



HELMHOLTZ  
UNENTDECKTE WELTEN  
ERFORSCHEN

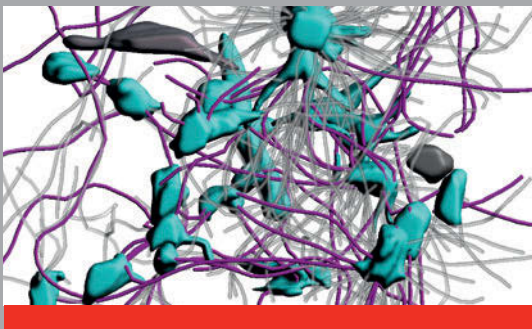
## GESCHÄFTSBERICHT 2016

DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT DEUTSCHER FORSCHUNGSZENTREN

## INHALT



**16 FUSIONSANLAGE WENDELSTEIN 7-X IN BETRIEB**  
Nach neun Jahren Bauzeit leuchtete am 3. Februar 2016 in der Fusionsanlage Wendelstein 7-X im Max-Planck-Institut für Plasmaphysik in Greifswald das erste Wasserstoff-Plasma.



**25 VERNETZUNG VON KREBSZELLEN VERHINDERN**  
Die Tumorzellen des extrem bösartigen Glioblastoms sind untereinander verbunden und vernetzt. Ein Ansatz für Therapiemaßnahmen.



**28 MASCOT – LANDUNG AUF EINEM ASTEROIDEN**  
Der Astroidenlander MASCOT soll 2018 an Bord der japanischen Sonde Hayabusa2 den Astroiden Ryugu erreichen und auf dessen Oberfläche aufsetzen.

<b>VORWORT</b>	<b>04</b>
Helmholtz – unentdeckte Welten erforschen	
<b>BERICHT DES PRÄSIDENTEN</b>	<b>05</b>
<b>ZEHN JAHRE PAKT FÜR FORSCHUNG UND INNOVATION</b>	<b>08</b>
<b>AKTUELLE PROJEKTE AUS DER HELMHOLTZ-FORSCHUNG</b>	<b>14</b>
Forschungsbereich Energie	14
Forschungsbereich Erde und Umwelt	18
Forschungsbereich Gesundheit	22
Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr	26
Forschungsbereich Materie	30
Forschungsbereich Schlüsseltechnologien	34
<b>LEISTUNGSBILANZ</b>	<b>38</b>
Ressourcen	38
Wissenschaftliche Leistung	40
Kosten und Personal	42
<b>WISSENSCHAFTLICHE PREISE UND AUSZEICHNUNGEN</b>	<b>45</b>
<b>ORGANE UND ZENTRALE GREMIEN</b>	<b>46</b>
<b>GOVERNANCESTRUKTUR DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT</b>	<b>48</b>
<b>STANDORTE DER FORSCHUNGSZENTREN</b>	<b>49</b>
<b>MITGLIEDSZENTREN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT</b>	<b>50</b>
Impressum	51

### HINWEIS ZUM BERICHTSZEITRAUM:

Der Helmholtz-Geschäftsbericht 2016 stellt die Entwicklungen in der Helmholtz-Gemeinschaft von 2015 bis zum 1. September 2016 dar. Die Leistungsbilanz bezieht sich ausschließlich auf das Kalenderjahr 2015. Sie können den Geschäftsbericht unter [www.helmholtz.de/gb16](http://www.helmholtz.de/gb16) auch als PDF herunterladen.

**Titelbild:** (von links nach rechts) DESY; Thomas Steuer; Uli Kunz; DLR; HZG; IPP; (Hintergrund) RMIKKA/ClickHere/Milosz\_G, shutterstock

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.**





Prof. Otmar D. Wiestler, Präsident

## HELMHOLTZ – UNENTDECKTE WELTEN ERFORSCHEN

Liebe Leserinnen und Leser,

ob Klimawandel, Energiewende oder Volkskrankheiten, die Helmholtz-Gemeinschaft hat den Anspruch und den Auftrag Lösungen für die großen Fragen unserer Gesellschaft zu finden. Dazu verfügen wir in einigen Bereichen über eine national und international herausragende Infrastruktur, auf die unsere exzellenten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in unterschiedlichen Forschungsdisziplinen bauen können und die ihnen einzigartige Forschung ermöglicht. Unsere innovativen Lösungen entwickeln wir sowohl im Zusammenspiel der einzelnen Helmholtz-Zentren als auch in vertrauensvoller Zusammenarbeit mit externen Partnern aus Wissenschaft, Wirtschaft, Gesellschaft und Politik.

Eine unserer besonderen Stärken ist die Interdisziplinarität und Systemkompetenz unserer Forschung und damit auch die Tatsache, dass wir die gesamte Innovationskette abdecken. Auf der Basis unserer starken Grundlagenforschung verfolgen wir die Erkenntnisse unserer Forscherinnen und Forscher konsequent weiter und bringen sie langfristig bis in die Anwendung. Die Impulse, die von dort kommen, befruchten wiederum den Ausgangspunkt des Prozesses. Für diesen Transfer braucht es neugierige, mutige und herausragende Talente, auf die wir sehr stolz sind.

Vor uns liegt eine Zukunft voller Herausforderungen, aber auch großartiger Chancen. Etwa in den Bereichen Information und Big Data oder Energie beispielsweise vollziehen sich die Entwicklungen derzeit in großen Schritten. Für die kommenden Jahre müssen und wollen wir deshalb richtungsweisende Entscheidungen treffen. Schon das Jahr 2016 und wohl auch der Beginn des Jahres 2017 werden im Zeichen wichtiger Weichenstellungen stehen. Unter anderem gilt es, ein Zukunftskonzept abzustimmen und dabei die Empfehlungen des Wissenschaftsrats aus dem vergangenen Oktober zu integrieren. Darüber und über die Aufgaben, die wir künftig angehen werden, halten wir sie in unterschiedlichen Formaten auf dem Laufenden. Auf den folgenden Seiten wollen wir zunächst einen Blick zurück auf die Erfolge und Entwicklungen des vergangenen Jahres werfen.

Ich wünsche Ihnen eine aufschlussreiche und unterhaltsame Lektüre.

Ihr Otmar D. Wiestler

# BERICHT DES PRÄSIDENTEN

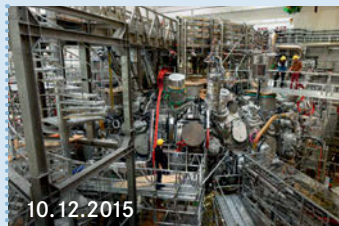
2015

06.10.2015

Das HZI feiert das 50-jährige Jubiläum des Forschungsstandorts Braunschweig-Stöckheim

30.11.2015

Die UN-Klimakonferenz startet in Paris und wird zu einem großen Erfolg für die Klimaschützer und Forscher



10.12.2015

Fusionsanlage Wendelstein 7-X geht in Betrieb

11.12.2015

Leibnizpreise an Frank Bradke (DZNE) und Emmanuelle Charpentier (HZI)

Nach 10 Jahren als Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft übergab Jürgen Mlynek am 1. September 2015 das Amt an seinen Nachfolger Otmar D. Wiestler. Ein erster Rückblick des neuen Präsidenten auf ein bewegtes Jahr 2015 und ein Ausblick auf eine Zukunft mit vielen Herausforderungen.

Die Helmholtz-Gemeinschaft hat eine große Aufgabe. Sie leistet entscheidende Beiträge zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen, die unser Heute und Morgen bestimmen. Wir wollen die Zukunft unseres Landes und der Welt durch Spitzenforschung aktiv mitgestalten und so langfristig die Lebensgrundlagen des Menschen erhalten und verbessern. Während der Amtszeit meines Vorgängers Jürgen Mlynek wurde eine hervorragende Basis dafür gelegt.

Auf meinen Reisen durch die Zentren zum Beginn meiner Amtszeit im Herbst 2015 konnte ich mich mit eigenen Augen davon überzeugen, auf welcher außergewöhnlichen Weise Helmholtz seine vielen Forschungsthemen entlang der gesamten Innovationskette, also von der Grundlagenforschung, über Forschung und Entwicklung bis hin zur Anwendung und zurück bearbeitet. Die spannenden Eindrücke stimmen mich sehr zuversichtlich für die Zukunft.

Die im Jahr 2014 beschlossene Verlängerung des Paktes für Forschung und Innovation, die uns bis zum Jahr 2020 einen jährlichen finanziellen Zuwachs von drei Prozent gewährleistet, ist eine solide Basis, um die Leistungsfähigkeit von Helmholtz zu bewahren und auszubauen. Sie eröffnet uns die notwendigen Handlungs- und Entwicklungsfreiräume. Dies gilt sowohl für den inhaltlichen als auch für den personellen Bereich. Der eingeschlagene Weg ist bisher von Erfolg gekrönt. Nicht ohne Grund hat die Gemeinsame Wissenschaftskonferenz (GWK) den Pakt in ihrer jüngsten Evaluation als „ein Erfolgsmodell für nachhaltiges gemeinsames Handeln von Bund und Ländern“ bezeichnet.

## Spitzenforschung

Die hohe Qualität der Forschung in den einzelnen Zentren spiegelt sich auch in den zahlreichen hochrangigen Auszeichnungen für Wissenschaftler wider. So erhielt beispielsweise Frank Bradke vom Deutschen Zentrum für Neurodegenerative

Erkrankungen (DZNE) für seine wegweisenden Forschungen auf dem Gebiet der regenerativen Neurobiologie den Leibniz-Preis 2016. Diese Ehre wurde auch Emmanuelle Charpentier zu Teil, die die Helmholtz-Gemeinschaft inzwischen verlassen hat und ans Max-Planck-Institut für Infektionsbiologie nach Berlin gewechselt ist. Bereits 2015 wurde einer der Leibniz-Preise an den Helmholtz-Forscher Henry Chapman vom Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY verliehen. Besonders erwähnenswert ist auch, dass mit Tiffany Knight erneut eine Nominierung für eine Alexander von Humboldt-Professur erfolgreich war. Frau Knight arbeitet seit dem 1. Juli 2015 am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung-UFZ und an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Doch nicht nur national gehören Helmholtz-Forscher zur Forschungselite, auch international erfahren sie große Anerkennung. So gingen in der aktuellen Ausschreibungsrunde des Europäischen Forschungsrats (ERC) insgesamt 16 Bewilligungen an Helmholtz-Wissenschaftler: sieben Starting Grants und neun Consolidator Grants. In der letzten Ausschreibungsrunde des siebten Forschungsrahmenprogramms waren es noch neun ERC-Förderungen, die Helmholtz in diesen beiden Förderlinien für sich verbuchen konnte. Im Nature-Index belegte die Helmholtz-Gemeinschaft den achten Platz und festigte damit ihre Top-10-Platzierung.

