zeitpunkt für den Ausbruch der Demenz sehr genau vorhersagen. Das Nervenwasser umspült Gehirn und Rückenmark und kann über einen Einstich im Bereich der Lendenwirbel entnommen werden. Die Analyse ergab: Bereits rund fünf Jahre vor dem erwarteten Eintritt der Demenz stieg der Pegel des Eiweißstoffes TREM2. Das Protein wird von Fresszellen des Gehirns – den „Mikroglia“ – abgesondert. Seine überhöhte Konzentration deu-

tet daraufhin, dass diese Zellen aktiv sind und eine Immunreaktion stattfindet. Jedoch wies zum Zeitpunkt der Untersuchungen die Mehrheit der 127 Studienteilnehmer keine Demenzsymptome auf oder zeigte allenfalls geringe kognitive Beeinträchtigungen.

„Diese Ergebnisse belegen, dass bei der erblichen Alzheimer-Variante im Gehirn Entzündungen auftreten und zwar lange bevor eine Demenz offensichtlich wird“, so Christian Haass, Standortsprecher des DZNE in München. „Solche Reaktionen fanden wir auch bei der weitaus häufigeren, sporadischen Form von Alzheimer. Insofern könnte der TREM2-Wert ein Marker sein, an dem sich die Immunaktivität im Laufe einer Alzheimer-Erkrankung ablesen lässt. Unabhängig davon, ob diese genetisch bedingt ist oder nicht. Wir haben deutliche Hinweise darauf, dass diese Immunreaktion eine Schutzfunktion darstellt, die den Verlauf der Erkrankung bremst. Wir arbeiten daher an Wirkstoffen, um die Aktivität der Fresszellen zu erhöhen. Denn sie attackieren schädliche Proteine, die sich rund um die Nervenzellen ablagern.“

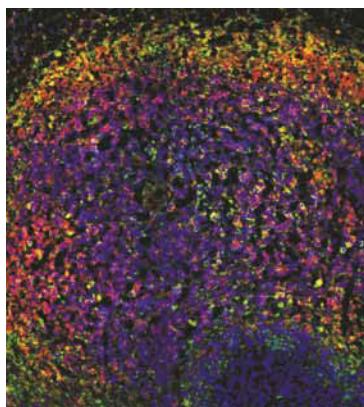
Weitere Beispiele aus diesem Forschungsbereich ➞

Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen

Im Fokus stehen die Ursachen und pathophysiologischen Zusammenhänge von Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen, die auf zellulärer, genetischer und epigenetischer Ebene erforscht werden. Dabei wird auch ihr Zusammenspiel mit umweltbedingten Ursachen untersucht. Die Erkenntnisse dienen dazu, neue Strategien zur Diagnose, Prävention und Therapie zu entwickeln. Das Programm setzt auf einen translationalen Ansatz: Neue Ergebnisse sollen schnellstmöglich in die klinische Anwendung gebracht werden.

Infektionsforschung

Dieses Programm konzentriert sich auf die molekularen Mechanismen, die für die Entstehung und den Verlauf von übertragbaren Krankheiten verantwortlich sind. Erkenntnisse über die Wechselwirkungen zwischen Wirt und Krankheitserreger bilden die Basis, um neue Strategien für die Prävention und Therapie zu entwickeln. Zu den Schwerpunkten gehören neu auftretende Infektionskrankheiten, die Identifizierung neuer Wirkstoffe zur Überwindung von Erregerresistenzen, der Zusammenhang von Infektion und Alter sowie Diagnostika für



Immunfluoreszenzfärbung eines kutanen T-Zelllymphoms.
Bild: Blood, Foto: Anne Schröder/Karin Müller-Decker

Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)

PSORIASIS-MEDIKAMENT BREMST KREBS DES IMMUNSYSTEMS

Das Sézary-Syndrom entsteht aus entarteten T-Zellen des Immunsystems in der Haut. Bei dieser bösartigen Erkrankung haben die Krebszellen „verlernt“ auf Signale zu reagieren, die den programmierten Zelltod Apoptose einleiten. Wissenschaftler im Deutschen Krebsforschungszentrum erprobten den Wirkstoff Dimethylfumarat (DMF), der diese Fähigkeit wieder herstellt. Die Substanz, die bereits als Medikament gegen Psoriasis zugelassen ist, bremste das Wachstum und vor allem die Metastasierung der Tumoren. Inzwischen wird DMF in einer klinischen Phase II-Studie auf Wirksamkeit gegen das Sézary-Syndrom geprüft.

UFZ-Wissenschaftler untersuchen, wie sich Umwelteinflüsse von Schwangeren auf das Allergierisiko von Neugeborenen auswirken.
Bild: André Künzelmann/UFZ



Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)

PHTHALATE ERHÖHEN DAS ALLERGIERISIKO BEI KINDERN

Phthalate können nicht nur unser Hormonsystem beeinflussen und dadurch unerwünschte Wirkungen auf Stoffwechsel oder Fruchtbarkeit haben. Eine aktuelle Studie von UFZ und DKFZ zeigt, dass sie auch in das Immunsystem eingreifen und das Allergierisiko deutlich erhöhen können. Für Kinder besteht demnach ein größeres Risiko ein allergisches Asthma zu entwickeln, wenn die Mutter während der Schwangerschaft und Stillzeit besonders stark durch Phthalate belastet war. Ausgangs- und Endpunkt der translationalen Studie war die Mutter-Kind-Kohorte der LINA-Studie.

DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2014–2018

personalisierte Therapien. Eine wichtige Rolle spielen auch Infektionsfolgekrankheiten wie Krebs, Metabolische Dysfunktion, Neurodegeneration und chronische Infektionen.

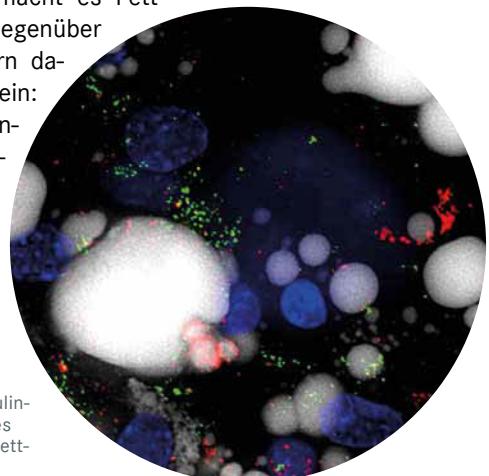
Erkrankungen des Nervensystems

Ziel ist es, die Ursachen von Erkrankungen des Nervensystems zu erforschen, um Prävention, Diagnostik, Behandlung und Pflege effizienter zu gestalten. Im Fokus stehen vor allem die

Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC)

ÜBERGEWICHT DURCH INSULINEMPFINDLICHE FETTZELLEN

Thomas Willnow, Forscher am Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft, hat gezeigt, dass das Protein SORLA die Stoffwechselbalance im Fettgewebe mitbestimmt. Im Gehirn markiert SORLA Alzheimer-Proteine, in Fettzellen den Insulinrezeptor für das Recycling. So wirkt es einerseits gegen die Alzheimer-Plaques, andererseits macht es Fettgewebe empfindlich gegenüber Insulin. Fettzellen lagern dadurch übermäßig Fett ein: Je mehr SORLA Probanden besaßen, desto ausgeprägter war ihr Übergewicht. Mäuse mit zu viel SORLA nahmen extrem zu, als sie sich von „Fast Food“ ernährten.



Fettzellen mit markiertem Insulinrezeptor (rot), Early Endosomes (grün), Zellkernen (blau) und Fetttröpfchen (weiß).
Bild: Vanessa Schmidt/MDC

wichtigsten neurodegenerativen Erkrankungen wie Alzheimer und Parkinson, aber auch seltene Krankheiten wie Huntington-Chorea, Amyotrophe Lateralsklerose und Prionenerkrankungen. Hinzu kommen Störungen, denen möglicherweise zum Teil ähnliche pathologische Prozesse zugrundeliegen oder die häufig im Zusammenhang mit den klassischen neurodegenerativen Erkrankungen auftreten. Um bessere Diagnose-, Therapie- und Pflegetrategien entwickeln zu können, ist



Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI)

Viele Stämme des Krankenhauskeims *Staphylococcus aureus* sind gegen gängige Antibiotika resistent.
Bild: HZI/Manfred Rohde

MULTIRESISTENTE KEIME ENTSCHEIDEN

Durch zunehmende Antibiotikaresistenzen bei Krankheitserregern zeigen viele gängige Antibiotika heute keine Wirkung mehr. Eine Alternative bieten Antivirulenz-Strategien: Sie zielen darauf ab, sogenannte Virulenzfaktoren durch Arzneistoffe lahmzulegen. Virulenzfaktoren sind Werkzeuge des Erregers, die ihm die Besiedlung des Wirts ermöglichen. HZI-Forscher fanden an Mäusen heraus, dass sich das Zusammenspiel von Bakterien mit dem Immunsystem auf die Ausbildung dieser Werkzeuge auswirkt und daher bei Antivirulenz-Therapien berücksichtigt werden muss.



Übergewicht schlägt sich auch auf dem Erbgut nieder. Bild: Fotolia/Leigh Prather

Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

WELTWEIT GRÖSSTE STUDIE ZUR EPIGENETIK BEI ÜBERGEWICHT

Die Festtags-Pfunde lagern sich nicht nur auf den Hüften, sondern auch auf der DNA ab. Das ist das Ergebnis einer großen internationalen Studie mit rund 10.000 Probanden unter Federführung des Helmholtz Zentrums München. Sie zeigt, dass ein erhöhter Body Mass Index, kurz BMI, zu epigenetischen Veränderungen an fast 200 Stellen des Erbguts führt. Vor allem Gene, die für den Fettstoffwechsel sowie für Stofftransport zuständig sind, waren betroffen, aber auch Entzündungsgene. Die Untersuchung gibt Einblicke, welche Signalwege durch Fettleibigkeit beeinflusst werden.

es notwendig, Krankheitsmechanismen und die Antwort des Gehirns auf eine Erkrankung zu verstehen.

Gen-Umwelt-Einflüsse auf Volkskrankheiten

Im Fokus dieses Programms stehen die großen Volkskrankheiten Diabetes, Lungenerkrankungen und Allergien. Sie haben wie auch Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Krebs und Erkrankungen des Nervensystems vielfältige Ursachen und entstehen im Zusammenspiel von Genetik, Umwelteinflüssen

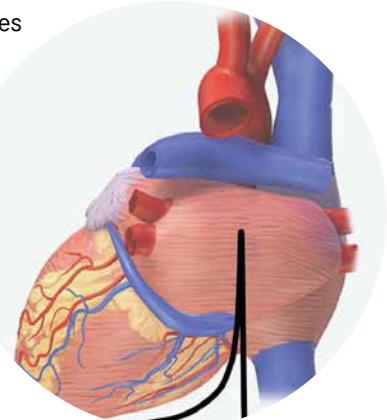
und dem persönlichen Lebensstil. Sich ändernde Lebensbedingungen sowie die zunehmende Lebenserwartung führen dazu, dass diese Krankheiten immer häufiger auftreten. Das Forschungsprogramm befasst sich mit dem Einfluss von Genen und Umweltfaktoren auf die Gesundheit. Dabei ist es wichtig, Wechselwirkungen des Organismus mit der Umwelt aufzuklären, um Strategien und Verfahren zur individualisierten Prävention, Früherkennung, Diagnostik und Therapie von chronischen Erkrankungen entwickeln zu können.

GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung

IONEN GEGEN HERZRHYTHMUSSTÖRUNGEN

Bei GSI wurde ein nicht-invasives Verfahren getestet, mit dem in Zukunft Herzrhythmusstörungen mit Kohlenstoffionen behandelt werden könnten. Die Methode verspricht schonender und potenziell wirksamer zu sein als eine Behandlung mit Katheter. Ein wesentlicher Vorteil ist die nicht limitierte Eindringtiefe der Ionen.

Da die linke Kammerwand des Herzens besonders dick ist, ist eine effektive Verödung mit Kathetern dort oft nicht möglich, obwohl gerade an dieser Stelle schwer betroffene Patienten behandelt werden müssten.



Kohlenstoffionen wirken in der Tiefe. Bild: Blausen.com staff. CC BY 3.0, remix by GSI

FORSCHUNGSBEREICH LUFTFAHRT, RAUMFAHRT UND VERKEHR



PROF. DR. PASCALE EHRENFREUND

Vizepräsidentin der Helmholtz-Gemeinschaft, Koordinatorin für den Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt



DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2014-2018

Luftfahrt

Das starke Wachstum des Luftverkehrs im vergangenen Jahrzehnt wird sich aller Voraussicht nach weiter fortsetzen. In Europa haben sich Politik, Industrie und Wissenschaft auf eine gemeinsame Forschungsagenda verständigt, die entscheidende Rahmenbedingungen für die Helmholtz-Forschung setzt. Ziele sind ein leistungsfähigeres Luftroute-System, eine hö-

DIE MISSION

Wissenschaftler des Forschungsbereichs Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr greifen wichtige Herausforderungen unserer Gesellschaft auf, und zwar zu den Themen Mobilität, Information, Kommunikation, Ressourcenmanagement sowie Umwelt und Sicherheit. Sie erarbeiten Konzepte und Problemlösungen und beraten politische Entscheidungsträger. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik 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 PROGRAMMSTRUKTUR IN DER LAUFENDEN FÖRDERPERIODE

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) ist das einzige Mitgliedszentrum dieses Helmholtz-Forschungsbereichs. Der Bereich gliedert sich in folgende Programme:

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

AUSBLICK

Neben der evolutionären Weiterverfolgung der bisherigen Forschungsthemen werden Forschungsvorhaben zur Simulation von Flugzeugen, zur nächsten Generation von Bahnfahrzeugen und zur Entwicklung von Robotern in Kooperation mit der Industrie durchgeführt. Mitte 2011 gründete das DLR einen internen Forschungsverbund Maritime Sicherheit, um Forschungsaktivitäten verschiedener DLR-Institute zu bündeln und auszubauen. Ein positiv bewerteter Portfolioantrag mit dem Titel „F&E und Echtzeitdienste für die maritime Sicherheit“ untermauert die entsprechenden Aktivitäten. Im Ergebnis der Weltklimakonferenz von Paris ist auch die Wissenschaft gefordert. Soll die globale Erwärmung unter zwei Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau gehalten werden, sind grundlegende Forschungsarbeiten, neue Technologien und eine detaillierte Auswertung von Klimadaten gefragt. Öko-effizientes Fliegen und Erdbeobachtung können hier wertvolle Beiträge leisten.

here Wirtschaftlichkeit in Entwicklung und Betrieb, die Reduktion von Fluglärm und schädlichen Emissionen, eine höhere Attraktivität für die Passagiere und noch mehr Sicherheit. Dabei werden konkrete Entwicklungen für die nächste Flugzeuggeneration untersucht sowie Ideen und Konzepte für den künftigen Lufttransport. Wesentliches Kennzeichen der Forschungsagenda ist die ganzheitliche Betrachtung. Das Helmholtz-Programm hebt gleichzeitig auf anwendungsorientierte Forschung ab. Vier Themen adressieren die wesentlichen Sektoren der zivilen Luftfahrt: Flugzeuge, Hubschrauber, Antriebe



Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

DLR-Wissenschaftler Dr. Ramon Mata Calvo mit dem THRUST Sendeterminal, entwickelt vom Institut für Kommunikation und Navigation des DLR, eingesetzt während des Langstreckenexperiments am DLR Standort Weilheim.

Bild: DLR/Bernd Müller

WELTREKORD IN DER DATENÜBERTRAGUNG PER LASER

Wissenschaftler des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) haben einen neuen Rekord in der Datenübertragung per Laser aufgestellt: 1,72 Terabit pro Sekunde über eine Freiraumdistanz von 10,45 Kilometer – dies entspricht einer Übertragung von 45 DVDs pro Sekunde. Damit könnten weite Teile der heute noch unversorgten ländlichen Gebiete Westeuropas mit Breitbandinternet versorgt werden. In dicht besiedelten Regionen bieten Glasfaserverbindungen und andere terrestrische Systeme bereits hohe Übertragungsgeschwindigkeiten. Doch außerhalb der Ballungszentren sind diese nicht gegeben. Dort wäre eine breitbandige Versorgung über geostationäre Satelliten ein Lösungsbeitrag zur Urbanisierung.