## Talent-Management

Unsere herausragenden Mitarbeitern wollen wir in der Wissenschaft wie in der Administration ideale Entfaltungsmöglichkeiten an jeder Stelle ihres individuellen Karrierewegs bieten. Ein wichtiges Förderinstrument ist dabei die Helmholtz-Akademie. Im Jahr 2015 absolvierten insgesamt 87 Helmholtz-Mitarbeiter verschiedene Module der Akademie. Einer von ihnen ist Jörg Wadzack. Seit wenigen Monaten ist er der neue Kanzler der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.

# 2016

21.12.2015

Erste Elektronen im European XFEL des DESY beschleunigt

22.02.2016

Start des Weltbiodiversitätsrats in Kuala Lumpur. Wie auch beim Weltklimagipfel sind gleich eine ganze Reihe von Helmholtz-Forschern an der Veranstaltung beteiligt

31.04.2016

Helmholtz-Geschäftsführer Rolf Zettl wechselt ans Berliner Institut für Gesundheit (BIH)

18.05.2016

Bundeskanzlerin Merkel besucht DLR und ESA in Köln. Im Rahmen dessen wurde bekanntgegeben, dass Alexander Gerst erster deutscher ISS-Kommandant wird und erneut ins All fliegt



Natürlich versuchen wir auch, bereits etablierte externe Kräfte aus Wissenschaft und Administration von den Vorzügen der Helmholtz-Gemeinschaft zu überzeugen. Für die Zeit von 2013 bis 2017 stehen deshalb in der Rekrutierungsinitiative rund 118 Millionen Euro für die Rekrutierung von anerkannten Wissenschaftlern zur Verfügung. Zwischen 2012 bis 2015 konnten insgesamt 70 herausragende Rekrutierungsvorschläge positiv entschieden werden. Die Stärkung von Frauen unter den wissenschaftlichen Führungskräften ist uns ein besonders großes Anliegen. In den bislang abgeschlossenen 31 Berufungsverfahren im Rahmen der Initiative konnten sich 20 Frauen durchsetzen. Im Jahr 2015 haben wir herausragende Forscherinnen wie Simone Techert, Sara Gleeson oder Simone Raoux in die Helmholtz-Gemeinschaft aufgenommen. Diese Rekrutierungen bereichern die Forschungsarbeiten von Helmholtz und zeigen, dass wir international ein attraktiver Arbeitgeber für Spitzenforscher sind.

## Infrastruktur

Ein wichtiger Teil der Helmholtz-Mission ist es, große Forschungsinfrastrukturen zu entwickeln, zu betreiben und sie dem nationalen und internationalen Wissenschaftssystem zur Verfügung zu stellen. Eines der herausragenden Ereignisse in diesem Bereich war der Betriebsstart der Fusionsanlage Wendelstein 7-X im Max-Planck-Institut für Plasmaphysik in Greifswald (assoziiertes Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft) am 10. Dezember 2015. Wendelstein 7-X, die weltweit größte Fusionsanlage vom Typ Stellarator, erschließt eine völlig neue Dimension der Fusionsforschung.

Beim Bau der „Facility for Antiproton and Ion Research“ (FAIR) konnten tiefgreifende Änderungen im Projektmanagement vorgenommen und die Schlüsselpositionen in der gemeinsamen Wissenschaftlichen, Technischen und Administrativen Geschäftsführung von GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung und FAIR GmbH besetzt werden. Dies schafft eine hervorragende Voraussetzung, um die geplante Fusion von FAIR GmbH und GSI zu einem „International Helmholtz Centre“ voranzutreiben. Einen weiteren großen Erfolg konnte das Helmholtz-Zentrum Geesthacht – Zentrum für Material- und Küstenforschung (HZG) mit der Inbetriebnahme des neuen Hochleistungsrechners „Mistral“ für Klimasimulationen feiern.

Sein Standort ist das Deutsche Klimarechenzentrum in Hamburg. Die Klimaforschung spielt innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft auch an anderer Stelle eine herausragende Rolle. So gelang es Forschern des Alfred-Wegener-Instituts für Polarforschung (AWI) die Umweltbedingungen im Antarktischen Ozean der letzten 30.000 Jahre zu rekonstruieren. Forscher des GEOMAR konnten zeigen, dass die Häufigkeit extremer („Super-“) El Niños als Folge der globalen Erwärmung zunehmen wird. Die Beteiligung von Helmholtz als Koordinator an drei der vier von der Bundesregierung geförderten Kopernikus-Projekte zur Energiewende zeigt, dass wir auch auf diesem Gebiet deutschlandweit führend sind und bleiben werden. Im Forschungsbereich Energie wird im Großen wie im Kleinen an faszinierenden Entwicklungen gearbeitet, die einen wichtigen Beitrag zur effizienteren und umweltverträglicheren Energienutzung liefern. In diese Kategorie fallen beispielsweise am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) entwickelte Speichersysteme. Ebenso interessant sind die am Helmholtz-Zentrum Berlin (HZB) entwickelten Solarzellen mit einem deutlich höheren Wirkungsgrad. Forschern des HZB und des DESY ist es gelungen, neuartige Katalysatoren für die chemische Speicherung von Sonnenenergie zu entwickeln. Im Bereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr konnte Helmholtz in diesem Jahr ebenfalls eindrucksvolle Erfolge feiern. So ist das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) einer der Nutzer des neuen, europaweit einzigartigen Parabelflugzeugs, des ehemaligen „Kanzler-Airbus“ A310-304 VIP. Der Astroidenlander Mascot hat Kurs auf sein Ziel, den Astroiden Ryugu, genommen. Bereits angekommen ist die Sonde Dawn, die seit dem 6. März den Zwergplaneten Ceres umkreist und sich ihm bis auf 375 Kilometer näherte. Ein weiterer Meilenstein unserer Arbeit ist der erfolgreiche Ausbau des Nationalen Zentrums für Tumorerkrankungen (NCT) in Heidelberg und in Dresden. Dies ist ein wichtiger Schritt, um den Bereich der individualisierten Krebsmedizin auf internationalem Spitzenniveau noch aktiver voranzutreiben. Doch nicht nur Krebs, auch andere Volkskrankheiten stehen im Fokus unserer Forschungsaktivitäten. So ebneten Laboruntersuchungen am Deutschen Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE) den Weg für eine vielversprechende klinische Studie mit Alzheimer-Patienten.

09.06.2016

Das Institut für Kommunikation und Navigation des DLR feiert in diesem Jahr sein 50-jähriges Bestehen

14.06.2016

Das wissenschaftliche Zentrum des CTA-Observatoriums kommt nach Deutschland



16.06.2016

Die vom HZG geleitete Expedition „Uhrwerk Ozean“ startet in Berlin

01.08.2016

Franziska Broer wird neue Geschäftsführerin der Helmholtz-Gemeinschaft

### Gesellschaftliche Verantwortung

Das G7-Treffen in diesem Jahr hat eindrücklich gezeigt, dass der Klimawandel und der Schutz der Meere von den führenden Industrienationen als wichtige Aufgaben für die Zukunft gesehen werden. Helmholtz leistet durch die herausragende Arbeit im Forschungsbereich Erde und Umwelt wertvolle Beiträge zur Lösung dieser Herausforderungen. Das zeigte etwa die aktive Teilnahme unserer Wissenschaftler am Weltklimagipfel in Paris und die Beratung der Bundesregierung zu aktuellen Fragen der Klimapolitik im Vorfeld dazu.

Neben der Klimaproblematik wurden auch Antibiotikaresistenzen während des G7-Treffens als großes Problem von internationaler Tragweite ausgemacht. Helmholtz ist mit dem Helmholtz-Institut für Pharmazeutische Forschung Saarland (HIPS) hier bestens aufgestellt. Bei den Jubiläumsveranstaltungen zum 50-jährigen Bestehen des HZI in Braunschweig wurde ebenfalls deutlich, dass dieser Bereich mit herausragenden Experten besetzt ist, die schon heute zur internationalen Wissenschaftler-Spitze gehören.

Angesichts einer seit dem letzten Jahr besonders dramatischen Entwicklung übernehmen wir auch in einem anderen Feld gesellschaftliche Verantwortung: Gemeinsam mit der Bundesagentur für Arbeit haben wir eine Flüchtlingsinitiative gestartet. Damit leisten wir einen aktiven Beitrag zur Integration von Menschen, die ihre Heimat wegen Krieg oder Vertreibung verlassen mussten. Viele unserer Zentren sind hier aktiv. Dafür möchte ich mich an dieser Stelle ausdrücklich bei den Kollegen bedanken, die vor Ort Sorge dafür tragen, geflohenen Menschen hierzulande eine neue Chance zu bieten und ihnen die Integration zu erleichtern.

### Helmholtz als strategischer Kooperationspartner

Mit der Weiterführung der Exzellenzinitiative haben die Universitäten jüngst ein starkes Signal für ihre strategische Bedeutung an unserem Wissenschaftsstandort erhalten. Die Helmholtz-Gemeinschaft wird den Universitäten weiterhin eine vielfältige und nachhaltige Unterstützung anbieten. Gemeinsam können wir das Wissenschaftssystem in Deutschland auf exzellentem Niveau halten und im internationalen Vergleich stärken. Die gemeinsam mit Universitäten gegründeten Helmholtz-Institute zum Beispiel sind auch in Zukunft ein wichtiger

Baustein der Helmholtz-Strategie, der weiter ausgebaut wird. Um die großen Herausforderungen zu meistern, dürfen wir jedoch nicht nur national denken. Partnerschaften mit anderen Ländern zu knüpfen und zu stärken, um die globale Dimension vieler gesellschaftlicher Probleme zu erfassen, ist ein wichtiger Teil unseres Forschungsauftrags. Im Jahr 2015 feierten wir beispielsweise zusammen mit israelischen Partnern 50 Jahre deutsch-israelische diplomatische Beziehungen. Der Wissenschaft kommt dabei eine besondere Rolle zu. In den vergangenen Jahrzehnten hat sie als stabile Brücke und Kommunikationsplattform fungiert. Mit dem DKFZ-MOST-Programm, das sein 40-jähriges Jubiläum feierte, leistet die Helmholtz-Gemeinschaft einen wesentlichen Beitrag zu dieser Tradition.

### Unsere Zukunft

Um die großen Aufgaben, die wir zu erfüllen haben, nachhaltig anzugehen, ist vor allem eines wichtig: Wandlungsfähigkeit. Neue Forschungsfelder müssen wir immer wieder erkennen, aufgreifen und umsetzen. Damit entwickeln wir uns selbst unablässig. Wissenschaftliche Neugier geht immer auch einher mit institutionellem Wandel. Das werden wir in Zukunft leben – so wie wir es in unserer bewegten Geschichte stets gelebt haben. Im vergangenen Oktober hat uns der Wissenschaftsrat „Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Programmorientierten Förderung“ gegeben. Diese Anregungen berücksichtigen wir derzeit in unseren Überlegungen zur Neuausrichtung unserer Gemeinschaft. Im Fokus der Diskussionen auf verschiedenen Ebenen steht dabei, dass Helmholtz seine Systemkompetenz weiter ausbauen und den wissenschaftlichen Impact bei den Zukunftsthemen stärken will und muss. Die einzelnen Forschungsbereiche sollen weiter gestärkt werden und sich zukunftsorientiert entwickeln.

Wie das strategisch umgesetzt wird, soll noch im Jahr 2016 entschieden werden. Die Zentren werden für diese Entwicklung der Motor sein. Dank des großen Potenzials unserer Mitarbeiter, unserer Systemkompetenz und unserer herausragenden Infrastruktur werden wir auch in den kommenden Jahren in allen wichtigen Prozessen im Wissenschaftsbereich eine herausragende Rolle spielen.



# ZEHN JAHRE PAKT FÜR FORSCHUNG UND INNOVATION

Der Pakt für Forschung und Innovation garantiert der Helmholtz-Gemeinschaft wie den anderen außeruniversitären Forschungsorganisationen für die Jahre 2015 bis 2020 ein Budget mit einem jährlichen Aufwuchs von drei Prozent. Wie der Pakt durch die Helmholtz-Gemeinschaft und ihre Mitgliedszentren über die zehn Jahre der beiden bisherigen Paktperioden bis 2015 erfüllt wurde, zeigt der Bericht auf den folgenden Seiten.

Mit dem Pakt für Forschung und Innovation haben Bund und Länder hervorragende Entwicklungsbedingungen für die beteiligten Forschungsorganisationen geschaffen. Die Helmholtz-Gemeinschaft nutzt ihren zusätzlichen Spielraum konsequent für den Ausbau ihres Forschungsportfolios im Dienst der Mission, für die Rekrutierung und Weiterentwicklung von Talenten, für den Technologietransfer sowie für die Vernetzung innerhalb des Wissenschaftssystems und mit internationalen Partnern.

Die Arbeit der Helmholtz-Gemeinschaft ist der Aufgabe gewidmet, Forschung mit hoher gesellschaftlicher Relevanz zu betreiben, um den großen Herausforderungen von Gesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft zu begegnen. Die grundfinanzierte Forschung ist in Programmen organisiert, die auf diese Mission ausgerichtet sind. In den zurückliegenden Jahren der beiden Perioden des Pakts hat die Gemeinschaft ihr Forschungsportfolio programmatisch weiter auf gesellschaftlich relevante Forschungsziele ausgerichtet. Themen wie alternative Energiequellen, Auswirkungen der Erderwärmung und Supercomputing sind ebenso fest im Forschungsspektrum der Gemeinschaft verankert wie die Entwicklung neuer Antibiotika und neuer Krebstherapien, autonomes Fahren oder Nanotechnologien. Helmholtz hat sich dabei als ein verlässlicher Partner der Politik bei der Umsetzung von forschungspolitischen Zielen erwiesen.

Die Erfolgsbilanz der Forschungsleistung der letzten zehn Jahre kann auf drei Nobelpreise, zehn Leibnizpreise, 81 ERC-Grants, substantielle Beteiligungen an Projekten der Exzellenzinitiative sowie zahlreiche internationale Rekrutierungen exzellenter Forscherinnen und Forscher verweisen. Spitzenplätze in zwei bedeutsamen bibliometrischen Ranglisten, die die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit der internationalen TOP 200 Forschungsorganisationen abbilden und die von der Nature Publishing Group veröffentlicht werden, zeugen ebenso von der Stärke der Helmholtz-Forschung wie die


maßgebliche Beteiligung an international sichtbaren Projekten wie der Rosetta/Philae-Mission, die die Entstehungsgeschichte unseres Sonnensystems erforschen will.

Der Wissenschaftsrat attestiert der Gemeinschaft in seinen jüngsten „Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Programmorientierten Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft“: „Die Helmholtz-Gemeinschaft hat seit ihrer Gründung eine dynamische Entwicklung vollzogen. [...] Sie hat [...] sich nicht zuletzt durch die Einführung der Programmorientierten Förderung als strategie- und handlungsfähiger Akteur etabliert und intensiv mit anderen Akteuren des deutschen Wissenschaftssystems vernetzt [...]“

## Neue Forschungsfelder mit strategischer Bedeutung

In allen sechs Forschungsbereichen werden erfolgreiche und als exzellent bewertete Themen bearbeitet, die Schwerpunkte bei relevanten Zukunftsfragen setzen. Die Helmholtz-Gemeinschaft hat sich in den vergangenen zehn Jahren außerordentlich dynamisch entwickelt: Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) entstand aus einer Fusion und das Deutsche Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE) wurde ebenso wie das Berliner Institut für Gesundheitsforschung gegründet. Das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf und das GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung sind in die Gemeinschaft gekommen. Darüber hinaus wurden sieben Helmholtz-Institute gemeinsam mit Universitäten gegründet und damit wichtige Zukunftsfelder wie die Batterieforschung besetzt. Im Forschungsbereich Gesundheit haben die Helmholtz-Zentren dank der Mittel aus dem Pakt für Forschung und Innovation stark in die translationale Forschung investiert. Mit dem Aufbau lokaler Translationszentren in Kooperation mit den Universitätskliniken wurden an allen Helmholtz-Gesundheitszentren Infrastruktur-Plattformen geschaffen, die den Transfer von relevanten Erkenntnissen aus der Grundlagenforschung in die klinische Anwendung markant beschleunigen:





das Nationale Centrum für Tumorerkrankungen (NCT) am Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) in Heidelberg mit einem neuen Partnerstandort in Dresden, das Zentrum für Experimentelle und Klinische Infektionsforschung (TWIN-CORE) am Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI), das Diabetes Study Centre und das Comprehensive Pneumology Center (CPC) am Helmholtz Zentrum München (HMGU) und das Experimental and Clinical Research Center (ECRC) am Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft (MDC). Die Erkenntnisse dienen dazu, neue Strategien zur Diagnose, Prävention und Therapie zu entwickeln – ganz im Sinne des translationalen Ansatzes: Neue Ergebnisse werden schnellstmöglich in die klinische Anwendung gebracht.

#### **Beispiel: Neue Therapiekonzepte für Diabetes**

Über ein komplexes Netzwerk von Signalstoffen kommunizieren Magen, Darm sowie Bauchspeicheldrüse mit dem Gehirn – und umgekehrt. Bei Diabetes und Adipositas ist dieses Zusammenspiel gestört. Neue Therapiekonzepte setzen deshalb genau bei dieser Störung an. Chirurgische Therapien bei Adipositas, wie der Magenbypass, führen bei den Patienten zu einem verbesserten Blutzuckerspiegel, noch bevor sie Gewicht verlieren. Den gleichen Effekt konnten Wissenschaftler am Helmholtz Zentrum München um Matthias Tschöp erreichen, indem sie, statt eine aufwendige Operation durchzuführen, einen Teil des Dünndarms durch einen eingebrachten Schlauch ausschalteten. Diese Methode ist wesentlich schonender und lässt sich wieder rückgängig machen. Tschöp und sein Team fanden heraus, dass die Empfindlichkeit für das Darmhormon GLP-1 (Glucagon-like Peptide 1) entscheidend dafür ist, wie effektiv eine chirurgische Maßnahme wirkt. Ein entsprechender Hormontest könnte es künftig ermöglichen, operative Methoden personalisiert einzusetzen.

#### **Vernetzung**

In den vergangenen zehn Jahren sind die internationalen Forschungsaktivitäten der Helmholtz-Gemeinschaft und ihrer Zentren deutlich gewachsen sowie systematischer und intensiver geworden. Die Gemeinschaft hat in der internationalen Zusammenarbeit konsequent ihr Ziel verfolgt, langfristige Kooperationen mit strategisch wichtigen Partnern aufzubauen. Heute ist eine rege Zusammenarbeit mit Russland, China, Kanada und Israel etabliert. Ebenso hat die Gemeinschaft nach-

haltige Partnerschaften mit der Wirtschaft aufgebaut, um den Wissens- und Technologietransfer voranzutreiben. Mit den großen Forschungsinfrastrukturen ist ein Kristallisationskern für die Internationalisierung Bestandteil der Mission der Helmholtz-Gemeinschaft. Von der Attraktivität dieser Plattformen zeugen nicht zuletzt die großen Zahlen an Gastwissenschaftlerinnen und Gastwissenschaftlern, die nach Deutschland kommen, um an den einzigartigen Forschungsinfrastrukturen ihre wissenschaftlichen Projekte voranzutreiben.

#### **Chancengleichheit**

Die Förderung von Frauen ist ein Ziel, das die Helmholtz-Gemeinschaft in beiden Paktperioden konsequent verfolgt hat. Die vielfältigen Aktivitäten der Helmholtz-Gemeinschaft zur Förderung von Frauen konzentrieren sich auf drei große Handlungsfelder: Rekrutierung, Weiterentwicklung und Vernetzung. Die Entwicklung der Besetzung von W3-Professuren über die beiden Paktperioden, ist sehr erfreulich: Lag der Frauenanteil bei den Neubesetzungen 2008 noch bei 26 Prozent, sind es 2015 bereits 42 Prozent; der Blick auf die absoluten Zahlen zeigt vor allem über die letzten fünf Jahre ein stetiges Wachstum. Damit leistet die Helmholtz-Gemeinschaft einen wichtigen Beitrag zur Erfüllung der Zielquoten in diesem Bereich.