Hier setzten die Wissenschaftler an und entwickelten im Rahmen des DLR-Projekts THRUST (Terabit-throughput optical satellite system technology) eine neuartige Übertragungstechnologie für Kommunikationssatelliten der nächsten Generation. Die Idee von THRUST: Die Satelliten sollen über eine Laserverbindung an das terrestrische Internet angebunden werden. Dabei wird ein Datendurchsatz jenseits von einem Terabit pro Sekunde angestrebt. Die Kommuni-

kation mit den Nutzern erfolgt dann im Ka-Band, einer üblichen Funkfrequenz der Satellitenkommunikation. Mit dem Rekord konnten die Wissenschaftler zeigen, dass die Vision einer optischen drahtlosen Datenübertragung im Terabit-Bereich machbar ist.

Bei den Versuchen kam ein für höchste Datenraten geeignetes Glasfaserübertragungssystem des Fraunhofer Heinrich-Hertz-Instituts zum Einsatz, das bei Wellenlängen rund um 1.550 Nanometer operiert. Dieses wurde in das am DLR neu entwickelte Freistrahlübertragungssystem integriert. Nach dem erfolgreichen Weltrekord gilt das Hauptaugenmerk der DLR-Wissenschaftler nun der Stabilität der optischen Verbindung. Denn schon kurze Unterbrechungen der Verbindung von lediglich zehn Millisekunden führen bereits zum Verlust von mehreren Gigabit an Daten. In einer nächsten Phase werden die Wissenschaftler daher Messungen durchführen, um die Wirkung der Atmosphäre auf die Signalgenauigkeit besser zu verstehen und langfristig eine stabile Laserkommunikation zum Satelliten zu ermöglichen.

Weitere Beispiele aus diesem Forschungsbereich 

und Flugbetrieb/Flugsicherung. Darüber hinaus werden allgemeine Forschungsthemen zur numerischen Simulationstechnik, zu Versuchsanlagen und zu luftfahrtrelevanten Aspekten der Umweltforschung aufgegriffen. Die Arbeit erfolgt vor allem in interdisziplinär angelegten Projekten. Ein Beispiel für die ganzheitliche Betrachtung ist die Gründung der Einrichtung DLR-Lufttransportsysteme.

Raumfahrt

Übergeordnetes Ziel der Raumfahrtforschung ist der Einsatz

der Raumfahrt zum gesellschaftlichen Nutzen. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse aus der Erforschung der Erde und des Universums sowie aus der Forschung unter Weltraumbedingungen werden für kommerzielle Belange sowie staatliche Anwendungen eingesetzt. Dabei stehen die gesellschaftlichen Anforderungen im Vordergrund, wie die schnelle Reaktion im Krisenfall, die Bereitstellung genauer Navigationssysteme, der schnelle Empfang von Daten, die Überwachung des Klimas und der Landnutzung zur Schonung der Ressourcen sowie die zivile Sicherheit. Dem DLR steht dafür eine moderne Infrastruktur



Forschungskreuzung in Braunschweig. Bild: DLR (CC-BY 3.0)

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

TESTFELD FÜR AUTOMATISIERTES FAHREN

Auf 280 Straßenkilometern Niedersachsens werden künftig neue Fahrerassistenzsysteme sowie das automatisierte und vernetzte Fahren erprobt. Das Land Niedersachsen und das DLR investieren in den Aufbau des Testfeldes gemeinsam fünf Millionen Euro. Nach einer hochgenauen Kartografierung der Strecke werden dann Geräte installiert, mit denen Fahrzeug-zu-Infrastruktur-Technologien (Car2X) weiterentwickelt werden. So lassen sich Funktionen zum kooperativen Spurwechsel erarbeiten oder Stauwarner in Fahrzeuge bringen.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

AUF EMPFANG IM EWIGEN EIS

Auf der Antarktischen Halbinsel empfängt und sendet seit 25 Jahren die Station GARS O'Higgins (German Antarctic Receiving Station) des DLR Daten von und Kommandos zu Satelliten. Nun wird sie mit 2,5 Millionen Euro modernisiert. Die Station ist unter anderem für die Radarsatelliten TerraSAR-X und TanDEM-X im Einsatz. Allein für das globale 3D-Höhenmodell der Erde empfing sie mehr als ein Drittel aller Daten. Für den in einer Helmholtz-Allianz geplanten Missionsvorschlag Tandem-L wären die Datenmengen deutlich höher.



Seit 25 Jahren ist die DLR-Empfangsanlage GARS O'Higgins in der Antarktis in Betrieb. Selbst bei extrem stürmischen Bedingungen kann die 9-Meter-Antenne Satellitendaten empfangen. Bild: DLR (CC-BY 3.0)

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

NÄCHSTE GÜTERZUG-GENERATION

Mit „NGT CARGO“ entwickelten DLR-Bahnforscher ein innovatives und ganzheitliches Konzept für den Schienengüterverkehr. Die automatisch fahrenden Güterzüge werden je nach Bedarf aus Einzelwagen und Triebköpfen zusammengestellt. So können die verschiedensten Güter flexibel, ressourcenschonend, schnell und zuverlässig befördert werden. Die intelligenten Einzelwagen verfügen über einen eigenen elektrischen Antrieb und können automatisch und autonom die letzten Kilometer zum Kunden fahren.



Flexibles Zugkonzept: Die Einzelwagen bilden einen Verband und werden mit ein oder zwei Triebköpfen zu einem vollständigen Triebwagenzug zusammengestellt. Bild: DLR

DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2014–2018

zur Verfügung, die permanent den Bedürfnissen der Forscher angepasst wird. Um die weltweite Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie für Raumfahrtaufgaben und Märkte zu verbessern, sollen innovative Technologien, Systeme und Betriebsabläufe entwickelt werden. Das Programm orientiert sich an der Raumfahrtstrategie der Bundesregierung und soll die erforderlichen technologischen Grundlagen für neue Raumfahrtmissionen, Datenerfassung und -auswertung

schaffen. Im Fokus stehen Erdbeobachtung, Kommunikation und Navigation, Erforschung des Weltraums, Forschung unter Weltraumbedingungen, Raumtransport und Technik für Raumfahrtsysteme inklusive der Robotik.

Verkehr

Die zukünftige Sicherung der Mobilität ist eine der zentralen Herausforderungen dieses Programms. Seit vielen Jahren wächst die Verkehrsleistung im Personen- und Gü-



Das DLR-Forschungsflugzeug ATRA testete lärmärmere Anflugverfahren am größten deutschen Flughafen in Frankfurt. Bild: DLR (CC-BY 3.0)

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

LEISER LANDEN

Für leise Landeanflüge entwickelten DLR-Wissenschaftler das Pilotenassistenzsystem LNAS (Low Noise Augmentation System). Beim lärmarmen Anflug muss das Flugzeug auf einem gleichbleibend niedrigen Schubniveau geflogen werden. LNAS zeigt dem Piloten das ideale vertikale Anflugprofil. Dabei werden die optimalen Zeitpunkte markiert, an denen der Pilot die Landeklappen setzen oder das Fahrwerk ausfahren soll. Bei Testflügen erprobte das DLR das System gemeinsam mit dem Umwelt- und Nachbarschaftshaus Kelsterbach in Frankfurt.



Die Beulen an der Vorderflosse des Buckelwals verringern den Strömungsabriss.
Bild: Fotolia/Andreas Meyer

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

MIT BUCKELN EFFIZIENTER

Die Buckelwal-Flosse mit ihren ausgeprägten Beulen an den Vorderkanten stand DLR-Forschern Pate für neue Hubschrauberflügel. Sie abstrahierten das dahinterliegende physikalische Wirkprinzip zu einer technischen Lösung für die passive Kontrolle des Dynamic Stall, also des Abrisses der Luftströmung, der die Leistung von Flugzeugen oder Hubschraubern verringert. Die Anwendung zur Strömungsbeeinflussung an Windenergieanlagen wurde mit dem Innovationspreis des Landkreises Göttingen belohnt.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

MONDMISSION AUF DEM ÄTNA

Die Tiefsee und Himmelskörper stellen Forscher vor ähnliche Herausforderungen: Die eingesetzten Rover müssen in schwer zugänglichen Gebieten autonom arbeiten. Im Projekt „Robex“ (Robotische Exploration unter Extrembedingungen) haben sich in einer Helmholtz-Allianz unter Koordination des AWI 16 Partner aus Forschungseinrichtungen, Universitäten und der Wirtschaft zusammengeschlossen, um entsprechende Technologien zu entwickeln. Das DLR hat Experimente auf dem Ätna in Sizilien durchgeführt – und dafür Instrumente für seismische Messungen von einem Rover in der mondähnlichen Landschaft aussetzen lassen.



Bild: DLR (CC-BY 3.0)

terverkehr. Der Wunsch des Einzelnen nach unbegrenzter Mobilität steht jedoch in einem ständigen Spannungsverhältnis zur Überlastung des Verkehrssystems, zu den Wirkungen des Verkehrs auf Mensch und Umwelt sowie zur hohen Zahl von Unfallopfern. Es gilt daher, ein modernes Verkehrssystem für Menschen und Güter zu gestalten, das sowohl unter wirtschaftlichen als auch unter ökologischen und gesellschaftlichen Gesichtspunkten auf Dauer tragfähig ist. Die Verkehrsexperten des DLR nutzen dazu die großen

Synergiepotenziale mit Luftfahrt, Raumfahrt und Energie. Forschung und Entwicklung konzentrieren sich auf boden gebundene Fahrzeuge, Verkehrsmanagement und das Verkehrssystem sowie die Querschnittsthemen Elektromobilität und urbane Mobilität. Die Forscher erarbeiten Konzepte für Autos, Nutzfahrzeuge und Züge der nächsten Generation mit den Zielen, den Energieverbrauch und Lärm zu reduzieren sowie die Sicherheit und den Komfort zu verbessern.

FORSCHUNGSBEREICH MATERIE



PROF. DR. HELMUT DOSCH

Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft,
Koordinator für den Forschungsbereich Materie,
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY



DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2015-2019

Materie und das Universum

Das Programm bündelt Elementar- und Astroteilchenphysik, die Physik der Hadronen und Kerne sowie die Atom- und Plasmaphysik, um grundlegende Fragen nach dem Ursprung, der Struktur und der Entwicklung des Universums zu beantworten. Des Weiteren werden die Bausteine der Materie und ihre Wechselwirkungen sowie die Entstehung komplexer Struktu-

DIE MISSION

Helmholtz-Wissenschaftler untersuchen die Bestandteile der Materie und die zwischen ihnen wirkenden Kräfte, von Elementarteilchen über komplexe Funktionsmaterialien bis zu den Systemen und Strukturen im Universum. Sie liefern die Grundlage für ein besseres Verständnis unseres Universums, aber auch für Materialien und Wirkstoffe zur industriellen oder medizinischen Nutzung. Wichtige Arbeitsbereiche sind die Entwicklung, der Aufbau und der Betrieb von Forschungsinfrastrukturen und wissenschaftlichen Großgeräten. Ob Teilchenbeschleuniger, Detektoren oder komplexe Datennahmesysteme – die Helmholtz-Gemeinschaft stellt in der Gesamtheit des Forschungsbereichs einzigartige Infrastrukturen zur Verfügung, die von Forschern aus dem In- und Ausland intensiv genutzt werden. Mit dem European XFEL und der Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR) entstehen erstmals zwei von der internationalen Forschergemeinschaft betriebene Strahlungsquellen in Deutschland.

DIE PROGRAMMSTRUKTUR IN DER LAUFENDEN FÖRDERPERIODE

Sieben Helmholtz-Zentren wirken im Forschungsbereich Materie in drei Programmen zusammen:

- Materie und das Universum
- Von Materie zu Materialien und Leben
- Materie und Technologien

AUSBLICK

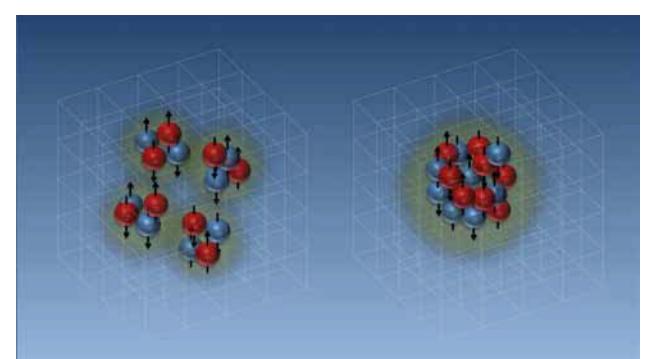
Der Forschungsbereich Materie ist mit einer themenorientierten Struktur in die dritte Periode der programmorientierten Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft gestartet. Die großen Forschungsinfrastrukturen und die wissenschaftlichen Großgeräte sind den entsprechenden Programmthemen zugeordnet. Diese Forschungsanlagen bilden die Grundlage für die wissenschaftlichen Aktivitäten des Forschungsbereichs. Strategische Überlegungen zu den Forschungsanlagen sind von großer Bedeutung und spiegeln sich in der Erarbeitung der thematischen Strategien der Helmholtz-Zentren wider. So wurde in der abgeschlossenen zweiten Programmperiode eine Neutronen-Roadmap erarbeitet und die Erstellung einer Astroteilchen-Roadmap und einer Photonen-Roadmap vorbereitet. Der Forschungsbereich hat damit einen Prozess gestartet, die strategischen Ausbaumaßnahmen der nächsten Jahre zentrenübergreifend zu koordinieren, um zwischen den Planungen der einzelnen Helmholtz-Zentren Synergien zu erkennen und optimal zu nutzen.

ren untersucht. Dieser Forschungsfragen nehmen sich die Helmholtz-Wissenschaftler in großen internationalen Kollaborationen an. Dabei sind sie in drei Helmholtz-Allianzen, „Physik an der Teraskala“, „Extreme Dichten und Temperaturen – Kosmische Materie im Labor“ und „Astroteilchenphysik“, mit Kollegen anderer Forschungszentren, Universitäten und Max-Planck-Instituten vernetzt. Ihnen stehen einzigartige Großgeräte und Infrastrukturen zur Verfügung, zum Beispiel der weltweit größte Teilchenbeschleuniger LHC am CERN, der



Forschungszentrum Jülich

Unter leicht unterschiedlichen Bedingungen in Atomkernen könnte das Universum ganz anders aussehen.
Bilder: ESA/Hubble & NASA;
Forschungszentrum Jülich



ÜBERRASCHENDER EINBLICK IN DIE WELT DER ATOMKERNE

Computersimulationen bieten ein völlig neues Werkzeug, um das Verhältnis vom Aufbau von Atomkernen zu den Kräften, die in ihnen wirken, genauer zu verstehen. So gibt eine neue Computersimulation Antwort auf die Frage, wie sich Neutronen und Protonen zu Atomkernen zusammenfügen. Wird in der Simulation ein einziger Parameter minimal verändert, hat das fundamentale Auswirkungen auf den Aufbau der Kerne. Unter leicht unterschiedlichen Bedingungen könnte das Universum daher ganz anders aussehen. Zu diesem Ergebnis kommt eine Studie von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus Bonn, Jülich, Bochum sowie von zwei amerikanischen Universitäten.

Atomkerne sind aus positiv geladenen Protonen und ungeladenen Neutronen aufgebaut. Wie sich die Neutronen im Kern genau anordnen, ist je nach Atom unterschiedlich: In manchen Atomen sind die Kerne aus sogenannten Clustern aufgebaut. Das sind Gruppen von je zwei Protonen und Neutronen, die man auch als Alpha-Teilchen bezeichnet. In anderen Atomen lassen sich diese Alpha-Teilchen dagegen nicht beobachten.

Wenn zwei Alpha-Teilchen in einem Atomkern zusammenkommen, beeinflussen sich beide gegenseitig – sie treten mit-

einander in Wechselwirkung. Wenn sich dabei die relative Position der Protonen und Neutronen in beiden Alpha-Teilchen zueinander nicht verändert, nennt man diese Wechselwirkung „lokal“. Ansonsten spricht man von einer nicht-lokalen Wechselwirkung. In ihren Simulationen variierten die Forscher das „Mischungsverhältnis“ zwischen lokalen und nicht-lokalen Wechselwirkungen – sie mischten immer mehr lokale Wechselwirkungen bei.

Überraschendes Ergebnis: Ab einem bestimmten Mischungsverhältnis änderte sich der Zustand der Kernmaterie fundamental. Bildlich gesprochen, ging das Vielteilchensystem aus Protonen und Neutronen von einem gasförmigen in einen flüssigen Zustand über. Im gasförmigen Zustand ist die Materie aus nicht wechselwirkenden Alpha-Teilchen aufgebaut, im flüssigen bilden sich aus Alpha-Teilchen aufgebaute Tropfen. Bei welchem Mischungsverhältnis der Phasenübergang stattfindet, hängt von der Größe des Kerns ab.