#### **Talent-Management**

Die Besten zu gewinnen, sie zu fördern und weiterzuentwickeln, ist Teil der Strategie von Helmholtz. Die Gemeinschaft hat in Ergänzung zur Nachwuchsförderung in den Helmholtz-Zentren übergreifende Fördermaßnahmen im Rahmen des Impuls- und Vernetzungsfonds konzipiert und mit substanziellen Mitteln aus dem Pakt für Forschung und Innovation unterstützt. Diese Förderinstrumente haben sich mittlerweile zu einem umfassenden strategischen Talent-Management entwickelt, das begabten Nachwuchskräften an allen Stationen ihres Karrierewegs attraktive Bedingungen bietet. Erfolgreiche Programme wie die Helmholtz-Nachwuchsgruppen für internationale Spitzentalente oder das W2/W3-Programm zur Gewinnung und Unterstützung exzellenter Nachwuchswissenschaftlerinnen werden auch in Zukunft weitergeführt. Der erfolgreiche Ausbau der Helmholtz-Akademie zu einem einzigartigen Anbieter wissenschaftsspezifischer Führungskräfte Trainings komplettiert die Förderlinien des Talent-Managements.

## REKRUTIERUNGSINITIATIVE

Wissenschaftliche Leitungspositionen sind ein wesentliches profilbildendes Element jeder Forschungseinrichtung. Als gemeinsame Berufungen mit Universitäten sind sie gleichzeitig ein wichtiges Bindeglied zwischen der außer-universitären Forschungsorganisation Helmholtz und ihren universitären Partnern. In den letzten Jahren hat es die Helmholtz-Gemeinschaft verstanden, viele exzellente jüngere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an sich zu ziehen, auch durch die erfolgreichen Förderinstrumente des Impuls- und Vernetzungsfonds wie Helmholtz-Nachwuchsgruppen oder W2/W3-Stellen für exzellente Professorinnen.

### Spitzenforscher gezielt anwerben

Mit der Rekrutierungsinitiative hat die Helmholtz-Gemeinschaft ein weiteres wirkungsvolles Instrument etabliert. Die Rekrutierungsinitiative ist Teil einer Rahmenstrategie für das Talent-Management. Sie wurde 2012 von der Helmholtz-Gemeinschaft erarbeitet. Ihr Ziel ist es unter anderem strategisch orientiert und aktiv zu rekrutieren sowie die Mitarbeiterschaft insbesondere mit Blick auf Geschlecht und Internationalität zu diversifizieren. Dafür widmet die Helmholtz-Gemeinschaft einen Teil des Aufwuchses aus dem Pakt für Forschung und Innovation dezidiert der Gewinnung von Spitzenforschern, vor allem aber von Spitzenforscherinnen.

### Zahlreiche erfolgreiche Berufungen

Für die Zeit von 2013 bis 2017 stehen 118 Millionen Euro für diesen Zweck zur Verfügung. Entsprechend der Ausschreibung konnten für Berufungen im Zeitraum 2012 bis 2015 insgesamt 70 Rekrutierungsvorschläge positiv entschieden werden. Die Strategie, aktiv und konsequent international zu rekrutieren, hat sich ausgezahlt: Bis Ende 2015 liefen im Rahmen der Initiative Verhandlungen zur Gewinnung von 52 hochkarätigen Forscherpersönlichkeiten, davon 33 Wissenschaftlerinnen. Bislang wurden in diesem Rahmen 30 Berufungsverfahren erfolgreich abgeschlossen, 20 der Berufenen sind Frauen.

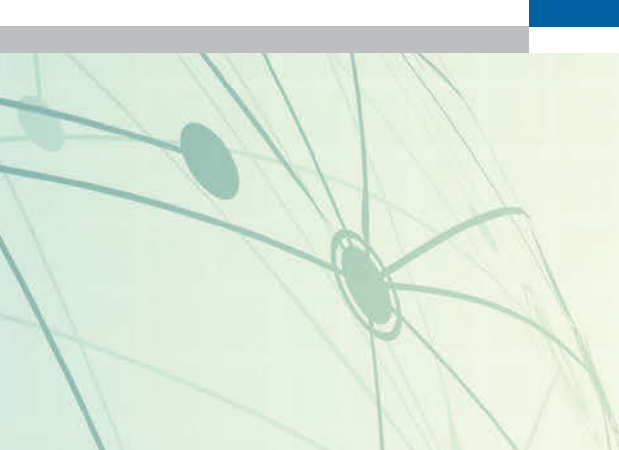


„I appreciate the freedom and flexibility that this funding provides. It allowed me to initiate several new research projects simultaneously as soon as I started the position. I expect that the support I am receiving today will make me competitive for third party funding in the future. As a new arrival to the UFZ, I was impressed with how efficiently the purchasing and hiring processes have gone. UFZ has excellent administrative coordination and they are very welcoming to foreigners joining the institution.“

### PROF. DR. TIFFANY KNIGHT

Leiterin der Arbeitsgruppe „Räumliche Interaktionsökologie“  
am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ





„Von den Möglichkeiten für die Forschung an neuen Energiematerialien am HZB bin ich begeistert, besonders von der Infrastruktur am Synchrotron BESSY II und dem neuen „Energy Materials Insitu Lab (EMIL)“ am BESSY II. Meine Pläne für die nächsten Jahre sind die endgültige Fertigstellung des EMIL Labors und seine intensive Nutzung für die Energiematerialforschung sowie der Aufbau von Industriekollaborationen bei EMIL.“

**PROF. DR. SIMONE RAOUX**

Leiterin des Instituts für Nanospektroskopie am Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)



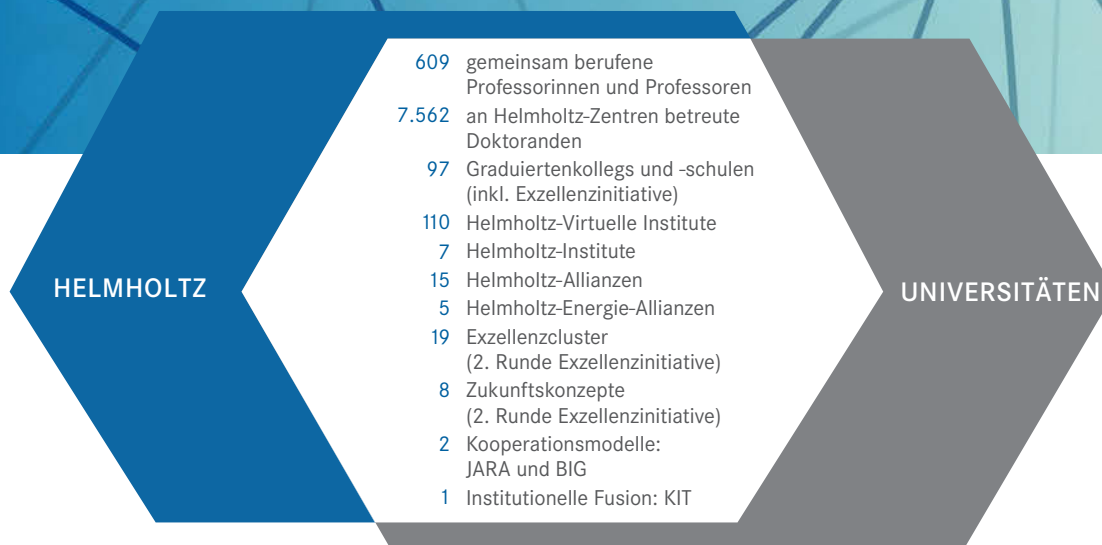
„I joined the GeoForschungsZentrum Potsdam from a top university because I wanted to establish a wide-ranging, interdisciplinary research programme with a long time line. Support from the Recruiting Initiative has allowed me to assemble an exciting group of young researchers from a variety of backgrounds to work together on the dynamics of Earth’s surface. What has struck me most is the potential for far-reaching, comprehensive work on the dynamics of planet Earth as a system.“

**PROF. DR. NIELS HOVIUS**

Leiter der Sektion Geomorphologie am Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ







Helmholtz und die Universitäten: Vernetzung über Köpfe, Projekte und Institutionen (Berichtsjahr 2015)

## UNSERE KOOPERATIONEN

Das Ziel des Pakts für Forschung und Innovation, Wissenschaftseinrichtungen mit gemeinsamen Forschungsinteressen eng zu vernetzen, ist auch ein strategisches Ziel der Helmholtz-Gemeinschaft.

So wurde insbesondere die Kooperation mit den Universitäten in den vergangenen zehn Jahren stetig ausgebaut. Zudem wurden für diese Kooperationen neue Modelle entwickelt. Hierfür stehen einerseits große, auf Dauer angelegte Fusions- und Kooperationsprojekte, etwa das Karlsruher Institut für Technologie, das Berliner Institut für Gesundheitsforschung, die Jülich Aachen Research Alliance oder die Helmholtz-Institute. Andererseits gibt es dynamisch-flexible Kooperationsprojekte wie die Helmholtz-Allianzen und die Helmholtz-Virtuellen Institute. Zudem ist die Gemeinschaft an allen Deutschen Zentren für Gesundheitsforschung nicht nur maßgeblich beteiligt, sondern hat diese auch mitinitiiert. Viele weitere spezifische Kooperationsformen, beispielsweise in der Nutzung von Forschungsinfrastrukturen oder in der Nachwuchsförderung, führen komplementäre Stärken von Helmholtz-Zentren und Partnern in der Region zusammen. Helmholtz-Institute geben strategischen Partnerschaften zwischen Helmholtz-Zentren und Universitäten eine besondere Intensität. Durch die Gründung einer Außenstelle eines Helmholtz-Zentrums auf dem Campus der Hochschule entsteht die Grundlage für eine dauerhafte enge Zusammenarbeit auf spezifischen Forschungsfeldern. Helmholtz-Institute werden institutionell mit fünf Millionen Euro pro Jahr gefördert und berufen ihre leitenden Wissenschaftler gemeinsam

mit der Partneruniversität. Die besondere Leistung der Gemeinschaft für die so entstehenden Netzwerke ist die Kopplung von thematisch einschlägiger Forschungskompetenz mit der Fähigkeit, Großprojekte methodisch und organisatorisch maßgeblich zu unterstützen. Inzwischen haben sieben Helmholtz-Institute ihre Arbeit aufgenommen. Die Gründung weiterer Institute wird derzeit vorbereitet.

In den Helmholtz-Allianzen setzen Verbünde aus Universitäten, Helmholtz-Zentren und anderen außeruniversitären Partnern ihre gebündelte Kompetenz ein, um in strategisch wichtigen Forschungsfragen rasch Fortschritte und internationale Sichtbarkeit zu erreichen. Helmholtz-Allianzen verfügen über eine eigene Managementstruktur. Sie entwickeln gezielte Konzepte zur Nachwuchsförderung und Umsetzung der Chancengleichheit. Das Gesamtvolumen einer Allianz beträgt etwa fünf Millionen Euro pro Jahr für einen Zeitraum von fünf Jahren. Insgesamt wurden und werden 15 Allianzen und zusätzlich fünf Energie-Allianzen gefördert.

Die Helmholtz-Virtuellen Institute sind kleinere flexible Netzwerke mit universitären Partnern. Sie greifen spezifische Forschungsthemen gemeinsam neu auf und beziehen internationale Kompetenzen ein. Sie sind nicht notwendiger Weise langfristig strukturbildend, sondern haben einen stärkeren Projektcharakter. Die Virtuellen Institute werden mit jährlich bis zu 600.000 Euro über drei bis fünf Jahre aus dem Impuls- und Vernetzungsfonds gefördert, dazu kommen Eigenmittel der Zentren. Seit Etablierung des Instruments wurden 110 Virtuelle Institute gefördert.

## WISSENS- UND TECHNOLOGIETRANSFER

Von der Helmholtz-Forschung gehen wichtige Impulse für viele unserer Lebensbereiche aus, in den Bereichen Medizin oder Klima etwa, für die Energieversorgung oder den Umweltschutz. Die langfristige Forschung an drängenden Herausforderungen ermöglicht nicht nur den Wissenstransfer an gesellschaftliche Akteure, sondern auch disruptive Innovationen. Von Vorteil ist dabei, dass die Helmholtz-Gemeinschaft die komplette Innovationskette von der Grundlagenforschung bis hin zur Anwendung abbilden kann. Dem Technologietransfer kommt dabei die wichtige Rolle zu, die Wissenschaftler bei der Übergabe der Forschungsergebnisse an Partner aus der Wirtschaft zu unterstützen. Zahlreiche Beispiele aus den 18 Transferstellen der Zentren belegen auch 2015 die Erfolge in diesem Bereich: Dazu gehören Preise und Finanzierungsrunden für unsere High-Tech-Ausgründungen (etwa der Innovationspreis NRW für das Spin-off „Sense up“ aus dem FZ Jülich), erfolgreiche Lizenzierungen (etwa das Validierungsfondsprojekt Miro Lab aus dem DLR) oder Kooperationen (etwa die strategische Partnerschaft zwischen Bayer und DKFZ). Auch die Zahlen spiegeln Erfolge wider:

- Die Zahl der Ausgründungen ist in den letzten drei Jahren merklich gestiegen und lag 2015 auf dem Rekordniveau von 21 Spin-offs. Seit 1995 sind damit insgesamt rund 200 Unternehmen aus der Helmholtz-Gemeinschaft hervorgegangen; die Insolvenzquote liegt weiterhin unter zehn Prozent.
- Die Erträge aus Kooperationen mit der Wirtschaft sind mit ca. 150 Millionen Euro weitgehend konstant, wobei seit der Schärfung der Kennzahldefinition im Jahr 2013 wieder ein leichter Anstieg zu verzeichnen ist. Darüber hinaus gibt es einen Anstieg der Interaktionen mit der Wirtschaft, beispielsweise im Rahmen von strategischen Partnerschaften, geförderten Innovationsprojekten oder Industrienutzungen der Infrastrukturen.
- Die Erlöse aus Lizenzen und Optionen sind hingegen volatil: Nachdem 2012 und 2013 vor allem durch Einmaleffekte ein Anstieg auf über 20 Millionen Euro zu verzeichnen war, sanken die Erlöse 2015 auch durch das Auslaufen von sehr ertragreichen Lizenzen auf 11,7 Millionen Euro. Für die kommenden Jahre sind allerdings wieder steigende Erlöse zu erwarten, etwa aus einem erfolgreich lizenzierten Validierungsprojekt.

Die Aktivitäten der Zentren werden intensiv von der Gemeinschaft unterstützt, etwa durch strategische Rahmensetzungen, Veranstaltungsformate und interne Förderinstrumente.

- Mit den Eckpunktepapieren zur strategischen Weiterentwicklung des Technologietransfers und des Wissenstransfers wurde 2015 eine umfassende Transferstrategie verabschiedet. Zentrale Maßnahmen der Strategie wurden 2015 im Einklang mit der Pakt-Selbstverpflichtung „Helmholtz im Innovationsgeschehen“ etabliert. Auch zur Steigerung und Incentivierung von Transferaktivitäten in die Gesellschaft sind Maßnahmen vorgesehen, die die positive Wirkung der Forschung erhöhen und sie transparenter machen. Hier gibt es bereits herausragende Beispiele, wie den Krebsinformationsdienst oder die Earth System Knowledge Plattform; weitere sollen folgen.
- Dem Austausch mit der Wirtschaft dienen Veranstaltungsformate auf Gemeinschaftsebene, insbesondere die Helmholtz Research Days, die Innovation Days und die Start-up Days. Die beiden letztgenannten Veranstaltungen werden auf Initiative der Helmholtz-Gemeinschaft seit 2012 beziehungsweise 2013 gemeinsam mit den anderen Pakt-Organisationen Max-Planck-Gesellschaft, Leibniz-Gemeinschaft und Fraunhofer-Gesellschaft durchgeführt.
- Zu den bisherigen Förderinstrumenten Helmholtz Enterprise (zur Ausgründungsunterstützung) und Helmholtz-Validierungsfonds (zur anwendungsorientierten Weiterentwicklung von Forschungsergebnissen) sind zwei neue Maßnahmen hinzugekommen: Im Rahmen der Förderinitiative „Helmholtz Innovation Labs“ wurden im April 2016 sieben Vorhaben aus insgesamt 23 Anträgen ausgewählt. Für die Förderung von Anwenderplattformen, gemeinsamen Laboren und strategischen Partnerschaften mit der Wirtschaft werden 2,4 Millionen Euro pro Jahr bereitgestellt. Hinzu kommen mindestens 50 Prozent Eigenanteile der Zentren beziehungsweise Beiträge aus der Wirtschaft. Mit Beginn des Jahres 2016 werden zudem „Innovationsfonds der Helmholtz-Zentren“ ebenfalls mit einem Budget von 2,4 Millionen Euro pro Jahr sowie zusätzlichen Eigenmitteln der neun ausgewählten Zentren aufgebaut. Diese institutionell geförderte Maßnahme ermöglicht die Finanzierung von internen Innovationsprojekten und adressiert die Bereiche Innovationskultur, Anreize und Professionalisierung im Transfer.

# FORSCHUNGSBEREICH ENERGIE



**PROF. DR.-ING. HOLGER HANSELKA**  
Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Koordinator für den Forschungsbereich Energie,  
Karlsruher Institut für Technologie



## 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.

## 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-

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-



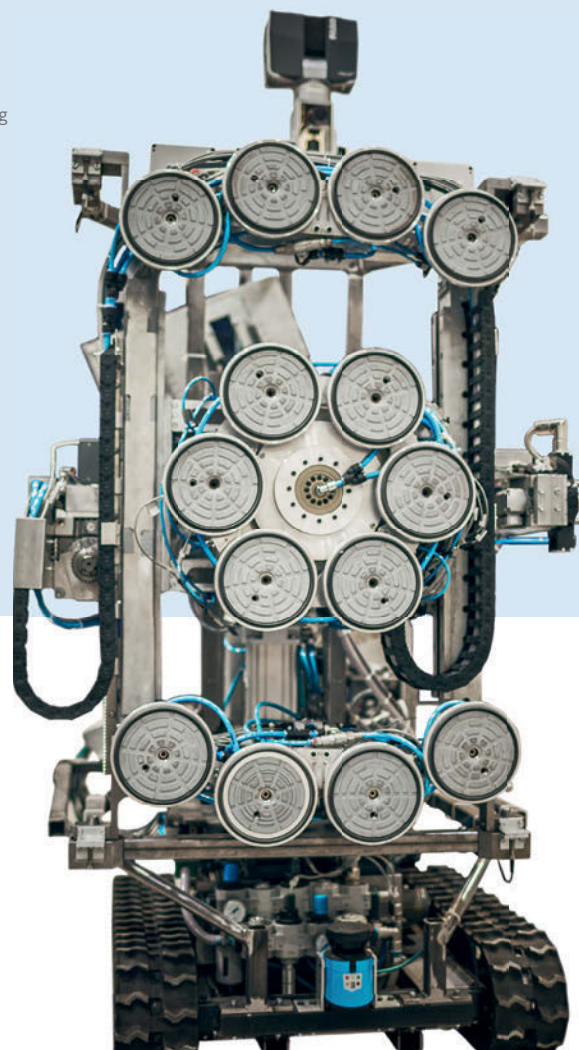
Roboter messen selbstständig die radioaktive Belastung von Oberflächen in Kraftwerken und dekontaminieren diese autonom. Bild: KIT

## KOMPETENZERHALT KERntechnik

Ein Baustein für die Energiewende in Deutschland ist der sichere Rückbau der kerntechnischen Anlagen. Dies stellt große Herausforderungen an Wissenschaft, Technik und Industrie. Um das vorhandene Know-how zum Rückbau kerntechnischer Anlagen zu sichern und praxisbezogen zu vertiefen, hat das KIT das Kompetenzzentrum „Rückbau“ gegründet. Es ist Teil des Helmholtz-Programms Nukleare Entsorgung und Sicherheit sowie Strahlenforschung (NUSAFE).