Weitere Erkenntnis: Die Bindungsverhältnisse im Kern sind in der Natur ganz nahe an einer Instabilität, die vorher nicht beobachtet wurde. Wird der Parameter, der die relative Stärke der lokalen zur nicht-lokalen Wechselwirkung bestimmt, nur ein kleines bisschen variiert, dann sieht das Universum ganz anders aus.

Weitere Beispiele aus diesem Forschungsbereich [»](#)

Beschleunigerkomplex bei GSI und zahlreiche große Detektoren, unterirdische Labore oder Observatorien, mit denen sie tief in den Kosmos blicken können.

Von Materie zu Materialien und Leben

Mithilfe modernster Strahlungsquellen untersuchen die Forscher Strukturen, dynamische Vorgänge und Funktionen von Materie und Materialien. Dabei arbeiten sie eng mit Universitäten und der Industrie zusammen.

Forschungsschwerpunkte sind zum Beispiel Übergangszustände in Feststoffen, Molekülen und biologischen Systemen, komplexe Materie und maßgeschneiderte intelligente Funktionsmaterialien sowie das Design neuer Materialien für den Energiesektor, Transportsysteme und Informations-technologien. Ein weiteres Ziel ist es, den molekularen Aufbau von Wirkstoffen und damit deren Eigenschaften verbessern zu können. Nationalen wie internationalen Forschungsgruppen und Kooperationspartnern stehen



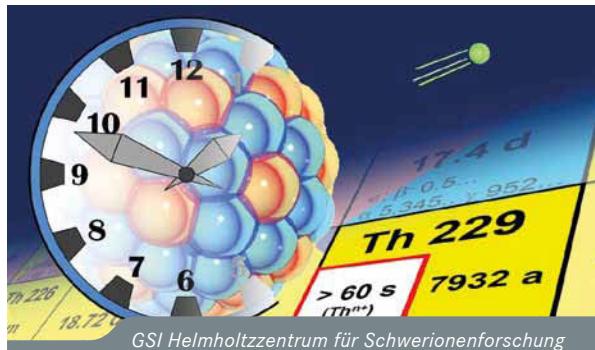
Die Quadrupolmagnete wurden am Budker-Institut in Novosibirsk produziert. Bild: M. Setzpfand/HZB

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)

77 MAGNETE FÜR BERLINPRO

Im Projekt bERLinPro entwickelt das HZB einen neuartigen Elektronenbeschleuniger, der einen Teil der kinetischen Energie der Elektronen zurückgewinnt. Nun wurde die „Elektronenoptik“ installiert: Insgesamt 77 große Magnete wurden mit höchster Präzision eingebaut, um den Elektronenstrahl zu führen und zu fokussieren. Gleichzeitig sorgen sie dafür, dass sich die Elektronenpakete nach ihrem Umlauf so exakt einfädeln, dass ihre Energie für die Beschleunigung nachfolgender Pakete zur Verfügung steht. bERLinPro soll Ende 2019 in Betrieb gehen.

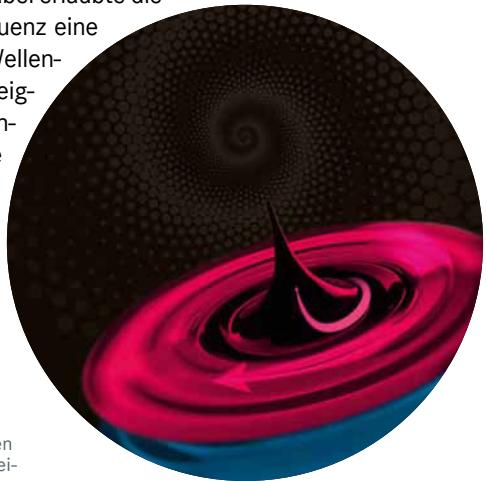
Grafische Darstellung der Kernuhr.
Bild: Christoph Düllmann, GSI/JGU Mainz



Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)

KURZWELLIGE SPINWELLEN FÜR DIE INFORMATIONSVERARBEITUNG

Damit Spinwellen als Alternative zu Elektronen in zukünftigen Computerchips zum Einsatz kommen können, müssen sie Wellenlängen im Nanometer-Bereich besitzen. Durch das geschickte Design zweier hauchdünner Plättchen aus Metall konnten Forscher am HZDR die Elektronen-Spins in einem Magnetwirbel zu einer Welle mit extrem geringer Ausdehnung anregen. Dabei erlaubte die Wahl der Anregungsfrequenz eine exakte Einstellung der Wellenlänge. Die Experimente zeigten zudem ein erstaunliches Phänomen: Die Geschwindigkeit, mit der sich diese Spinwellen ausbreiten, ist stark richtungsabhängig.



Im Zentrum eines magnetischen Wirbels entstehen maßgeschneiderte Spinwellen. Bild: HZDR

ZEITMESSUNG MITHILFE DER SCHWINGUNG VON ATOMKERNEN

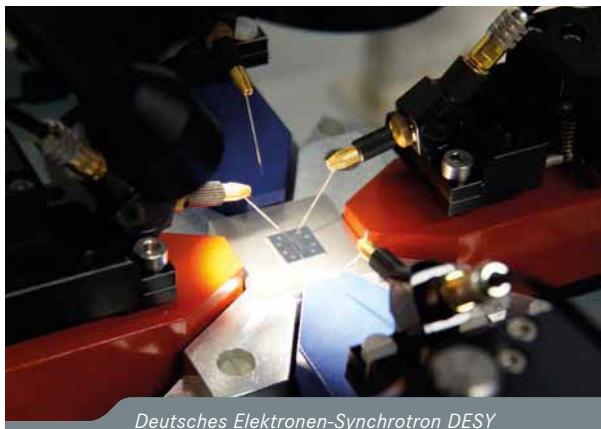
Ein wichtiger Schritt zur Entwicklung einer hochpräzisen Kernuhr gelang durch den experimentellen Nachweis des Thorium-Isomers Th-229m, an dem GSI und das Helmholtz-Institut Mainz beteiligt waren. Die genaueste Atomuhr der Welt weicht in 20 Milliarden Jahren nur eine Sekunde ab. Durch den erstmals gemessenen Anregungszustand könnte diese Genauigkeit etwa zehnfach verbessert werden. Mögliche Anwendungen der Kernuhr sind die Suche nach Dunkler Materie oder Gravitationswellen und der Nachweis einer zeitlichen Veränderung von Naturkonstanten. Die Entdeckung zählt zu den „2016 Top Ten Break-throughs of the Year“ von „Physics World“.

DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2015–2019

Photonen-, Neutronen- und Ionenquellen, Hochfeld-Magnetlabore und Hochleistungslaser zur Verfügung. Dazu gehören die Forschungsinfrastrukturen ANKA, BER II, BESSY II, ELBE, FLASH, GEMS, HLD, ISZ, JCNS und PETRA III sowie internationale Einrichtungen mit Helmholtz-Beteiligung wie der European XFEL und FAIR.

Materie und Technologien

Dieses Programm organisiert sich als neue Initiative, um das technologische Know-how der verschiedenen Helmholtz-Zentren zu bündeln und den Forschungsbereich strategisch weiterzuentwickeln. Zu den Herausforderungen und Zielen gehören die Erforschung und Entwicklung neuer Beschleuniger-technologien sowie die Entwicklung neuer Detektorsysteme



Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

MAGNETSENSOREN FÜR DIE INDUSTRIE

DESY-Forscher haben die Grundlage für eine neue Generation von Magnetsensoren entdeckt. Die Entwicklung der Wissenschaftler ermöglicht es, die bei der herkömmlichen Produktionsweise limitierten Funktionen stark zu erweitern und somit Sensoren individuell für eine Vielzahl von neuen Anwendungen maßzuschneidern. Mit Mitteln aus dem Helmholtz-Validierungsfonds werden die Sensoren zur kommerziellen Marktreife weiterentwickelt. Magnetsensoren lassen sich vielseitig in der Computer- und Automobilbranche einsetzen, beispielsweise als Drehzahlsensoren in ABS-Systemen.

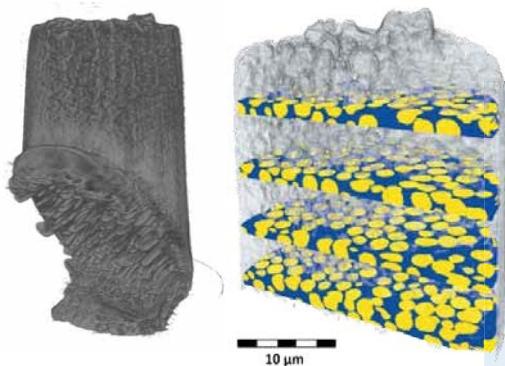
Die Eigenschaften der mikrostrukturierten Sensorschichtsysteme lassen sich für vielfältige Anwendungen etwa in der Computer- und Autoindustrie maßschneidern. Foto: Kai Schlage/DESY

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

KATRIN SOLL DIE MASSE VON NEUTRINOS WIEGEN

Neutrinos sind die häufigsten massiven Teilchen im Universum und haben eine sehr geringe Masse. Ihre Erforschung führt zu fundamentalen Fragen der Teilchenphysik und Kosmologie. Das Karlsruher Tritium Neutrino Experiment KATRIN wird weltweit erstmals in der Lage sein, die bislang noch unbekannte Masse dieser Elementarteilchen direkt zu messen. Das Messprinzip ist die extrem genaue Spektroskopie von höchstenergetischen Elektronen aus dem Beta-Zerfall von Tritium. Im Oktober 2016 konnten erstmals Elektronen durch die gesamte 70 Meter lange Anlage geführt werden.

Professor Dr. Oliver Kraft, Professor Dr. Guido Drexlin, Professor Dr. Johannes Blümer (alle KIT), Professor Dr. Ernst-Wilhelm Otten, Universität Mainz, und Professor Dr. Hamish Robertson, University of Washington, Seattle, schalten das „first light“ von KATRIN ein. Bild: KIT



Nanotomographie-Experimente an der HZG-Baseline P05 an PETRA III: Rekonstruiertes (l.) und segmentiertes (r.) Volumen einer Probe aus photonischem Zirkonia-Glas. Bild: HZG

Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung (HZG)

RÖNTGEN-NANOTOMOGRAPHIE AN PHOTONISCHEN GLÄSERN

Photonische Gläser gehören zu einer Materialklasse, die beispielsweise in Beschichtungen für die Wärmeisolierung eingesetzt wird. Photonische Eigenschaften wie die Reflektivität hängen von einer homogenen Kugel-Packungsdichte über die gesamte Schichtdicke von bis zu 100 µm ab. Die Röntgen-Nanotomographie ermöglicht die zerstörungsfreie Charakterisierung mit der erforderlichen Auflösung, wodurch wichtige Informationen zur Optimierung der Fertigungs- und Verarbeitungsverfahren erhalten werden.

für vielfältige Anwendungen. Als weitere Forschungsschwerpunkte sollen auch Hochleistungscomputer und die Datenspeicherung weiterentwickelt werden. Außerdem zielt das Forschungsprogramm darauf ab, einen Wissenstransfer zwischen den Helmholtz-Zentren, anderen Forschungseinrichtungen und der Industrie aufzubauen und auch die einzelnen Forschungsbereiche innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft stärker zu vernetzen.

Mit der neuen Programmstruktur entstehen zahlreiche Schnittstellen zwischen den Programmen und Programmthemen des Forschungsbereichs Materie. Insbesondere die wissenschaftlichen Großgeräte bieten zahlreiche Verknüpfungen zwischen den Programmbeteiligten der Helmholtz-Zentren und ihren externen Partnern: Sie erfordern thematische Abstimmungen und erzeugen konkrete Zusammenarbeit in großen Kollaborationen.

FORSCHUNGSBEREICH SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN

(KÜNFTIG: FORSCHUNGSBEREICH
INFORMATION)



PROF. DR.-ING. WOLFGANG MARQUARDT

Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft,
Koordinator für den Forschungsbereich Schlüsseltechnologien,
Forschungszentrum Jülich



DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2015-2019

Supercomputing & Big Data

Ziel des Programms ist es, Instrumente und Infrastrukturen des Höchstleistungsrechnens sowie des Managements und der Analyse großer Datenmengen zur Verfügung zu stellen. Die stetig wachsende Komplexität erforschter Systeme und Prozesse spiegelt sich in immer größeren Anforderungen wider, die an die Systeme und Methoden gestellt werden.

DIE MISSION

Im Forschungsbereich Schlüsseltechnologien (künftig: Forschungsbereich Information) werden Technologien erforscht und entwickelt, mit denen sich die großen gesellschaftlichen Herausforderungen bearbeiten lassen. Die einzelnen Programme decken dazu die ganze Bandbreite von der Grundlagenforschung bis zur Anwendung ab und wirken multidisziplinär zusammen. Modernste Forschungsinfrastrukturen werden durch eigene Forschung wissenschaftlich weiterentwickelt und einer breiten Nutzergemeinschaft zur Verfügung gestellt. Der Forschungsbereich verfolgt das Ziel, Impulse für Innovationen zu geben, um damit einen Beitrag zur Erhaltung der Spitzenstellung Deutschlands als Wissenschaftsstandort zu leisten. Hierfür entwickelt der Forschungsbereich die bestehenden Programme im Dialog mit Wissenschaft, Politik, Gesellschaft und Wirtschaft dynamisch weiter.

DIE PROGRAMMSTRUKTUR IN DER LAUFENDEN FÖRDERPERIODE

Am Forschungsbereich Schlüsseltechnologien sind drei Helmholtz-Zentren beteiligt. Er umfasst neun Programme:

- **Supercomputing & Big Data**
- **Future Information Technology**
- **Science and Technology of Nanosystems**
- **Advanced Engineering Materials**
- **BioSoft: Fundamentals for Future Technologies in the fields of Soft Matter and Life Sciences**
- **Biointerfaces in Technology and Medicine**
- **Decoding the Human Brain**
- **Key Technologies for the Bioeconomy**
- **Technology, Innovation and Society**

AUSBLICK

Der Forschungsbereich adressiert zentrale wissenschaftliche Themen, die für die Entwicklung in drei Schwerpunktthemen – Informationstechnologien, Materialwissenschaften und Lebenswissenschaften – in den nächsten Dekaden richtungsweisend sein werden. Die Integration multidisziplinärer Ansätze, wie die Verknüpfung von Technologie und Medizin, Simulation und Big Data, Supercomputing und Hirnforschung oder mikrobieller Biotechnologie und Pflanzenwissenschaften, legt die Grundlage für neuartige Lösungen in den Schlüsseltechnologien. Künftig wird sich der Forschungsbereich mit grundlegenden Konzepten der Information, ihrer Verarbeitung und Nutzung ganzheitlich beschäftigen.

Future Information Technology

Das Programm zielt darauf ab, mittels neuer innovativer Forschungsansätze neue Bauelemente und Architekturkonzepte zu entwickeln, um die Rechenleistung, Datenspeicherdichten und Datenübertragungsraten von Informationstechnologien zu erhöhen und gleichzeitig den Bedarf an elektrischer Energie deutlich zu reduzieren.

Science and Technology of Nanosystems

Dieses Programm wird neuartige Technologien für die Synthese



Komplizierte, hochgenaue Strukturen aus Glas lassen sich durch eine am KIT entwickelte Methode im 3-D-Druck fertigen. Bild: KIT

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

GLAS AUS DEM DRUCKER

Glas ist einer der ältesten Werkstoffe der Menschheit. Dieses Material wurde schon im alten Ägypten und antiken Rom verwendet. Ein interdisziplinäres Team um den Maschinenbauingenieur Bastian E. Rapp hat jetzt am Karlsruher Institut für Technologie ein Verfahren entwickelt, mit dem sich Glas dreidimensional drucken lässt.

Die Forscher mischen Nanopartikel hochreinen Quarzglases mit einer kleinen Menge flüssigen Kunststoffs und lassen diese Mischung durch Licht mittels Stereolithografie an bestimmten Stellen aushärten. Das flüssig gebliebene Material wird in einem Lösungsmittelbad herausgewaschen; so bleibt nur die gewünschte, ausgehärtete Struktur bestehen. Der in dieser Glasstruktur noch eingemischte Kunststoff wird anschließend durch Erhitzen entfernt. Nun ist die Glasstruktur geformt, aber instabil. Deshalb wird das Glas in einem letzten Schritt gesintert, also so weit erhitzt, dass die Glaspartikel miteinander verschmelzen.