Der Rückbau kerntechnischer Anlagen umfasst zum Beispiel innovative Rückbautechnologien, radiologische Charakterisierung kontaminierter Anlagenteile, Dekontaminations- und Konditionierungstechnologien, Schutz der Beschäftigten, der Bevölkerung und der Natur vor Strahlenexposition. Das Management komplexer Prozesse, Analyse der politischen und gesellschaftlichen Bedingungen sowie Strategien zur angemessenen Beteiligung und Information der Öffentlichkeit sind ebenso von Bedeutung. Das neugegründete Zentrum des KIT kann dabei auf eine umfangreiche Expertise und eine leistungsstarke Infrastruktur zurückgreifen. Ein Ziel des Projekts ist die langfristig gesicherte Ausbildung und Weiterbildung junger Wissenschaftler und Ingenieure in diesem Arbeitsfeld. Bereits 2008 wurde die Professur „Rückbau konventioneller und kerntechnischer Bauwerke“ eingerichtet, die es in dieser Form in Deutschland nur am KIT gibt. Die ebenfalls an das KIT angebundene AREVA Nuclear Professional School bietet ein Weiterbildungsprogramm zum Thema an.

Das Kompetenzzentrum Rückbau ist Teil des Clusters „Rückbau kerntechnischer Anlagen“, der im Februar 2016 gestartet ist. Mit dem Cluster werden die Kompetenzen von fünf Partnern aus drei Ländern gebündelt und die Fachkräfteausbildung gestärkt. Gründungsmitglieder sind das KIT als



Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Koordinator, die Duale Hochschule Baden-Württemberg mit dem Standort Karlsruhe, die Universität Stuttgart mit dem Institut für Kernenergetik und Energiesysteme sowie der Materialprüfungsanstalt Stuttgart, das Paul Scherrer Institut in der Schweiz sowie das Institut für Transurane in Karlsruhe und das Institute for Reference Materials and Measurements in Belgien, die beide Teil der Gemeinsamen Forschungsstelle der Europäischen Kommission sind.

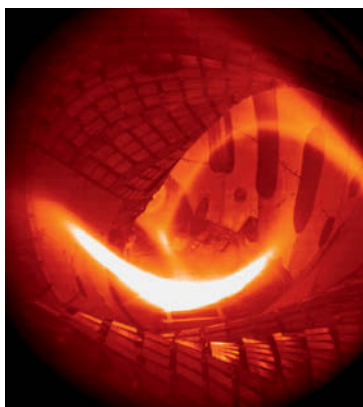
Weitere Beispiele aus diesem Forschungsbereich »

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 Entwicklungsprojekte für thermische, elektrische und chemische Energiespeicher mit Prozess- und Verfahrensentwicklung und schließt die Erforschung von Infrastrukturen zur Verteilung und Speicherung mit ein.



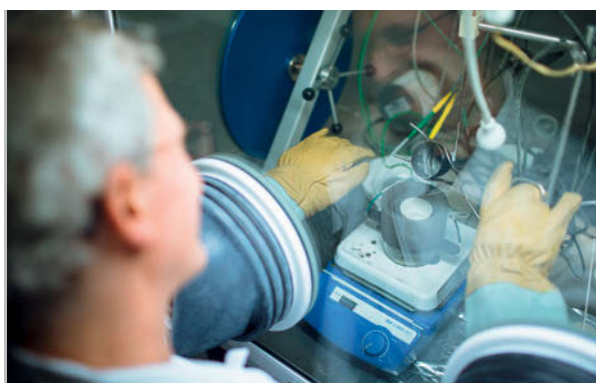
Das erste Wasserstoff-Plasma in Wendelstein 7-X. Bild: IPP

Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP)

## FUSIONSANLAGE WENDELSTEIN 7-X IN BETRIEB

Nach neun Jahren Bauzeit leuchtete am 3. Februar 2016 in der Fusionsanlage Wendelstein 7-X im Max-Planck-Institut für Plasmaphysik in Greifswald das erste Wasserstoff-Plasma. Ein Puls der Mikrowellenheizung verwandelte auf Knopfdruck von Kanzlerin Angela Merkel eine winzige Menge Gas in ein ultradünnes, zehn Millionen Grad heißes Plasma. Damit haben – nach dem Start mit einem Helium-Plasma im Dezember 2015 – die Experimente begonnen. Wendelstein 7-X, der weltweit größte Stellarator, soll die Kraftwerkseignung dieses Anlagentyps untersuchen.

Ein Physiker bereitet eine Flüssigmetall-Batterie zur Messung vor. Bild: HZDR/O. Killig



Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)

## FLÜSSIGMETALL-ZELLE IM LABORMASSSTAB ENTWICKELT

Eine neuartige Batterie, die aus einer stabilen Schichtung zweier Flüssigmetalle und einer dazwischenliegenden Salzschnmelze besteht, gilt als aussichtsreicher Kandidat für stationäre Großspeicher von Elektroenergie. Der Grund: Sie ist kostengünstig und lässt sich beliebig oft auf- und entladen. HZDR-Forscher haben einen Prototyp entwickelt, der mit Natrium als Anode und Bismut als Kathode arbeitet. Die Zelle liefert bei einer Betriebstemperatur von 400 Grad Celsius einen Strom von einem Ampere, was einer hohen Stromdichte (mehr als 20 kA/m<sup>2</sup>) entspricht.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

## NEUE IDEEN, UM ROTORBLÄTTER STABILER UND LEICHTER WERDEN ZU LASSEN

Wie können Windenergieanlagen Strom in Zukunft effizienter produzieren? Im Projekt SmartBlades entwickelten und prüften Forscher des Forschungsverbunds Windenergie mit dem DLR, dem Fraunhofer IWES und dem Hochschulverbund ForWind intelligente Rotorblätter, die sich dem Wind anpassen können. Ergebnis sind zum einen Rotorblätter, die sich beispielsweise durch eine Biege-Torsions-Kopplung passiv an die Windstärke anpassen können. Zum anderen wurden aktive Steuerelemente wie bewegliche Hinterkanten eines Rotorblatts angebracht. So lässt sich auf unterschiedliche aerodynamische Belastungen reagieren und die Windenergieanlagen können besser ausgenutzt werden.



Bewegliche Hinterkanten und Vorflügel machen Rotorblätter flexibel. Bild: DLR (CC BY 3.0)

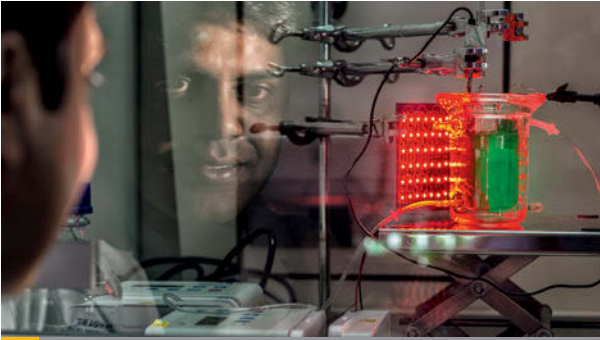
## DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2015–2019

### 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.

### 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.



Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ

## PHOTOSYNTHESE FÜR EINE NACHHALTIGE ENERGIEVERSORGUNG

Wasserstoff könnte bei der vollständigen Ablösung fossiler Energieträger eine wichtige Rolle spielen. Um Wasserstoff zu gewinnen, setzen UFZ-Wissenschaftler auf Cyanobakterien. Mithilfe des Sonnenlichts können die Einzeller aus Wasser Strom und Wasserstoff erzeugen. Normalerweise nutzen sie Sonnenlicht für den Stoffwechsel, um sich zu vermehren und zu wachsen. Die Forscher arbeiten daran, den Stoffwechsel gezielt zugunsten der Erzeugung von Wasserstoff als Energieträger zu verschieben. Ein Ansatz, der klimafreundlicher und wirtschaftlicher ist als bisher erprobte Alternativen.

50 Mikroampere Stromstärke bei einigen Millivolt Spannung werden in Babu Halans Laborversuch aus Licht und Wasser produziert. Verantwortlich für diesen Stromfluss sind Cyanobakterien. Foto: Künzelmann/UFZ

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)

## NEUER WELTREKORD-WIRKUNGSGRAD FÜR WASSERSTOFF AUS SONNENLICHT

Um die Energie der Sonne chemisch zu speichern, entwickeln Arbeitsgruppen am HZB komplexe Materialsysteme, die mit Sonnenlicht Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff zerlegen. Einem internationalen Team ist es im Sommer 2015 gelungen, den Wirkungsgrad für die direkte solare Wasserspaltung deutlich zu steigern. Sie nutzten dafür extrem leistungsstarke Tandem-Solarzellen und modifizierten gezielt ihre Oberflächen. Der neue Bestwert liegt bei 14 Prozent und damit deutlich über dem bisherigen Rekordwert von 12,4 Prozent. Ein Rekord, der zuvor 17 Jahre Bestand hatte.



Matthias May modifizierte systematisch die Proben-Oberflächen, um den Wirkungsgrad zu maximieren. Bild: HZB



Schematische Darstellung der Erkundungsbohrung unter dem TU Campus Berlin-Charlottenburg. Bild: Guido Blöcher, GFZ, unter Verwendung von Google Earth

Helmholtz-Zentrum Potsdam - Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ

## WÄRMESPEICHER FÜR STADTVIERTEL

Die Energieversorgung der Parlamentsgebäude in Berlin erfolgt seit Jahren durch Wärmespeicherung im Untergrund. Was aber, wenn es um ganze Stadtquartiere geht? Hier setzt das Projekt ATES (Aquifer Thermal Energy Storage) des GFZ, der TU Berlin und der Universität der Künste an. Mitten in Berlin hat das GFZ eine Forschungsbohrung begonnen, die 500 Meter tief reichen soll. Dort gibt es Schichten, die Salzwasser führen. Für die Quartiersversorgung würde im Sommer Wärme, beispielsweise aus Blockheizkraftwerken oder Solarthermie, nach unten gepumpt und im Winter genutzt.

## Nuclear Waste Management, Safety and Radiation Research

Das Programm verfolgt technisch stimmige und überzeugende Forschungsstrategien, die das national angestrebte Vorhaben zum Rückbau der Kernenergie beflügeln. 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 CO<sub>2</sub>-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. PETER M. HERZIG**

Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Koordinator für den Forschungsbereich Erde und Umwelt,  
GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel



## 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 wissenschaftsbasierte Handlungsempfehlungen, wie sich Ressourcen der Erde nachhaltig nutzen lassen, ohne die Lebensgrundlagen zu zerstören. So bringt die Helmholtz-Klimainitiative 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.