Die verschiedenen Techniken des 3-D-Drucks eigneten sich bislang zwar für die Verwendung von Kunststoffen oder Metallen, nicht jedoch für Glas. Wenn Glas zu Strukturen verarbeitet wurde, zum Beispiel durch Schmelzen und Applizieren mittels einer Düse, war das Ergebnis bisher eine sehr raue Oberfläche; das Material war porös und enthielt

Hohlräume. Die neue Methode ist eine Innovation in der Materialprozessierung. Das Material des gefertigten Stücks ist hochreines Quarzglas mit entsprechenden chemischen und physikalischen Eigenschaften. Die von den Wissenschaftlern am KIT gefertigten gläsernen Strukturen weisen Auflösungen im Bereich weniger Mikrometer auf – ein Mikrometer entspricht einem Tausendstel Millimeter. Die Abmessung der Strukturen kann aber auch im Bereich mehrerer Zentimeter liegen.

Die Einsatzmöglichkeiten der gedruckten Glasstrukturen sind vielfältig: Sie können in optischen Komponenten mit komplexen Strukturen für künftige Computergenerationen zum Einsatz kommen, bei Brillengläsern oder Laptop-Kameras. Aber auch für kleinste Analyse-Systeme aus Miniatur-Glasröhren für biologische und medizinische Anwendungen bieten sie sich an.

Die Entwicklung des 3-D-Drucks in Glas ist ein Ergebnis der Nachwuchsförderung „NanoMatFutur“, mit der das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die Entwicklung von Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft unterstützt.

Weitere Beispiele aus diesem Forschungsbereich [»](#)

und Funktionalisierung von nanostrukturierten Materialien und Nanopartikeln erschließen. Neue Prozesstechniken zu ihrer Herstellung und Strukturierung sollen es ermöglichen, Nanomaterialien mit gezielt eingestellten Eigenschaften herzustellen.

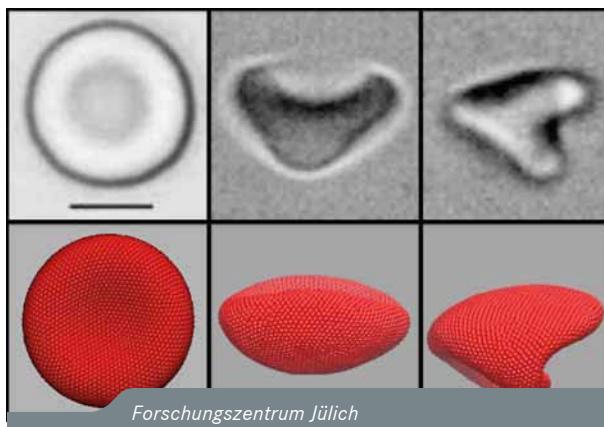
Advanced Engineering Materials

Im Fokus steht die Entwicklung maßgeschneideter Leichtbaulegierungen und Prozesstechnologien für unterschiedlichste Anwendungsfelder wie Extrem-Leichtbau, hitzebeständige Hochleistungsbauteile sowie medizinische Implantate. Neuartige

funktionalisierte Materialien kommen insbesondere in Membr 技术 for the CO₂-Abtrennung und Wasserreinigung sowie in der Wasserstoffproduktion und -speicherung zum Einsatz.

BioSoft

Die Eigenschaften und Wechselwirkungen der zugrundeliegenden Moleküle bestimmen auch die Eigenschaften und Funktionen eines Systems, beispielsweise einer lebenden Zelle oder eines Zellverbundes. Ihre Erforschung soll Erkenntnisse für die Herstellung von Nanofunktionsmaterialien, die kontrollierte Beein-



Mikroskopische Aufnahmen (oben) und Ergebnisse von Simulationen (unten) roter Blutkörperchen in Scherung.
Bild: Forschungszentrum Jülich

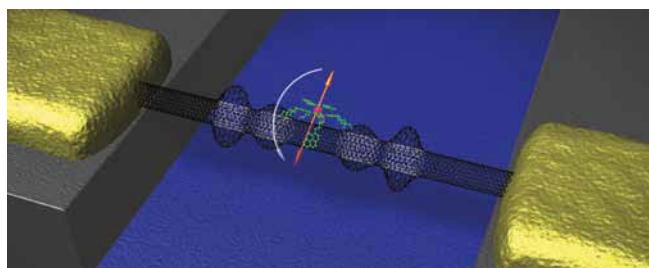
DIE FORMENVIELFALT ROTER BLUTKÖRPERCHEN

Eine Ursache von Durchblutungsstörungen kann eine veränderte Zähflüssigkeit („Viskosität“) des Blutes sein. Wissenschaftler des Forschungszentrums Jülich sowie der Universität Montpellier fanden Hinweise darauf, dass auch die Formbarkeit der roten Blutkörperchen einen entscheidenden Anteil an der Fließfähigkeit des Blutes hat. Im Ruhezustand haben Erythrozyten die Form eines Diskus mit verstärktem Rand. Die Forscher fanden bei Experimenten und Computersimulationen andere Formen. Sie raten nun dazu, Krankheiten, die die Formbarkeit der Blutzellen beeinflussen, auch unter diesem Aspekt zu untersuchen.

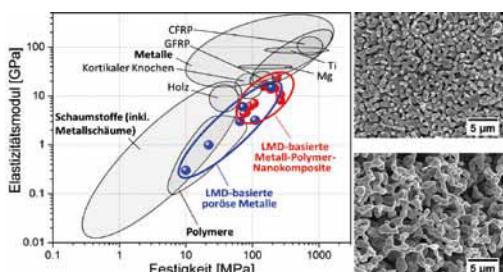
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

WAS DEN SPIN ZUM UMKLAPPEN BRINGT

Der Einstein-de Haas Effekt zeigt, dass der Magnetismus auf den Drehimpuls von Elektronen zurückgeht, und gilt als makroskopischer Nachweis des Elektronenspins. Forscher am Karlsruher Institut für Technologie und am Institut Néel des CNRS Grenoble haben diesen Effekt nun erstmals auf der Ebene eines einzelnen Spins, des Spins eines Quantenmagneten, untersucht und als „Quanten Einstein-de Haas Effekt“ neu formuliert. Dazu befestigten sie ein magnetisches Molekül auf einer Kohlenstoffnanoröhre und maßen den Stromfluss durch diese Anordnung unter Änderung des externen Magnetfelds.



Die mechanischen Eigenschaften der Kohlenstoffnanoröhre (schwarz) bestimmen das Umdrehen des Spins (orange) eines Moleküls (grün und rot).
Bild: Christian Grupe/KIT



Im Elektronenmikroskop kann man die Netzwerkstruktur des porösen Titans erkennen. Das mit Polymer infiltrierte Material belegt einen bis dato unbesetzten Platz in der Karte mechanischer Eigenschaften für Strukturwerkstoffe. Bild: HZG

Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung (HZG)

FEST WIE STAHL – ABER HUNDERTMAL NACHGIEBIGER

Feste Materialien sind meist auch sehr steif. Das kann beispielsweise bei Knochenimplantaten zum Problem werden, da diese flexibel sein müssen. Ein neuartiger Verbundwerkstoff, der diese Regel überwinden kann, wurde im Institut für Werkstoffmechanik des HZG in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Hamburg entwickelt. Komposite aus porösem Titan und einem Polymer zeigen eine hohe Nachgiebigkeit trotz hoher Festigkeit. Das bedeutet, sie können große Dehnungen im elastischen Bereich aufnehmen, sind aber in puncto Festigkeit mit Materialien wie Stahl vergleichbar.

DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2015–2019

flussung der Strömungseigenschaften komplexer Flüssigkeiten und die Entwicklung von molekularen Wirkstoffen liefern.

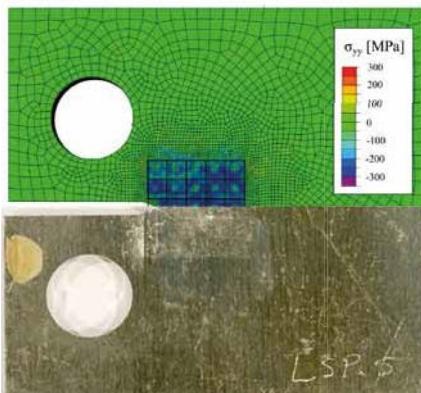
Biointerfaces in Technology and Medicine

Aktive Biomaterialien gewinnen in der regenerativen Medizin, der biologisierten Medizintechnik und in biotechnischen Verfahren zunehmend an Bedeutung. Dieses Programm befasst sich mit der gesamten Entwicklungskette von Biomateria-

lien über die toxikologische und immunologische Bewertung bis hin zum Design von Implantaten und kontrollierten Wirkstofffreisetzungssystemen.

Decoding the Human Brain

Ziel des Programms ist es, unter Einsatz innovativer Bildgebungsverfahren ein strukturell und funktionell realistisches, multimodales Modell des menschlichen Gehirns für grundlagen- und translational orientierte Forschung zu entwickeln. Aufgrund der Komplexität des Gehirns und vielfältiger



Druckeigenspannungen (bläulicher Bereich, Mitte) können Risse aufhalten. Oben: Simulation der Eigenspannungsverteilung; Unten: Laborprobe aus Flugzeug-Aluminiumlegierung mit Riss (von links kommend); Mitte: mit Laser Shock Peening behandelter Bereich. Bild: HZG

Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung (HZG)

EIGENSPANNUNGEN RICHTIG NUTZEN – SICHERER FLIEGEN

Laser Shock Peening (LSP) ermöglicht die gezielte Einbringung von Druckeigenspannungen in Leichtbaustrukturen. So können Rissentstehung und Rissausbreitung in sicherheitsrelevanten Bauteilen unterdrückt werden. Um ein für diesen Zweck maßgeschneidertes Eigenspannungsprofil einzustellen, untersuchen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vom HZG den LSP-Prozess mit experimentellen und numerischen Methoden, unter anderem mit Unterstützung künstlicher Neuronaler Netze. Erste Ergebnisse zeigen, dass die Lebensdauer gegenüber nicht modifizierten Proben damit um bis zu 400% gesteigert werden kann.

Die atomar aufgelösten dreidimensionalen Strukturen zeigen, dass sich die an Beta-Wrapine (grau und schwarz) gebundenen Proteine Amylin (grün), Beta-Amyloid (rot) und Alpha-Synuclein (orange) sehr stark ähneln. Foto: FZ Jülich/Wolfgang Hoyer



Forschungszentrum Jülich

NEUER ANSATZ ZUR VORBEUGUNG GEGEN DIABETES UND ALZHEIMER

Amyloid-Ablagerungen in den Langerhans-Inseln der Bauspeicheldrüse gelten als mögliche Ursache für Diabetes mellitus Typ II. Forscher der Uni Düsseldorf und des Forschungszentrums Jülich konnten nachweisen, dass das Bindeprotein Beta-Wrapin „HI18“ die Amyloid-Bildung hemmen kann. Möglicherweise können die Beta-Wrapine damit nicht nur der Diabetes-Entstehung vorbeugen, sondern wirken auch gegen Alzheimer-Demenz und die Parkinson-Krankheit. Die Forscher haben mit der Kernspinresonanz-Spektroskopie die dreidimensionale Struktur des Amylins in atomarer Auflösung untersucht.

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

ZUVERLÄSSIGER MOLEKÜLARER KIPPSCHALTER ENTWICKELT

Die Nanotechnologie macht immer neue Miniaturrekorde möglich. Nun ist es gelungen, einen molekularen Kippschalter zu entwickeln, der nicht nur in der gewählten Position verbleibt, sondern den man auch beliebig oft umlegen kann. Das Grundgerüst des Schalters besteht aus nur wenigen Kohlenstoffatomen. Drei Schwefelatome bilden die Füße, die auf einer glatten Goldoberfläche fixiert sind. Der Kippebel endet in einer Nitrilgruppe mit einem Stickstoffatom. Indem herkömmliche siliziumbasierte Bauteile durch einzelne Moleküle ersetzt werden, kann man künftig elektronische Schaltkreise konstruieren, die sich mehr als hundertfach enger auf einen Chip integrieren lassen.



Der molekulare Kontakt kann sowohl mechanisch als auch elektrostatisch an- und ausgeschaltet werden. Bild: KIT

Veränderungen während der Lebensspanne kann dies nur mithilfe von Hochleistungsrechnern erreicht werden.

Key Technologies for the Bioeconomy

Das Programm fokussiert auf die Entwicklung von Zukunftstechnologien zur Umsetzung der Ziele nachhaltiger Bioökonomie. Die Arbeiten zur industriellen Biotechnologie konzentrieren sich auf die biobasierte Produktion von Chemikalien, Pharmazeutika und Proteinen durch mikrobielle und enzymatische Prozesse. Die Pflanzenwissenschaften liefern Beiträge

zur Verbesserung pflanzlicher Biomasse und zur Produktion von pflanzenbasierten Chemikalien und Wertstoffen.

Technology, Innovation and Society

Das Programm umfasst die systematische Erforschung der vielfältigen Schnittstellen zwischen Technologie, Innovation und Gesellschaft mit dem Ziel, Entscheidungen in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft zu unterstützen. Dazu werden Kompetenzen in der Energiesystemanalyse, Technikfolgenabschätzung und Politikberatung zusammengeführt.

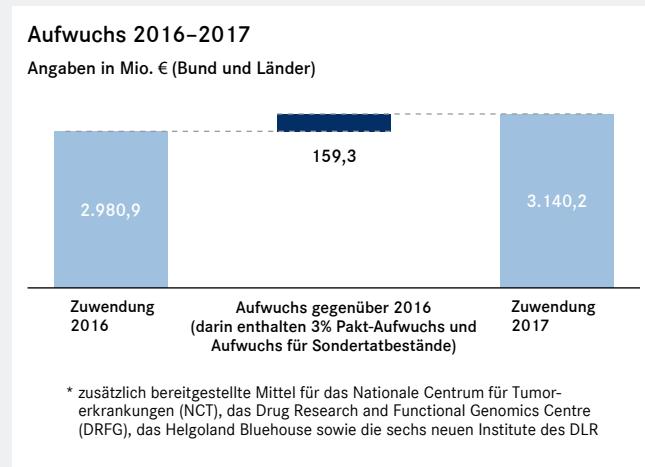
LEISTUNGSBILANZ

In ihrer Mission hat die Helmholtz-Gemeinschaft verankert, zukunftsorientierte Forschung zur Lösung großer und drängender Fragen von Wissenschaft, Gesellschaft und Wirtschaft zu betreiben. Mit 38.733 Beschäftigten in ihren 18 Forschungszentren und einem jährlichen Gesamtbudget von inzwischen 4,38 Milliarden Euro ist die Helmholtz-Gemeinschaft Deutschlands größte Wissenschaftsorganisation. Etwa 70 Prozent des Budgets tragen der Bund und die Länder im Verhältnis 90 zu 10 Prozent, rund 30 Prozent werben die Zentren selbst als Drittmittel ein. Auf den folgenden Seiten finden Sie aussagekräftige Indikatoren, die das Potenzial und die Leistung der Helmholtz-Gemeinschaft zeigen.

RESSOURCEN

Die Grundfinanzierung der Helmholtz-Gemeinschaft ist für das Haushaltsjahr 2017 gegenüber dem Vorjahr von rund 2,98 Mrd. Euro auf rund 3,14 Mrd. Euro angewachsen.

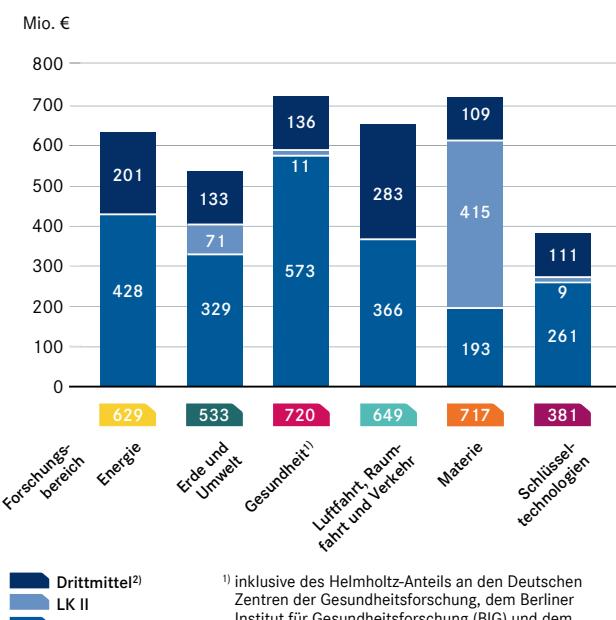
ENTWICKLUNG DER RESSOURCEN



Dieser Aufwuchs setzt sich im Wesentlichen aus dem dreiprozentigen Aufwuchs aus dem Pakt für Forschung und Innovation III, der vollständig durch den Bund finanziert wird, und dem Aufwuchs für bestimmte Sonderatbestände, die zusätzlich durch Bund und Länder finanziert werden, zusammen. Die Verteilung der Gesamtressourcen auf die Forschungsbereiche erfolgt – mit Ausnahme des Forschungsbereichs Schlüsseltechnologien – auf den ersten Blick relativ gleichmäßig. Bei näherer Betrachtung wird deut-

lich, dass die Ressourcen des Bereichs Materie überwiegend in Forschungsinfrastrukturen und Nutzerplattformen (Leistungskategorie II, kurz LK II-Anlagen) investiert werden. Insgesamt dominiert bei der Aufteilung der zur Verfügung stehenden Ressourcen die Eigenforschung in den 32 Forschungsprogrammen der Helmholtz-Gemeinschaft (Leistungskategorie I).

Budget der Grund- und Drittmittelfinanzierung der Forschungsbereiche 2016

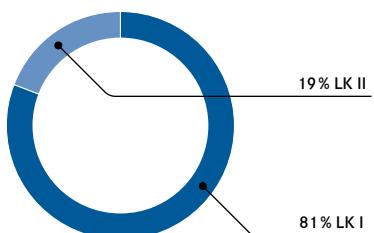


¹⁾ inklusive des Helmholtz-Anteils an den Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung, dem Berliner Institut für Gesundheitsforschung (BIG) und dem Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen (NCT)

²⁾ nur Drittmittel, die direkt den Forschungsbereichen zuzuordnen sind

Die Grund- und Drittmittel sind als Ist-Kosten 2016 angegeben. Ist-Kosten sind die Mittel, die im Berichtsjahr von den Forschungszentren tatsächlich eingesetzt wurden.

Verhältnis der LK I und LK II ohne Drittmittel





FRANZISKA BROER
Geschäftsführerin der
Helmholtz-Gemeinschaft

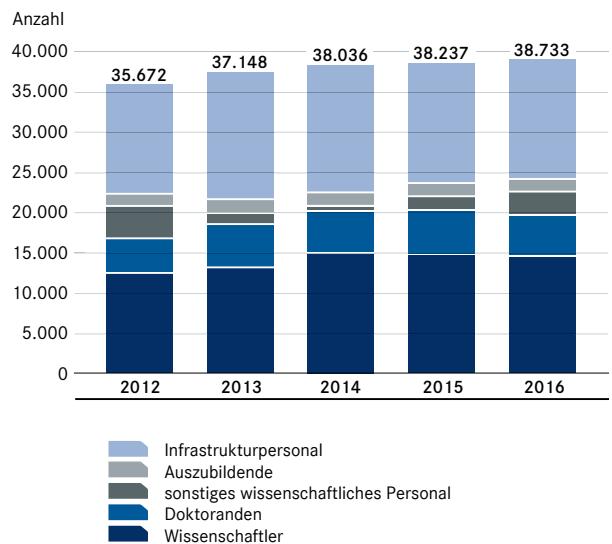
Aktuell sind rund 19 Prozent der Ressourcen den Forschungsinfrastrukturen und Nutzerplattformen zugeordnet. Dieser Anteil, der über die letzten rund zehn Jahre relativ konstant geblieben ist, wird perspektivisch durch die Inbetriebnahme zweier großer Forschungsinfrastrukturen leicht steigen: Anfang September hat der europäische freie Elektronenlaser XFEL den Betrieb aufgenommen. In einigen Jahren wird die Beschleunigeranlage FAIR folgen.

Eingeworbene EU-Forschungsgelder

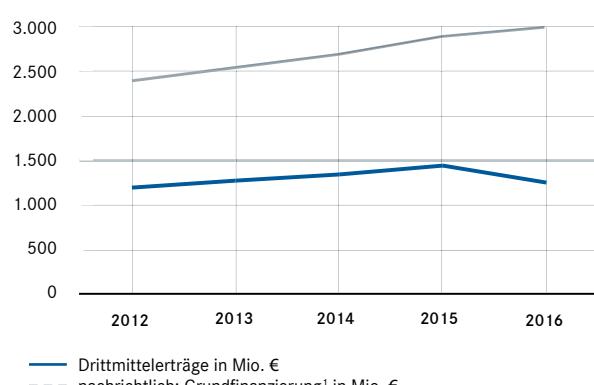
in T€	2012	2013	2014	2015	2016
Zuflüsse aus der EU für Forschung und Entwicklung	126.936	122.612	132.888	133.033	123.223

ENTWICKLUNG DES PERSONALS

Entwicklung des Personals



Drittmittelerträge



¹ Im Jahr 2015 ist das Berliner Institut für Gesundheitsforschung mit 44.000 TEUR nicht enthalten, da es ab 2016 einen eigenen Haushalt hat und nicht mehr Bestandteil des Helmholtz-Gesamtbudgets ist

Die Forschungsstärke der Helmholtz-Gemeinschaft auf europäischer Ebene belegt 2016 der Erfolg im Rahmen des 7. FRP und bei Horizon 2020, bei dem die Gemeinschaft inzwischen Platz 1 der erfolgreichen Zuwendungsempfänger einnimmt. Die Helmholtz-Zentren waren an 252 neu im europäischen Forschungsprogramm geförderten Projekten beteiligt. Die Höhe der gesamten Zuflüsse beträgt 123 Mio. Euro.

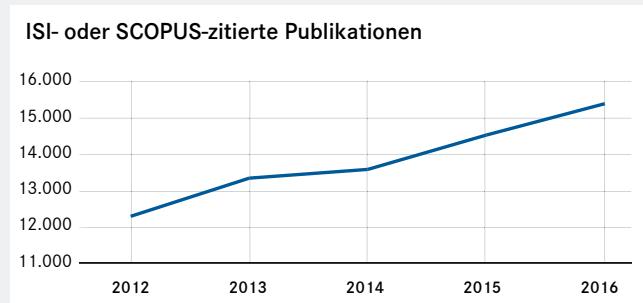
Auch 2016 ging die Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft aus dem Pakt für Forschung und Innovation mit einem Zuwachs an Beschäftigten in den Helmholtz-Zentren einher: die Zahl stieg auf 38.733. Zusätzlich werden 2.949 Doktoranden betreut, die zwar keinen Anstellungsvertrag mit den Zentren haben, die aber die Infrastrukturen der Helmholtz-Gemeinschaft nutzen.

Detaillierte sowie nach Forschungsbereichen und Forschungszentren aufgeschlüsselte Informationen zu den Ressourcen in der Helmholtz-Gemeinschaft finden Sie auf den Seiten 42 und 43.

WISSENSCHAFTLICHE LEISTUNG

FORSCHUNGSLEISTUNG

Das zentrale Maß für die wissenschaftliche Produktivität sind Publikationen. Bezuglich der Quantität ist weiter ein klares Wachstum erkennbar. Im Jahr 2016 erschienen 15.346 Publikationen in ISI- oder SCOPUS-zitierten Fachjournals. Gegenüber dem Vorjahr haben die Publikationen um sechs Prozent zugenommen, seit 2012 um 25 Prozent.



Die Qualität von Forschungsergebnissen zeigt sich gut daran, wie häufig sie in renommierten Zeitschriften publiziert werden. Die Nature Publishing Group veröffentlicht ein weltweites Institutionen-Ranking der internationalen TOP 200 Forschungsorganisationen. Der Nature Index basiert auf Veröffentlichungen in den 68 Zeitschriften, die von zwei von der Nature Publishing Group unabhängigen Panels, bestehend aus Wissenschaftlern aus den Bereichen Physik, Chemie, Lebenswissenschaften und Umweltwissenschaften, als wichtigste Zeitschriften ausgewählt wurden. Die Helmholtz-Gemeinschaft findet sich darin seit Jahren konstant unter den zehn weltweit führenden Institutionen. Die Tabelle zeigt den Nature Index für den Zeitraum vom 01.03.2016 bis 28.02.2017.

Nature Index 2016/17

Platz	Institution	Artikel
1	French National Centre for Scientific Research (CNRS), Frankreich	4.734
2	Chinese Academy of Sciences (CAS), China	3.471
3	Max-Planck-Gesellschaft, Deutschland	3.176
4	Harvard University, USA	2.542
5	Spanish National Research Council (CSIC)	1.718
6	Massachusetts Institute of Technology (MIT), USA	1.694
7	Helmholtz-Gemeinschaft, Deutschland	1.627
8	University of Cambridge, UK	1.523
9	Stanford University (SU), USA	1.453
10	Pierre and Marie Curie University (UPMC), Frankreich	1.444

NUTZERPLATTFORMEN

Neben der wissenschaftlichen Leistung ist es für die Helmholtz-Gemeinschaft bedeutsam, in welchem Ausmaß sie ihrem Auftrag nachgekommen ist, der Wissenschaft Zugang zu einzigartigen Forschungsinfrastrukturen zu ermöglichen. Im Berichtsjahr hat sich die Inanspruchnahme der Großgeräte durch externe Nutzer ggü. dem Vorjahr erhöht.

Helmholtz-Forschungsinfrastrukturen

Nutzungsart	Ist-Wert 2015	Ist-Wert 2016
Verfügbarkeit	94,6%	94,3%
Auslastung	Helmholtz-intern	29,4%
	Helmholtz-extern	70,6%

In der Tabelle werden Durchschnittswerte aller Großgeräte der Helmholtz-Gemeinschaft aufgezeigt. Erklärung zu den Messkategorien: Durchschnittliche Verfügbarkeit: Prozentuale Angabe zu den Tagen p. a., an denen das Gerät verfügbar war (ohne Wartungs- und Ausfallzeiten). Durchschnittliche Auslastung: Anteil der insgesamt für wissenschaftliche Nutzung zur Verfügung stehenden Kapazität, die tatsächlich von Nutzern in Anspruch genommen wird. Die Maßeinheit der Kapazität wurde gerätespezifisch festgelegt. Interne und externe Nutzung ergeben in Summe max. 100 Prozent.

Die Forschungsinfrastrukturen der Helmholtz-Gemeinschaft stehen den Wissenschaftlern weltweit offen. Rund 10.176 Wissenschaftler aus aller Welt kamen zum wissenschaftlichen Austausch und nutzten die Forschungsmöglichkeiten in den Helmholtz-Zentren. Dies entspricht gegenüber dem Vorjahr einem Anstieg um 10 Prozent.

Ausländische Wissenschaftler an Helmholtz-Zentren

	2012	2013	2014	2015	2016
Insgesamt	7.765	8.523	7.476	9.286	10.176

NATIONALE ZUSAMMENARBEIT

Neben der internationalen Zusammenarbeit ist die Vernetzung in Deutschland insbesondere mit Universitäten von zentraler Relevanz für die Helmholtz-Zentren. Die Entwicklung der Anzahl gemeinsamer Berufungen sowie von Beteiligungen an DFG-Programmen und der Exzellenzinitiative (die beiden letzten grundsätzlich zusammen mit Universitäten) zeigt, in welchem Umfang diese Vernetzung bereits realisiert ist.

Gemeinsame Berufungen

	2012	2013	2014	2015	2016
Gemeinsame Berufungen mit Hochschulen, entspr. W2 und W3 beschäftigte Personen	452	499	554	609	644

DFG

Anzahl im Jahr	2012	2013	2014	2015	2016
Forschungszentren	2	2	1	1	1
Sonderforschungsbereiche	68	67	62	65	69
Schwerpunktprogramme	52	49	42	44	51
Forschergruppen	58	61	55	49	46

Forscherinnen und Forscher der Helmholtz-Gemeinschaft können unter bestimmten Auflagen durch die DFG gefördert werden. Im Rahmen dieser Möglichkeiten sind die Helmholtz-Zentren ein wichtiger strategischer Partner der Universitäten bei der Antragstellung an die DFG, insbesondere für strukturbildende Initiativen. Die Tabelle zur Beteiligung an den Koordinierten Programmen der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG bietet eine Übersicht über die Erfolge der Helmholtz-Zentren in den von der DFG durchgeführten Wettbewerben. Dabei umfasst die Zählung nur Projekte, bei denen die beteiligten Forscherinnen und Forscher den Antrag unter Angabe der Helmholtz-Affiliation gestellt hatten. Nimmt man auch jene Projekte hinzu, die gemeinsam mit Universitäten berufene Helmholtz-Forscher im Rahmen ihrer Hochschultätigkeit beantragt haben, erhöht sich die Zahl der Beteiligungen für 2016 auf 2 Forschungszentren, 113 Sonderforschungsbereiche, 58 Schwerpunktprogramme und 56 Forschergruppen.

Beteiligung an der Exzellenzinitiative

	Exzellenzcluster	Graduiertenschulen	Zukunftskonzepte
1. Phase	13	15	3
2. Phase	19	17	8

CHANCENGLEICHHEIT

Blickt man auf die Entwicklung der Besetzung von W3-Professuren über die beiden Paktperioden, ist eine sehr erfreuliche Entwicklung zu verzeichnen: Lag der Frauenanteil bei den Neubesetzungen 2012 noch bei 26 Prozent, sind es 2016 35 Prozent; der Blick auf die absoluten Zahlen zeigt somit über die letzten fünf Jahre ein deutliches Wachstum.

Chancengleichheit

	2012	2013	2014	2015	2016
Neubesetzungen W3	39	41	43	38	40
darunter Frauen	10	10	14	16	14
Frauenanteil	26%	24%	33%	42%	35%

TALENT-MANAGEMENT

Die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses ist ein zentraler Teil der Zukunftssicherung der Helmholtz-Gemeinschaft und des Wissenschaftsstandorts Deutschland insgesamt und daher Teil der Mission von Helmholtz. Deshalb hat die Gemeinschaft in den beiden zurückliegenden Paktperioden in Ergänzung zur Nachwuchsförderung in den Helmholtz-Zentren übergreifende Fördermaßnahmen im Rahmen des Impuls- und Vernetzungsfonds konzipiert und mit Mitteln aus dem Pakt für Forschung und Innovation unterstützt. Diese Förderinstrumente haben sich mittlerweile zu einem umfassenden strategischen Talent-Management entwickelt, das an allen Stationen der Talentkette den besten Nachwuchskräften attraktive Bedingungen bietet: strukturierte Doktorandenausbildung in Graduiertenschulen und -kollegs, ein Postdoc-Programm für die Förderung direkt nach der Promotion, Helmholtz-Nachwuchsgruppen für die internationalen Spitzentalente, das W2/W3-Programm zur Gewinnung und Unterstützung exzellenter Nachwuchswissenschaftlerinnen und die Rekrutierungsinitiative, um international renommierte Forscherinnen und Forscher an die Helmholtz-Zentren zu holen.

Nachwuchsgruppen

	Anzahl	davon gesamt weiblich
Nachwuchsgruppenleiter		
Helmholtz-Nachwuchsgruppenleiter (finanziert durch den Impuls- und Vernetzungsfonds, Helmholtz-Nachwuchsgruppenprogramm)	78	32
Sonstige Nachwuchsgruppenleiter (z. B. zentreneigene Nachwuchsgruppen, Emmy-Noether-Gruppen etc.)	137	48

Die Helmholtz-Gemeinschaft baut auch die Doktorandenförderung systematisch aus. So wurde die Anzahl der Graduiertenkollegs/-schulen weiter erhöht, um möglichst vielen Doktoranden eine strukturierte Ausbildung nach bestimmten Qualitätsstandards zuteilwerden zu lassen.