## 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

Entwicklung 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 Klima



Der Tiefseeroboter ROPOS tritt mit dem am GEOMAR entwickelten Kamerasystem den Weg in die Tiefe an. Bild: Björn Kurtenbach

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel

## TROCKENEN FUSSES ZUM MEERESBODEN

An manchen Stellen des Meeresbodens tritt bis zu 400 Grad Celsius heißes Wasser aus, das mit Mineralien und Schwefel angereichert ist. Diese Hydrothermalquellen bilden sich meist im Umfeld der mittelozeanischen Rücken und an submarinen Vulkanen. Rund um die Quellen lagern sich die Mineralien ab und bilden schlotartige Strukturen, die sogenannten Schwarzen Raucher. Hydrothermalquellen sind potenzielle Rohstoffquellen. Außerdem beherbergen sie einzigartige Ökosysteme und verraten viel über Vorgänge im Meeresboden.

Unter Fahrtleitung des GEOMAR hat ein internationales Forscherteam jetzt erstmals ein komplettes Hydrothermalfeld zentimetergenau vermessen. Das Feld liegt südwestlich von Samoa im Krater des Niua-South Vulkans in etwa 1.100 Metern Wassertiefe.

Als Arbeitsplattform diente das Forschungsschiff FALKOR des Schmidt Ocean Institute. Für die Vermessung nutzte das Team das kanadische ROV (Remotely Operated Vehicle) ROPOS. Die Wissenschaftler hatten das ferngesteuerte Fahrzeug für ihre Zwecke mit einem eigens am GEOMAR entwickelten Kamerasystem bestückt. In einem aufwendigen Verfahren fotografierten und filmten die Kameras die

Hydrothermalquellen aus allen Winkeln. So wurde ein virtueller Spaziergang zwischen Schwarzen Rauchern möglich. „Noch an Bord errechnete ein Hochleistungscomputer aus über 200.000 Bildern ein digitales 3-D-Modell der gesamten Landschaft. Damit konnten wir anschließend gezielt Proben am Meeresboden nehmen“, sagt der Fahrleiter Tom Kwasnitschka vom GEOMAR.

Nach der Expedition wird das digitale Modell nun weiter verfeinert und steht dann für weitere Fragestellungen zur Verfügung. „Diese Methode wird uns virtuelle Spaziergänge auf dem Meeresboden auch noch nach der Expedition ermöglichen. So erhalten auch Kollegen, die nicht selbst an Bord waren, die Möglichkeit, das Niua-South-Feld zu untersuchen“, erklärt Kwasnitschka.

Schon während der Expedition wurden die Tauchgänge des ROVs live ins Internet übertragen. Außerdem hatte sich das Team immer wieder den Fragen von interessierten Menschen weltweit gestellt: Liveschaltungen per Satellit fanden zu Vortragsveranstaltungen in Deutschland, Kanada und den USA statt.

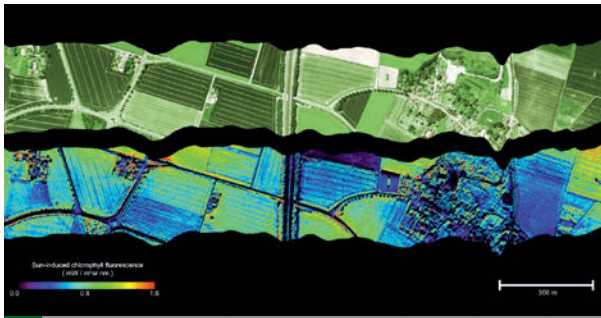
Weitere Beispiele aus diesem Forschungsbereich [»](#)

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



Forschungszentrum Jülich

## ESA SETZT AUF PFLANZENFORSCHUNG

In etwa sechs Jahren soll der Satellit „Flex“ der Europäischen Weltraumorganisation ESA starten und globale Daten zur Produktivität von Pflanzen sammeln. Sein Herzstück ist das Spektrometer HyPlant, das Jülicher Pflanzenforscher mitentwickelt und getestet haben. Das Gerät misst das Fluoreszenzsignal von Pflanzen und zeigt so zuverlässig an, wenn sie durch ungünstige Umweltbedingungen wie Trockenheit unter Stress stehen und damit weniger Photosynthese betreiben. Die Flex-Daten könnten dabei helfen, Anbau und Ernte von Nutzpflanzen zu optimieren.



Dr. Wilhelm Petersen und Martina Gehring bei der Kalibrierung einer FerryBox. Bild: HZG

Grün ist nicht gleich grün – die untere Flugzeugaufnahme mit den Messdaten des Spektrometers „HyPlant“ zeigt farbkodiert die Fluoreszenzemission. Unterschiedliche Farben spiegeln die aktuelle Photosyntheseleistung bzw. akuten Stress wider. Bild: Forschungszentrum Jülich

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

## MILLIARDEN JUNGFISCHE UNTER DEM ARKTISCHEN MEEREIS

Belugas, Narwale und Ringelrobben haben eines gemein: Sie fressen am liebsten Polardorsch. Der Fisch ist ein Schlüsselorganismus des Arktischen Ozeans. Wie groß sein Bestand unter dem Meereis ist, war bisher unbekannt. AWI-Biologen ist es nun gelungen, mit einem Spezialnetz direkt unter dem Eis Polardorsche zu fangen und ihre Verbreitung abzuschätzen. Das Ergebnis: Unter dem Meereisdeckel könnten mehrere Milliarden Dorsche leben, die meisten davon Jungtiere. Für sie ist das Eis-Labyrinth Speisekammer und Rückzugsort zugleich.



Der Polardorsch (*Boreogadus saida*) in der Arktis. Bild: Hauke Flores, AWI

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

## MODELLEVALUIERUNG MIT FERRYBOX-DATEN

Um zeitlich hochaufgelöste Oberflächendaten unter anderem von Wassertemperatur und Salzgehalt entlang von Schiffsrouten zu liefern, sind auf Fähren und Frachtschiffen in der Nordsee FerryBox-Messsysteme installiert. Wissenschaftler von HZG und BSH verglichen Modellergebnisse mit den realen Messdaten der FerryBox (Route Immingham-Cuxhaven) und stellten fest, dass der Salzgehalt in bisherigen Modellen unterschätzt wurde. Die Daten der FerryBox können dazu beitragen, hydrodynamische Modelle der Nordsee zu verbessern.

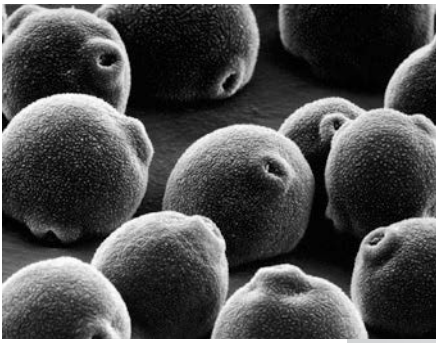
## DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2014–2018

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 hochaufgelöste Satellitenmessungen troposphärischer Spurenstoffe, Untersuchungen zur Rolle der mittleren Atmosphäre im Klimasystem, die





Niedermolekulare Bestandteile aus Pollen – hier von der Birke – können allergische Reaktionen über B-Zellen verursachen. Bild: Prof. Jeroen Buters, Institut für Allergieforschung/Helmholtz Zentrum München

Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

## NICHT-ALLERGENE POLLENBESTANDTEILE KÖNNEN ALLERGIE VERSTÄRKEN

Wissenschaftler am Helmholtz Zentrum München haben einen Mechanismus entdeckt, über den nicht-allergene Polleninhaltsstoffe Allergien verstärken können. Demnach veranlassen neben Allergenen auch niedermolekulare Bestandteile B-Zellen dazu, vermehrt Immunglobulin E zu produzieren. Neben neuen Therapiemöglichkeiten wollen die Forscher künftig auch herausfinden, ob der Klimawandel die Zusammensetzung von Pollen verändert und ihre Aggressivität beeinflussen könnte.

Seit 2010 gibt es ein Menschenrecht auf den Zugang zu sauberem Wasser. Das WWQA soll helfen, die Wasserpolitik besser zu gestalten und das Menschenrecht umzusetzen. Foto: Künzelmann/UFZ



Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ

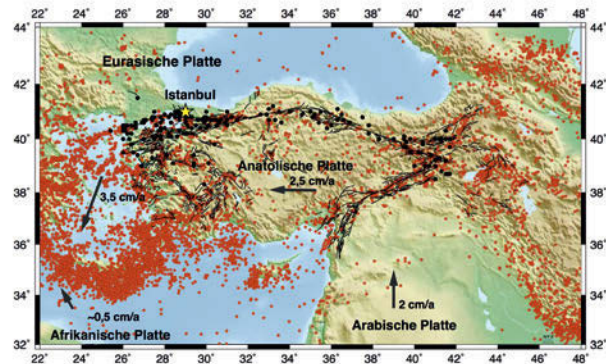
## WASSERQUALITÄT WELTWEIT VERBESSERN

Wie die Qualität der Fließgewässer und Seen weltweit ist und welche Folgen das hat, darüber haben Wissenschaftler des UFZ und der Universität Kassel zwei Jahre lang Daten gesammelt und ausgewertet. Am 19. Mai 2016 stellten sie erste Ergebnisse des „World Water Quality Assessment (WWQA)“ vor. Das WWQA soll nicht nur die aktuelle Lage beschreiben, sondern auch Datenlücken schließen, die Ursachen für Verschmutzungen identifizieren, Konsequenzen aufzeigen und Handlungsoptionen benennen. Ziel ist eine Verbesserung der globalen Wasserqualität.

Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ

## ERDBEBENRISIKO FÜR ISTANBUL

Das große Beben in Istanbul wird kommen. Nur wann und wie stark, weiß derzeit niemand. GFZ-Wissenschaftler liefern jetzt eine wichtige Abschätzung. Sie erstellten einen Katalog historischer Seismizität für die Nordanatolische Verwerfungszone, der 2.300 Jahre zurückreicht. Demnach sind Megabebeben der Magnitude M 8 nur im Osten der Zone zu erwarten. Für den westlichen Teil, in dem Istanbul liegt, rechnen sie mit Starkbeben nicht größer als M 7,5. Auch ein Beben dieser Stärke kann allerdings verheerend sein. Immerhin gibt es nun eine Basis, um Gefahren abzuschätzen.