Promotionen

	31.12.12	31.12.13	31.12.14	31.12.15	31.12.16
Anzahl der geförderten Graduiertenkollegs/-schulen*	84	95	116	97	104
Anzahl der betreuten Doktoranden**	6.635	6.789	7.446	8.044	8.054
Anzahl der abgeschlossenen Promotionen	803	964	1.059	1.219	1.041

* inklusive 12 von der DFG geförderte Graduiertenschulen

** Hierunter werden auch Personen erfasst, die die Infrastrukturen der Helmholtz-Gemeinschaft nutzen.

TECHNOLOGIETRANSFER

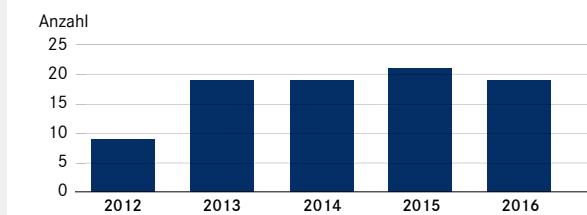
Der Transfer von Forschung in Wirtschaft und Gesellschaft ist wichtiger Bestandteil der Mission. In den letzten Jahren wurden dafür neue Instrumente und Plattformen geschaffen, wie z. B. der Helmholtz-Validierungsfonds, die „Helmholtz Innovation Labs“ und die „Innovationsfonds der Zentren“. Die Erträge aus Wirtschafts-Kooperationen sind weitgehend konstant. Die Erlöse aus Lizenzen und Optionen sind volatil; d. h. die Kennzahl schwankt zwischen 12 und 20 Millionen Euro. Die Zahl der Patentanmeldungen ist mit 404 weitgehend konstant, was auf eine hohe Selektion hinsichtlich wirtschaftlicher Verwertbarkeit zurückzuführen ist.

Technologietransfer



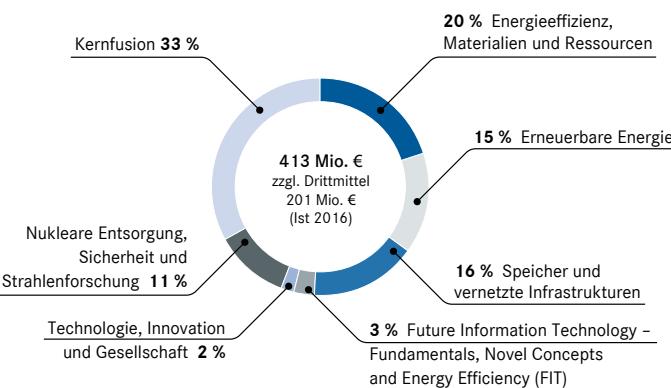
Die Zahl der Ausgründungen ist mit 19 auf dem Niveau der letzten Jahre geblieben.

Ausgründungen



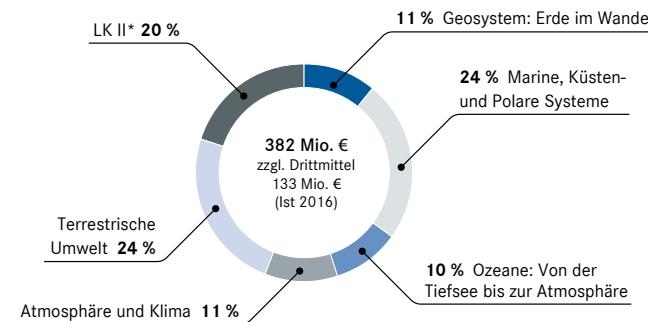
Die Struktur des Forschungsbereichs Energie

Soll-Kosten der Grundfinanzierung 2016: 413 Mio. Euro



Die Struktur des Forschungsbereichs Erde und Umwelt

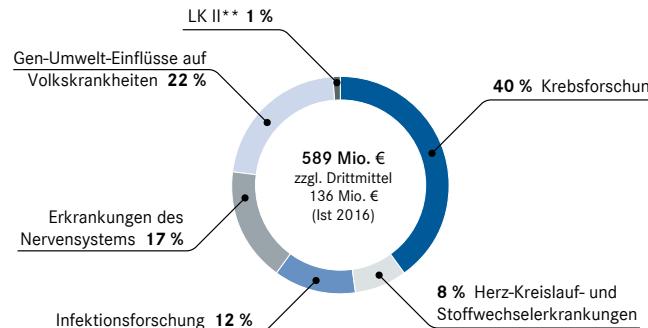
Soll-Kosten der Grundfinanzierung 2016: 382 Mio. Euro



* MESI (GFZ); POLARSTERN, HEINCKE, Neumayer Station III (AWI); ALKOR, POSEIDON (GEOMAR)

Die Struktur des Forschungsbereichs Gesundheit

Soll-Kosten der Grundfinanzierung 2016: 589 Mio. Euro*



* Inklusive Mittel in Höhe von 93 Mio. € für den Helmholtz-Anteil an den Deutschen Zentren für Gesundheitsforschung, dem Berliner Institut für Gesundheitsforschung und dem Ausbau des Nationalen Centrums für Tumorerkrankungen

** Nationale Kohorte (DKFZ, HMGU, HZI, MDC)

KOSTEN UND PERSONAL

KOSTEN UND PERSONAL 2016 der Helmholtz-Gemeinschaft als Gesamtübersicht

	Grundfinanzierte Ist-Kosten T€	Drittmittel T€	Gesamt- T€	Gesamt- personal PJ ¹⁾
Summe Forschungsbereiche ²⁾	2.655.253	973.736	3.628.989	30.781
Summe Programmungebundene Forschung ³⁾	1.269	21.643	22.912	91
Summe Sonderaufgaben ⁴⁾	11.455	7.645	19.100	86
Summe Projektträgerschaften			235.253	235.253
Summe weitergeleitete Drittmittel			181.950	181.950
Summe Helmholtz-Gemeinschaft	2.667.977	1.420.227	4.088.204	33.125⁵⁾

¹⁾ Personenjahr ²⁾ Neben den sechs Forschungsbereichen ist hier der Helmholtz-Anteil an den Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung, dem Berliner Institut für Gesundheitsforschung und dem Ausbau des Nationalen Centrums für Tumorerkrankungen enthalten. ³⁾ Die Mittel für die Programmungebundene Forschung betragen bis zu 20 Prozent der insgesamt eingesetzten Programmmittel. Nutzen Zentren diese Mittel zur Verstärkung der bestehenden Forschungsprogramme, werden diese direkt den Kosten des jeweiligen Programms zugeordnet. ⁴⁾ Vorrangig Rückbau kerntechnischer Anlagen ⁵⁾ In natürlichen Personen sind das 38.733 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Helmholtz-Gemeinschaft.

Forschungsbereich Energie

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)

	Grundfinanzierte Ist-Kosten T€	Drittmittel T€	Gesamt- T€	Gesamt- personal PJ ¹⁾
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)	31.251	50.424	81.675	618
Forschungszentrum Jülich GmbH (FZJ)	80.397	36.620	117.017	1.042
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH (HZB)	34.343	9.784	44.127	358
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)	31.704	8.636	40.340	350
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ	5.660	2.483	8.143	94
Helmholtz-Zentrum Potsdam - Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ	3.345	4.867	8.212	63
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	137.936	56.746	194.682	1.663
Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP)	102.936	31.748	134.684	1.061
Summe Forschungsbereich Energie	427.572	201.308	628.880	5.249

Forschungsbereich Erde und Umwelt

Alfred-Wegener-Institut - Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI)

Alfred-Wegener-Institut - Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI)	130.153	18.619	148.772	888
Forschungszentrum Jülich GmbH (FZJ)	27.749	12.860	40.609	382
GEOMAR - Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel	49.282	28.129	77.411	593
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ	60.810	19.351	80.161	817
Helmholtz-Zentrum Geesthacht - Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH (HZG)	26.638	4.471	31.109	290
Helmholtz Zentrum München - Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt GmbH (HMGU)	19.220	4.372	23.592	240
Helmholtz-Zentrum Potsdam - Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ	57.729	34.933	92.662	741
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	27.826	10.581	38.407	340
Summe Forschungsbereich Erde und Umwelt	399.407	133.316	532.723	4.291

Forschungsbereich Gesundheit

Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)

Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)	181.158	54.663	235.821	2.356
Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen e.V. (DZNE)	68.993	10.934	79.927	772
GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH (GSI)	4.674	1.516	6.190	73
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)	19.524	2.165	21.689	188
Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung GmbH (HZI)	62.352	18.332	80.684	773
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ	4.526	300	4.826	47
Helmholtz Zentrum München - Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt GmbH (HMGU)	150.868	25.813	176.681	1.737
Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch	92.328	22.245	114.573	1.136
Summe Forschungsbereich Gesundheit	584.423	135.968	720.391	7.082

Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)	365.355	283.240	648.595	5.191
Summe Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr	365.355	283.240	648.595	5.191

Forschungsbereich Materie

Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY)

Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY)	247.970	58.438	306.408	2.129
Forschungszentrum Jülich GmbH (FZJ)	47.551	11.507	59.058	464
GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH (GSI)	120.977	16.645	137.622	1.422
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH (HZB)	85.025	6.788	91.813	552
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)	46.791	4.495	51.286	382
Helmholtz-Zentrum Geesthacht - Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH (HZG)	9.748	1.104	10.852	76
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	49.967	10.291	60.258	460
Summe Forschungsbereich Materie	608.029	109.268	717.297	5.485

Forschungsbereich Schlüsseltechnologien

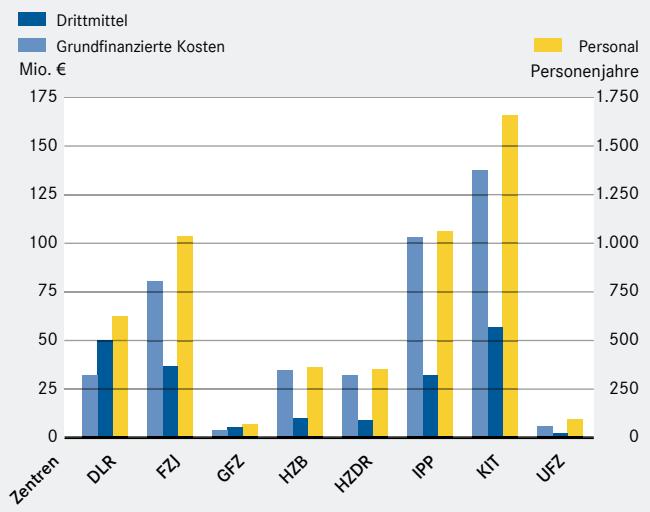
Forschungszentrum Jülich GmbH (FZJ)

Forschungszentrum Jülich GmbH (FZJ)	147.417	61.394	208.811	1.915
Helmholtz-Zentrum Geesthacht - Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH (HZG)	40.458	11.247	51.705	470
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	82.592	37.995	120.587	1.098

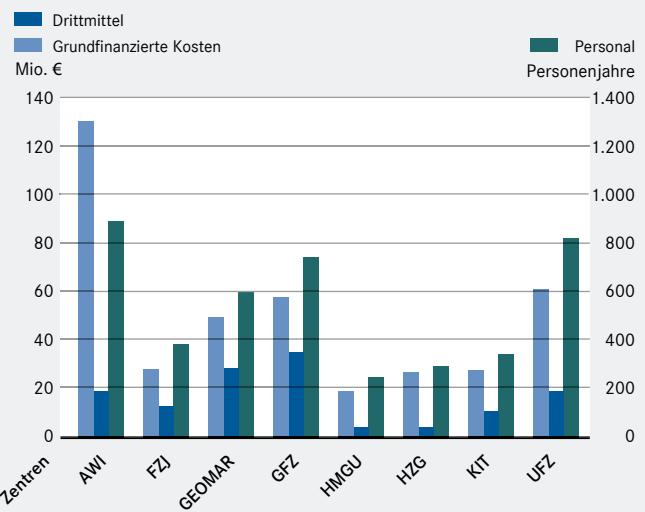
Summe Forschungsbereich Schlüsseltechnologien

Summe Forschungsbereich Schlüsseltechnologien	270.467	110.636	381.103	3.483
--	----------------	----------------	----------------	--------------

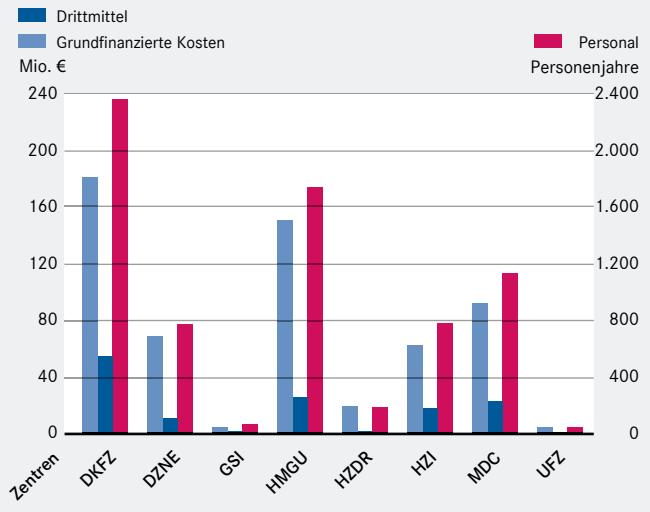
Forschungsbereich Energie



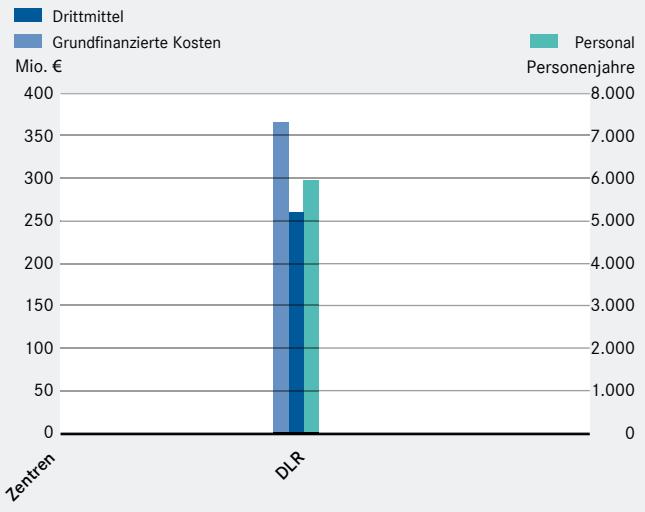
Forschungsbereich Erde und Umwelt



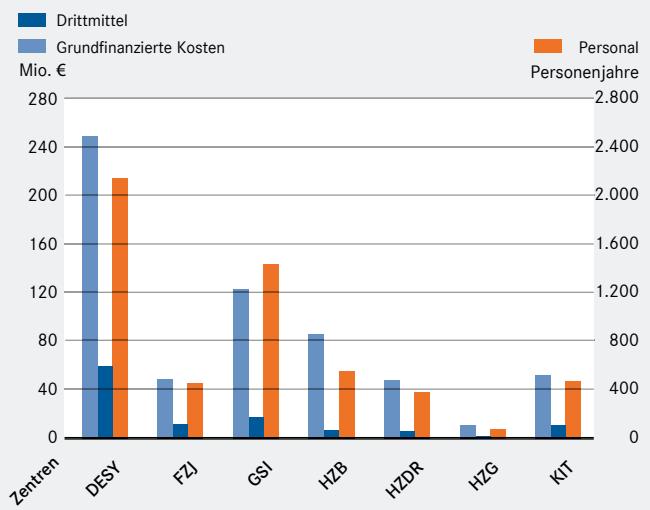
Forschungsbereich Gesundheit



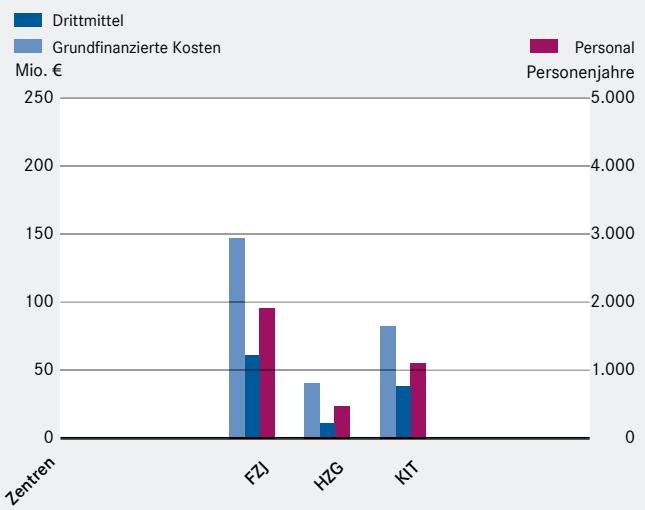
Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr



Forschungsbereich Materie



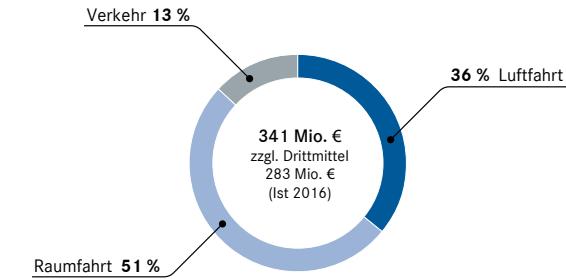
Forschungsbereich Schlüsseltechnologien



Die Struktur des Forschungsbereichs

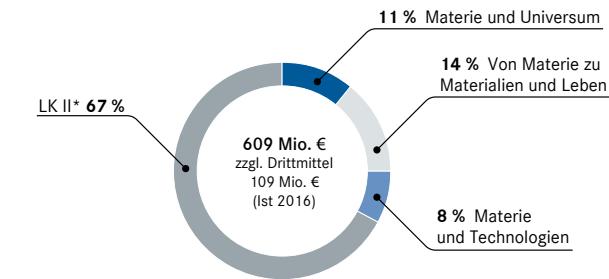
Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr

Soll-Kosten der Grundfinanzierung 2016: 341 Mio. Euro



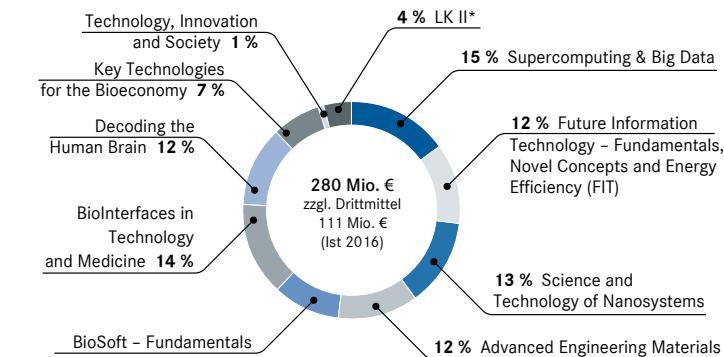
Die Struktur des Forschungsbereichs Materie

Soll-Kosten der Grundfinanzierung 2016: 609 Mio. Euro



* TIER II, FLASH, PETRA III und LK II im Aufbau - XFEL (DESY); GridKa (KIT); JCNS (FZJ); BER II und BESSY II (HZB); ELBE, HLD und IBC (HZDR); GEMS (HZG); LK II im Aufbau - FAIR (GSI)

Die Struktur des Forschungsbereichs Schlüsseltechnologien
Soll-Kosten der Grundfinanzierung 2016: 280 Mio. Euro



* KNMF (KIT)

KOSTEN UND PERSONAL NACH ZENTREN

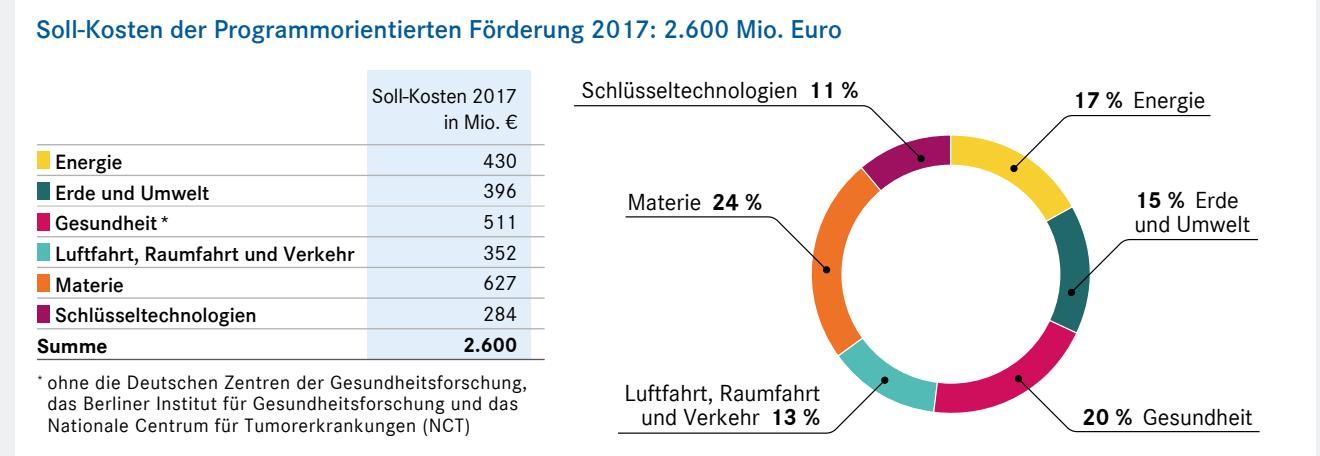
Das Jahresbudget der Helmholtz-Gemeinschaft setzt sich aus der Grundfinanzierung und Drittmitteln zusammen. Der Bund und die jeweiligen Sitz-Länder der Helmholtz-Zentren tragen die Grundfinanzierung im Verhältnis von 90 zu 10 Prozent. Rund 30 Prozent des Gesamtbudgets werben die Zentren als Drittmittel ein. Aufgrund der strategischen Ausrichtung der Helmholtz-Gemeinschaft in sechs Forschungsbereichen werden die Ist-Kosten nach Forschungsbereichen und Zentren für den Berichtszeitraum 2016 aufgeführt. Ergänzt wird diese Übersicht durch die Angabe der Personalzahlen in Personenjahren. Ferner wird in den Kreisdiagrammen auf den Seiten 42f. die Verteilung je Forschungsbereich auf die Programme auf Basis der Soll-Kosten dargestellt.

Kosten und Personal nach Zentren 2016	Grundfinanzierte Ist-Kosten T€	Drittmittel T€	Gesamt T€	Gesamt- personal PJ 1)
Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI)	130.153	18.619	148.772	888
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY	247.970	58.438	306.408	2.129
Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)	181.158	54.663	235.821	2.356
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	396.606	333.664	730.270	5.809
Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE)	68.993	10.934	79.927	772
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	303.114	122.381	425.495	3.803
GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel	49.282	28.129	77.411	593
GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung	125.651	18.161	143.812	1.495
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)	119.368	16.572	135.940	910
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)	98.019	15.296	113.315	920
Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI)	62.352	18.332	80.684	773
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ	70.996	22.134	93.130	958
Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung (HZG)	76.844	16.822	93.666	836
Helmholtz Zentrum München - Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (HMGU)	170.088	30.185	200.273	1.977
Helmholtz-Zentrum Potsdam - Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ	61.074	39.800	100.874	804
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	298.321	115.613	413.934	3.561
Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft (MDC)	92.328	22.245	114.573	1.136
Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP)	102.936	31.748	134.684	1.061
Programmgebundene Forschung	1.269	21.643	22.912	91
Sonderaufgaben²⁾	11.455	7.645	19.100	86
Projektträgerschaften			235.253	235.253
Weitergeleitete Drittmittel			181.950	181.950
Summe Helmholtz-Gemeinschaft	2.667.977	1.420.227	4.088.204	33.125

¹⁾ Personenjahre ²⁾ Vorrangig Rückbau kerntechnischer Anlagen

DIE DRITTE RUNDE DER PROGRAMMORIENTIERTEN FÖRDERUNG

Im Jahr 2017 befinden sich alle Forschungsbereiche mit ihren Programmen in der dritten Runde der Programmorientierten Förderung. Die als Ergebnis der Begutachtung vom Senat empfohlene Finanzierung aller Forschungsbereiche für das Jahr 2017 ist im Folgenden dargestellt.



WISSENSCHAFTLICHE PREISE UND AUSZEICHNUNGEN

ERWIN-SCHRÖDINGER-PREIS 2017

Der mit 50.000 Euro dotierte „Wissenschaftspreis des Stifterverbandes – Erwin-Schrödinger-Preis“ ist im Jahr 2017 zu gleichen Teilen an Fabian Theis, Carsten Marr, beide Helmholtz Zentrum München, Tim Schroeder, ETH Zürich, und Laleh Haghverdi, EMBL, Cambridge, UK, vergeben worden. Die Wissenschaftler erhielten die Auszeichnung für Ihre gemeinsame Arbeit zum Thema „Computational single cell profiling quantifies plasticity during blood stem cell differentiation“. Der Erwin-Schrödinger-Preis würdigt innovative Leistungen, die in Grenzgebieten verschiedener Fächer der Medizin, Natur- und Ingenieurwissenschaften entstehen.



WISSENSCHAFTLICHE PREISE

Auszeichnungen und Preise machen herausragende Forscherpersönlichkeiten der Helmholtz-Gemeinschaft sichtbar. Die hier aufgeführten Beispiele zeigen Erfolge von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern unterschiedlicher Karriereebenen.

ERC-Grants: Corinna Hoose (KIT), Gaetano Garguilo (MDC), Philipp Junker (MDC), Annika Jahnke (UFZ), Luka Cincin-Sain (HZI), Caspar Ohnmacht (HMGU), Christian Koos (KIT), Jan Gerrit Korvink (KIT), Alexander Schmidt (DESY), Aurelio Telemann (DKFZ), Stefan Remy (DZNE), Wolfgang Hoyer (FZJ), Susanne Häussler (HZI), Dennis Hofheinz (KIT), Tobias Dick (DKFZ), Hans-Reimer Rodewald (DKFZ), Thomas Sunn Pedersen (IPP), Thoralf Niendorf (MDC), Holger Puchta (KIT), Wolfgang Wernsdorfer (KIT), Thom Laepple (AWI)



LEIBNIZ-PREIS 2017

Britta Nestler vom Karlsruher Institut für Technologie erhielt den Leibniz-Preis 2017 für ihre Forschungsarbeiten in der computergestützten Materialforschung. Gemeinsam mit ihrem Team hat sie ein umfangreiches modulares Softwarepaket für die Modellierung von Mikrostrukturen unter verschiedenen multiphysikalischen Einflüssen zusammengestellt. Es wurde optimal für den Einsatz auf Supercomputern weiterentwickelt. So können Firmen beispielsweise die Lebensdauer von Bremsscheiben verlängern oder die Flüssigkeitspropagation in Biomembranen für die medizinische Diagnostik berechnen.

ORGANE UND ZENTRALE GREMIEN

Stand: 1. September 2017

PRÄSIDENT

Prof. Dr. Otmar D. Wiestler

VIZEPRÄSIDENTEN

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

**Wissenschaftlicher Vizepräsident,
Koordinator für den Forschungsbereich Erde und Umwelt**

Prof. Dr. Reinhard F. J. Hüttl, Wissenschaftlicher Vorstand des Helmholtz-Zentrums Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ

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

Prof. Dr. Dr. Pierluigi Nicotera, Wissenschaftlicher Vorstand des Deutschen Zentrums für Neurodegenerative Erkrankungen e.V. (DZNE)

**Wissenschaftliche Vizepräsidentin,
Koordinatorin für den Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr**

Prof. Dr. Pascale Ehrenfreund, Vorsitzende des Vorstands des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt

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

Prof. Dr. Helmut Dosch, Vorsitzender des Direktoriums des Deutschen Elektronen-Synchrotrons DESY

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

Prof. Dr. Wolfgang Marquardt, Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums Jülich

Kaufmännischer Vizepräsident

Dr. Ulrich Breuer, Administrativer Vizepräsident des Karlsruher Instituts für Technologie

Kaufmännische Vizepräsidentin

Prof. Dr. Heike Graßmann, Administrative Geschäftsführerin des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung – UFZ

GESCHÄFTSFÜHRERIN

Franziska Broer

SENAT

GEWÄHLTE MITGLIEDER

Dr. Siegfried Dais, Gesellschafter der Robert Bosch Industrietreuhand KG, Stuttgart

Dr. Heike Hanagarth, ehem. Vorständin Technik und Umwelt, Deutsche Bahn AG, Berlin

Prof. Dr. Monika Henzinger, Professorin für Informatik, Universität Wien, Österreich

Prof. Dr. Rolf-Dieter Heuer, Präsident der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Bad Honnef

Prof. Dr. Jürgen Klenner, ehem. Senior Vice-President Structure & Flight Physics, EADS Toulouse, Frankreich

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

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

Hildegard Müller, Vorstand Netz & Infrastruktur, innogy SE, Essen

Prof. Dr. Wolfgang Plischke, ehemaliges Vorstandsmitglied der Bayer AG und Leiter Bayer Healthcare

Prof. Dr. Dierk Raabe, Geschäftsführender Direktor des Max-Plank-Instituts für Eisenforschung, Düsseldorf

Prof. Dr. Sabine Werner, Lehrstuhl für Zellbiologie, Institut für Molekulare Gesundheitswissenschaften, ETH Zürich, Schweiz

MITGLIEDER DES SENATS EX OFFICIO

Ilse Aigner, Staatsministerin im Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie, München

Werner Gatzer, Staatssekretär im Bundesministerium der Finanzen, Berlin

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

Michael Kretschmer, Mitglied des Deutschen Bundestages, Berlin

Jens Lattmann, Staatsrat der Behörde für Finanzen der Stadt Hamburg

Matthias Machnig, Staatssekretär im Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin

René Röspel, Mitglied des Deutschen Bundestages, Berlin

Prof. Dr. Martin Stratmann, Präsident der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, München

Prof. Dr. Johanna Wanka, Bundesministerin für Bildung und Forschung, Berlin

Prof. Dr. Otmar D. Wiestler, Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft, Berlin

GÄSTE

Dr. Ulrich Breuer, Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft, Kaufmännischer Vizepräsident des Karlsruher Instituts für Technologie

Prof. Dr. Martina Brockmeier, Vorsitzende des Wissenschaftsrates, Köln

Franziska Broer, Geschäftsführerin der Helmholtz-Gemeinschaft, Berlin

Prof. Dr. Helmut Dosch, Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft, Vorsitzender des Direktoriums des Deutschen Elektronen-Synchrotrons DESY, Hamburg

Prof. Dr. Heike Graßmann, Vizepräsidentin der Helmholtz-Gemeinschaft, Administrative Geschäftsführerin des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung – UFZ, Leipzig

Prof. Dr. Holger Hanselka, Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft, Präsident des Karlsruher Instituts für Technologie

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

Prof. Dr. Matthias Kleiner, Präsident der Leibniz-Gemeinschaft, Berlin

Elsbeth Lesner, Vertreterin der Betriebs- und Personalräte der Helmholtz-Zentren, Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie

Prof. Dr. Wolfgang Marquardt, Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft, Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums Jülich

Prof. Dr. Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, München

Prof. Dr. Dr. Pierluigi Nicotera, Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft, Wissenschaftlicher Vorstand des Deutschen Zentrums für Neurodegenerative Erkrankungen, Bonn

Prof. Dr. Hans Ströher, Vorsitzender des Ausschusses der Vorsitzenden der Wissenschaftlich-Technischen Räte, Forschungszentrum Jülich

Prof. Dr. Peter Strohschneider, Präsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Bonn

Dr. Katrin Wendt-Pothoff, Stellvertretende Vorsitzende des Ausschusses der Vorsitzenden der Wissenschaftlich-Technischen Räte der Helmholtz-Zentren, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Magdeburg

SENATSKOMMISSIONEN

STÄNDIGE MITGLIEDER

Forschungsbereich Energie

Prof. Dr. Wolfram Münch, Leiter Forschung und Innovation, EnBW Energie Baden-Württemberg AG, Karlsruhe

Forschungsbereich Erde und Umwelt

Prof. Dr. Monika Sester, Institut für Kartographie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover

Forschungsbereich Gesundheit

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

Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr

John Lewis, Direktor Strategie und Business Development, Telespazio VEGA Deutschland GmbH, Darmstadt

Forschungsbereich Materie

Prof. Dr. Gisela Anton, Lehrstuhl für Experimentalphysik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Forschungsbereich Schlüsseltechnologien

Dr. Stephan Fischer, Leiter der Software-Entwicklung, TRUMPF GmbH + Co. KG, Ditzingen

Vertreter des Bundes:

Ulrich Schüller, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn

Ländervertreter:

Dr. Simone Schwanitz, Ministerialdirigentin, Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst des Landes Baden-Württemberg, Stuttgart

N.N., Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf

FACHNAHE VERTRETER DES BUNDES

Forschungsbereich Energie

Dr. Frank Heidrich, Ministerialdirigent, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin

Forschungsbereich Erde und Umwelt

Wilfried Kraus, Ministerialdirigent, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn

Forschungsbereich Gesundheit

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

Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr

Holger Schlienkamp, Ministerialdirigent, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin

Forschungsbereich Materie

Dr. Volkmar Dietz, Ministerialrat, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn

Forschungsbereich Schlüsseltechnologien

Dr. Herbert Zeisel, Ministerialdirigent, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn

MITGLIEDER-VERSAMMLUNG

Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, SdöR*

Prof. Dr. Karin Loche, Direktorin, **Dr. Karsten Wurr**, Verwaltungsdirektor

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, SdP*

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

Deutsches Krebsforschungszentrum, SdöR*

Prof. Dr. Michael Baumann, Vorstandsvorsitzender und wissenschaftlicher Vorstand, **Prof. Dr. Josef Puchta**, Administrativer Vorstand

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Prof. Dr. Pascale Ehrenfreund, Vorsitzende des Vorstands, **Klaus Hamacher**, Stellvertretender Vorsitzender des Vorstands

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

Prof. Dr. Dr. Pierluigi Nicotera, Wissenschaftlicher Vorstand und Vorstandsvorsitzender, **Dr. Sabine Helling-Moegen**, Administrativer Vorstand

Forschungszentrum Jülich GmbH

Prof. Dr. Wolfgang Marquardt, Vorstandsvorsitzender, **Karsten Beneke**, Stellvertretender Vorstandsvorsitzender

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel

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

GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH

Prof. Dr. Paolo Giubellino, Wissenschaftlicher Geschäftsführer, **Ursula Weyrich**, Administrative Geschäftsführerin

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH

Prof. Dr. Bernd Rech, Wissenschaftlicher Geschäftsführer (komm.), **Thomas Frederking**, Kaufmännischer Geschäftsführer

Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e.V.

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

Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung GmbH

Prof. Dr. Dirk Heinz, Wissenschaftlicher Geschäftsführer, **Dr. Michael Strätz**, Stellvertr. Administrativer Geschäftsführer

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ

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

Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH

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

Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt GmbH

Prof. Dr. Günther Wess, Wissenschaftlicher Geschäftsführer, **Heinrich Baßler**, Kaufmännischer Geschäftsführer

Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, SdöR*

Prof. Dr. Reinhard F. Hüttl, Wissenschaftlicher Vorstand und Sprecher des Vorstands, **Dr. Stefan Schwartz**, Administrativer Vorstand

Karlsruher Institut für Technologie, KdöR*

Prof. Dr. Holger Hanselka, Präsident, **Dr. Ulrich Breuer/Christine von Vangerow**, Administrativer Vizepräsidenten

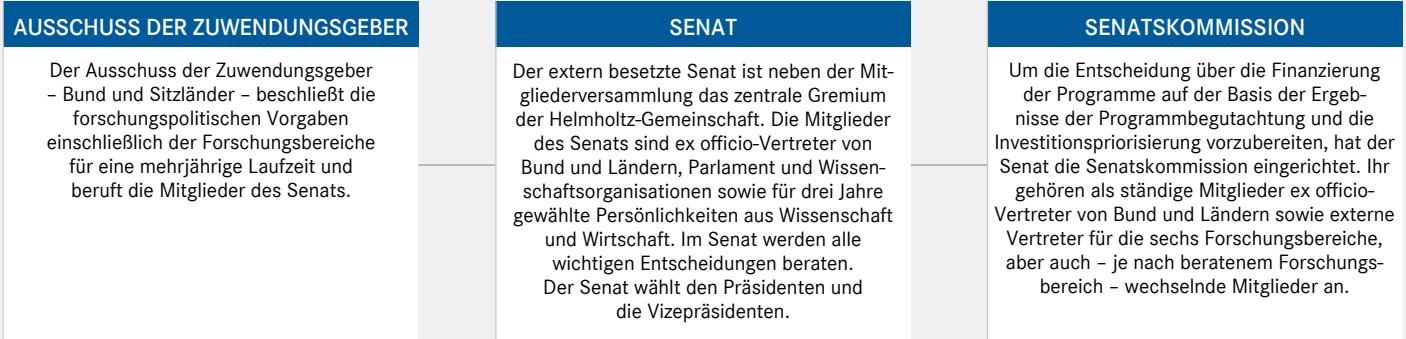
Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft, KdöR*

Prof. Dr. Martin Lohse, Vorstandsvorsitzender und Wissenschaftlicher Direktor, **Dr. Heike Wolke**, Administrativer Vorstand

Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (assoziiertes Mitglied)

Prof. Dr. Sibylle Günter, Vorsitzende und Wissenschaftliche Direktorin, **Dr. Josef Schweinzer**, Kaufmännischer Geschäftsführer

GOVERNANCE-STRUKTUR DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT



PRÄSIDENT UND PRÄSIDIUM

PRÄSIDENT

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

VIZEPRÄSIDENTEN

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

GESCHÄFTSFÜHRERIN

Die Geschäftsführerin der Helmholtz-Gemeinschaft unterstützt, berät und vertritt den Präsidenten bei der Wahrnehmung seiner Aufgaben und leitet die Geschäftsstelle der Gemeinschaft. Als besondere Vertreterin in Verwaltungsangelegenheiten vertritt sie die Helmholtz-Gemeinschaft e. V. nach außen und innen.

Das Präsidium der Helmholtz-Gemeinschaft besteht aus dem Präsidenten, acht Vizepräsidenten und der Geschäftsführerin.

GESCHÄFTSSTELLE

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



FORSCHUNGSBEREICHE

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

MITGLIEDERVERSAMMLUNG

Die Helmholtz-Gemeinschaft ist ein eingetragener Verein, seine Mitglieder sind 17 rechtlich selbstständige Forschungszentren und ein assoziiertes Mitglied. Zentrales Gremium der Gemeinschaft ist – neben dem Senat – die Mitgliederversammlung, der je ein wissenschaftlich-technischer und ein kaufmännischer Vorstand der Mitgliedszentren angehören. Die Mitgliederversammlung ist zuständig für alle Aufgaben des Vereins. Sie steckt den Rahmen für die zentrenübergreifende Erarbeitung von Strategien und Programmen ab und hat Vorschlagsrecht für die Wahl des Präsidenten und der Mitglieder des Senats.

I Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung	I GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel	I Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt
I Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY	I GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung	I Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
I Deutsches Krebsforschungszentrum	I Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie	I Karlsruher Institut für Technologie
I Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt	I Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf	I Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft
I Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE)	I Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung	I Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (assoziiertes Mitglied)
I Forschungszentrum Jülich	I Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ	
	I Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung	

STANDORTE DER HELMHOLTZ-FORSCHUNGZENTREN

- 1 BERLIN 
HELMHOLTZ-ZENTRUM BERLIN FÜR MATERIALIEN UND ENERGIE (HZB)
www.helmholtz-berlin.de
- 2 BERLIN-BUCH 
MAX-DELBRÜCK-CENTRUM FÜR MOLEKULARE MEDIZIN IN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT (MDC)
www.mdc-berlin.de
- 3 BRAUNSCHWEIG 
HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR INFektionsforschung (HZI)
www.helmholtz-hzi.de
- 4 BREMERHAVEN 
ALFRED-WEGENER-INSTITUT HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG (AWI)
www.awi.de
- 5 BONN 
DEUTSCHES ZENTRUM FÜR NEURODEGENERATIVE ERKRANKUNGEN (DZNE)
www.dzne.de
- 6 DARMSTADT 
GSI HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR SCHWERIONENFORSCHUNG
www.gsi.de
- 7 DRESDEN 
HELMHOLTZ-ZENTRUM DRESDEN-ROSSENDORF (HZDR)
www.hzdr.de
- 8 GARCHING 
MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR PLASMA-PHYSIK (IPP) (ASSOZIIERTES MITGLIED)
www.ipp.mpg.de
- 9 GEESTHACHT 
HELMHOLTZ-ZENTRUM GEESTHACHT ZENTRUM FÜR MATERIAL- UND KÜSTENFORSCHUNG (HZG)
www.hzg.de
- 10 HAMBURG 
DEUTSCHES ELEKTRONEN-SYNCHROTRON DESY
www.desy.de
- 11 HEIDELBERG 
DEUTSCHES KREBSFORSCHUNGS-ZENTRUM (DKFZ)
www.dkfz.de
- 12 JÜLICH 
FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH
www.fz-juelich.de
- 13 KARLSRUHE 
KARLSRUHER INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE (KIT)
www.kit.edu
- 14 KIEL 
GEOMAR HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR OZEANFORSCHUNG KIEL
www.geomar.de
- 15 KÖLN 
DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT (DLR)
www.dlr.de
- 16 LEIPZIG 
HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR UMWELTFORSCHUNG – UFZ
www.ufz.de
- 17 MÜNCHEN 
HELMHOLTZ ZENTRUM MÜNCHEN – DEUTSCHES FORSCHUNGSZENTRUM FÜR GEWICHTE UND UMWELT
www.helmholtz-muenchen.de
- 18 POTSDAM 
HELMHOLTZ-ZENTRUM POTSDAM – DEUTSCHES GEOFORSCHUNGS-ZENTRUM GFZ
www.gfz-potsdam.de

MITGLIEDSZENTREN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

Stand: 1. September 2017

**Alfred-Wegener-Institut,
Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung**
DIREKTORIUM: Prof. Dr. Karin Lochte, Direktorin,
Dr. Karsten Wurr, Verwaltungsdirektor
Mitglieder des Direktoriums: Prof. Dr. Uwe Nixdorf,
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 Harringa, Kaufmännischer Direktor, Dr. Reinhard Brinkmann,
Direktor des Beschleunigerbereichs, Prof. Dr. Joachim Mnich,
Direktor für den Bereich Teilchenphysik und Astroteilchenphysik,
Prof. Dr. Christian Stegmann, Vertreter des Direktoriums in Zeuthen,
Prof. Dr. Edgar Weckert, Direktor für den Bereich Forschung mit Photonen
Notkestraße 85, 22607 Hamburg
Telefon 040 8998-0, Telefax 040 8998-3282
E-Mail desyinfo@desy.de, www.desy.de

Deutsches Krebsforschungszentrum
VORSTAND: Prof. Dr. Michael Baumann, Vorstandsvorsitzender und
wissenschaftlicher Vorstand, Prof. Dr. Josef Puchta, Administrativer
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 e.V. (DLR)
VORSTAND: Prof. Dr. Pascale Ehrenfreund, Vorsitzende des Vorstands,
Klaus Hamacher, Stellvertretender Vorsitzender des Vorstands
Mitglieder des Vorstands: Prof. Dr. Hansjörg Dittus, Dr. Gerd Gruppe,
Prof. Rolf Henke, Prof. Dr. Karsten Lemmer
Linder Höhe, 51147 Köln
Telefon 02203 601-0, Telefax 02203 67310
E-Mail contact-dlr@dlr.de; www.dlr.de

**Deutsches Zentrum für Neurodegenerative
Erkrankungen e.V. (DZNE)**
VORSTAND: Prof. Dr. Dr. Pierluigi Nicotera,
Wissenschaftlicher Vorstand und Vorstandsvorsitzender,
Dr. Sabine Helling-Moegen, 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. Wolfgang Marquardt, Vorstandsvorsitzender,
Karsten Beneke, Stellvertretender Vorstandsvorsitzender
Mitglieder des Vorstands: Prof. Dr. Harald Bolt,
Prof. Dr. Sebastian M. Schmidt
Wilhelm-Johnen-Straße, 52428 Jülich
Telefon 02461 61-0, Telefax 02461 61-8100
E-Mail info@fz-juelich.de, www.fz-juelich.de

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel
DIREKTORIUM: Prof. Dr. Peter M. Herzig, Direktor,
Michael Wagner, Verwaltungsdirektor
Wischhofstraße 1-3, 24148 Kiel
Telefon 0431 600-0, Telefax 0431 600-2805
E-Mail info@geomar.de, www.geomar.de

GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH
GESCHÄFTSFÜHRUNG: Prof. Dr. Paolo Giubellino,
Wissenschaftlicher Geschäftsführer,
Ursula Weyrich, Administrative Geschäftsführerin,
Jörg Blaurock, 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 GmbH
GESCHÄFTSFÜHRUNG: Prof. Dr. Bernd Rech,
Wissenschaftlicher Geschäftsführer (komm.), Thomas Frederking,
Kaufmännischer Geschäftsführer
Hahn-Meitner-Platz 1, 14109 Berlin
Telefon 030 8062-0, Telefax 030 8062-42181
E-Mail info@helmholtz-berlin.de, www.helmholtz-berlin.de

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

Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung GmbH
GESCHÄFTSFÜHRUNG: Prof. Dr. Dirk Heinz, Wissenschaftlicher
Geschäftsführer, Dr. Michael Strätz, Stellvertr. Administrativer
Geschäftsführer
Inhoffenstraße 7, 38124 Braunschweig
Telefon 0531 6181-0, Telefax 0531 6181-2655
E-Mail info@helmholtz-hzi.de, www.helmholtz-hzi.de

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ
GESCHÄFTSFÜHRUNG: Prof. Dr. Georg Teutsch,
Wissenschaftlicher Geschäftsführer, Prof. Dr. Heike Graßmann,
Administrative Geschäftsführerin
Permoserstraße 15, 04318 Leipzig
Telefon 0341 235-0, Telefax 0341 235-451269
E-Mail info@ufz.de, www.ufz.de

IMPRESSUM

Helmholtz-Zentrum Geesthacht

Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH

GESCHÄFTSFÜHRUNG: Prof. Dr. Wolfgang Kayser, Wissenschaftlicher Geschäftsführer, Michael Ganß, Kaufmännischer Geschäftsführer
Max-Planck-Straße 1, 21502 Geesthacht
Telefon 04152 87-1667, Telefax 04152 87-1723
E-Mail contact@hzg.de, www.hzg.de

Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt GmbH

GESCHÄFTSFÜHRUNG: Prof. Dr. Günther Wess, Wissenschaftlicher Geschäftsführer, Heinrich Baßler, Kaufmännischer Geschäftsführer, Dr. Alfons Enhsen, Geschäftsführer für Wissenschaftlich-technische Infrastruktur
Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg
Telefon 089 3187-0, Telefax 089 3187-3322
E-Mail presse@helmholtz-muenchen.de, www.helmholtz-muenchen.de

Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ

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

Karlsruher Institut für Technologie

PRÄSIDIUM: Prof. Dr. Holger Hanselka, Präsident
Vizepräsidenten: Dr. Ulrich Breuer, Prof. Dr. Thomas Hirth, Prof. Dr. Oliver Kraft, Christine von Vangerow, Prof. Dr. Alexander Wanner
Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe; Campus Nord:
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1,
76344 Eggenstein-Leopoldshafen
Telefon 0721 608-0, Telefax 0721 608-44290
E-Mail info@kit.edu, www.kit.edu

Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft

STIFTUNGSVORSTAND: Prof. Dr. Martin Lohse, Vorstandsvorsitzender und Wissenschaftlicher Direktor, Dr. Heike Wolke, Administrativer Vorstand
Robert-Rössle-Straße 10, 13125 Berlin-Buch
Telefon 030 9406-0, Telefax 030 949-4161
E-Mail presse@mdc-berlin.de, www.mdc-berlin.de

Max-Planck-Institut für Plasmaphysik

(assoziiertes Mitglied)
DIREKTORIUM: Prof. Dr. Sibylle Günter, Vorsitzende und Wissenschaftliche Direktorin, Dr. Josef Schweinzer, Administrativer Geschäftsführer
Mitglieder des Direktoriums: Prof. Dr. Thomas Klinger, Prof. Dr. Hartmut Zohm
Boltzmannstraße 2, 85748 Garching
Telefon 089 3299-01, Telefax 089 3299-2200
E-Mail info@ipp.mpg.de, www.ipp.mpg.de

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 Außenbeziehungen

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

V.i.S.d.P.

Franziska Broer

Redaktion

Dr. Uli Rockenbauch, Roland Koch, Franziska Roeder

Bildnachweise

Seite 2: Adv. Opt. Mat. 5/2017, Fotolia/Leigh Prahter, KIT; S. 4: Andreas Heddergott/TU Muenchen; S. 5: PP, Jan Roeder; S. 6: HZB/David Ausserhofer; S. 7: Volker Lannert; S. 8: DESY; S. 10: Magdalena Jooss/TUM; S. 11: Alfred-Wegener-Institut/Kerstin Rolfs; DESY; S. 14: KIT; S. 18: David Ausserhofer; S. 22: Daniel Bayer; S. 26: DLR; S. 30: DESY; S. 34: RWTH Aachen; S. 39: HZI/Hallbauer & Fioretti; S. 45. Daderot (CC-BY-SA 3.0)/Montage: Helmholtz, KIT.

Auf den anderen Seiten finden Sie den Bildnachweis direkt am Bild.

Redesign/Satz

Franziska Roeder

Grundlayout

Angela Noldt

Druckerei

ARNOLD group, Großbeeren

Papier

Recy Star Polar (100% Altpapier, ausgezeichnet mit dem Blauen Engel, der EU-Blume und dem FSC-Label)

Stand: 1. September 2017 · ISSN 1865-6439

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

www.helmholtz.de/socialmedia

www.helmholtz.de/gb17