Die Anatolische Platte und die Nordanatolische Verwerfungszone. Bild: Dorina Domigall, GFZ

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 Programmt Themen 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. GÜNTHER WESS

Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Koordinator für den Forschungsbereich Gesundheit,  
Helmholtz Zentrum München – Deutsches  
Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt



## 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

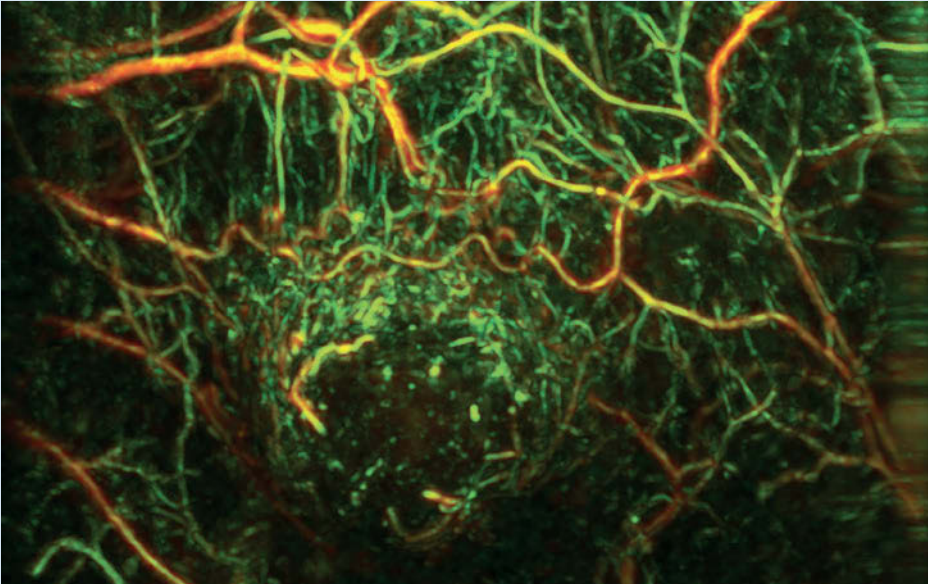
Langfristiges Ziel der Gesundheitsforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft ist es, die medizinische Versorgung und die Lebensqualität der Bevölkerung bis ins hohe Alter zu verbessern. Die Helmholtz-Gesundheitszentren überprüfen daher regelmäßig, ob weitere Krankheitsgebiete wie beispielsweise psychische 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.

## 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

Erkenntnisse 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.



Wie hier gezeigt, können Mediziner mit Hilfe der MSOT-Technologie Tumore und umliegende Gefäße ohne Eingriff oder Strahlenbelastung im Patienten beobachten. Bild: Institut für Biologische und Medizinische Bildgebung, Helmholtz Zentrum München

Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

## PRÄZISE 3D-BILDER AUS DEM KÖRPER IN ECHTZEIT

Ein Wissenschaftlerteam des Helmholtz Zentrums München hat eine Technologie entwickelt, mit der molekulare und physiologische Eigenschaften von Geweben live und in 3D analysiert werden können. So lässt sich beispielsweise die Ausbreitung von Medikamenten im Körper verfolgen oder der Sauerstoffgehalt von Blut und Gewebe nicht-invasiv bestimmen.

Möglich wird das durch die Multispektrale Optoakustische Tomographie, kurz MSOT. Dabei erwärmen schwache Laserimpulse das Zielgewebe minimal, was zu dessen kurzzeitiger Ausdehnung führt. In der Folge entstehen Ultraschallsignale, die die Wissenschaftler mit einem entsprechenden Sensor erfassen und in dreidimensionale Bilder übersetzen.

So können sie auch Krankheitsverläufe etwa bei Krebserkrankungen direkt am Patienten verfolgen – ganz ohne Eingriff oder Strahlenbelastung. „MSOT zeigte schon erste Erfolge beim Erfassen von Lymphknoten-Metastasen in Melanom-Patienten“, sagt Vasilis Ntziachristos, Direktor am Institut für Biologische und Medizinische Bildgebung und Inhaber des Lehrstuhls für Biologische Bildgebung an der Technischen Universität München. „Diese Krebserkennung kann dank MSOT heute ohne Operation durchgeführt werden.“

Weitere klinische Studien in verschiedenen Anwendungsfeldern laufen derzeit, unter anderem bei Brust- und Schilddrüsenkrebs sowie peripherer Arteriosklerose.

MSOT bildet auch die Grundlage für zwei Spin-Offs aus dem Helmholtz Zentrum München. Die 2010 ausgegründete iThera Medical GmbH sowie das für Mitte 2016 anvisierte Unternehmen DermaSight erzeugen detaillierte Livebilder aus dem Körper. 2014 erhielt iThera den Deutschen Innovationspreis in der Kategorie „Start-up“. „Diese beiden Ausgründungen zeigen, wie es gelingen kann, Forschungsergebnisse rasch in gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Nutzen umzuwandeln“, sagt Günther Wess, wissenschaftlicher Geschäftsführer des Helmholtz Zentrums München. Anfang 2016 erhielt Ntziachristos für die Weiterentwicklung von MSOT bereits zum zweiten Mal einen der renommierten ERC-Advanced Grants. Künftig wollen er und sein Team ein kostengünstiges, tragbares Gerät für die Vor-Ort-Diagnostik beim Menschen entwickeln und überdies versuchen, auch entzündungs-, stoffwechsel- und neurobiologische Prozesse live abzubilden.

Weitere Beispiele aus diesem Forschungsbereich [»](#)

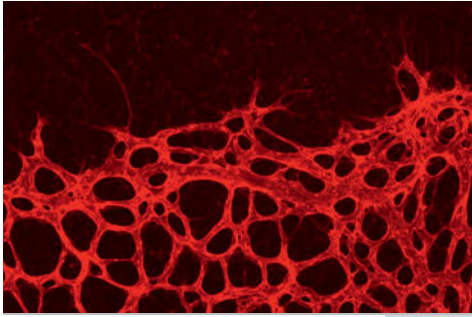
### Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen

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





Am Rand der Netzhaut einer Maus bilden sich neue Kapillarschleifen.  
Bild: Veronique Gébala

Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft (MDC)

## NEUE ADERN BRAUCHEN DRUCK

Wenn Kapillaren aus bestehenden Blutgefäßen sprießen, bestehen sie zunächst nur aus einer Reihe einzelner Zellen ohne inneren Hohlraum. Das Team um MDC-Forscher Holger Gerhardt fand heraus: Der Blutdruck presst die Zellmembran der Gefäßzellen nach innen, damit sich ein zusammenhängender, hohler Gefäßschlauch bildet. Während die Einstülpung in die Zelle wächst, werden Seitenäste mit Hilfe von Proteinfasern aktiv zurückgedrängt. Der neu entdeckte Prozess könnte die krankhaft veränderte Gefäßbildung bei Krebs oder Diabetes erklären.

Patienten unterziehen sich im Heilstollen in Bad Gastein einer Radontherapie. Bild: Gasteinertal Tourismus GmbH



GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung

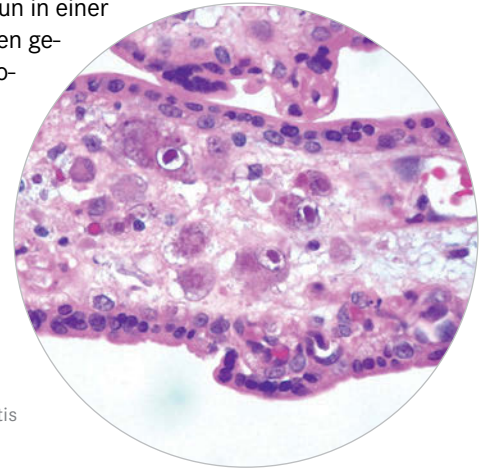
## WIRKMECHANISMUS EINER RADONTHERAPIE

Das vom BMBF geförderte GREWIS-Projekt unter Federführung von GSI-Forschern untersucht die Wirkung und Risiken der Radontherapie. Patienten unterziehen sich einer Radontherapie, wenn sie an chronisch entzündlichen Erkrankungen des Bewegungsapparats, der Atemwege oder der Haut leiden. Der weitgehend unbekannte Wirkmechanismus der Entzündungshemmung soll im Rahmen des Projekts aufgeklärt werden. Auch sollen Risiken wie die Gefahr der Krebserzeugung durch niedrige Strahlendosen des Radons besser abgeschätzt werden.

Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI)

## HERPESVIREN BEEINTRÄCHTIGEN NICHT DEN IMMUNSCHUTZ IM ALTER

Die meisten Menschen sind Träger des Cytomegalovirus, das zur Herpesfamilie gehört und nach einer Infektion lebenslang im Körper verbleibt. Bislang war unklar, ob eine solche chronische Infektion die Immunabwehr gegen neue Erreger auf Dauer schwächt und so vor allem den Immunschutz im Alter beeinträchtigt. Forscher des HZI um Gruppenleiter Luka Cicin-Sain haben nun in einer Studie mit älteren Mäusen gezeigt, dass Tiere mit chronischer Herpesinfektion neue Krankheitserreger genauso gut abwehren konnten wie Tiere, die das Virus nicht in sich trugen.



Gewebeschnitt einer Plazenta, bei der die Infektion mit dem Cytomegalovirus eine Plazentitis verursacht hat. Bild: Wikimedia Commons/Ed Uthman

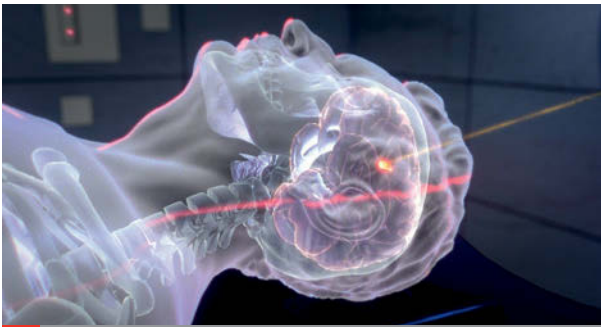
## DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2014–2018

personalisierte Therapien. Eine wichtige Rolle spielen auch Infektionsfolgeerkrankungen 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 wichtigsten neurodegenerativen Erkrankungen wie Alzheimer und Parkinson, aber auch selteneren 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 Pflegestrategien entwickeln zu können,



Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)

### PUNKTGENAU DEN TUMOR ZERSTÖREN

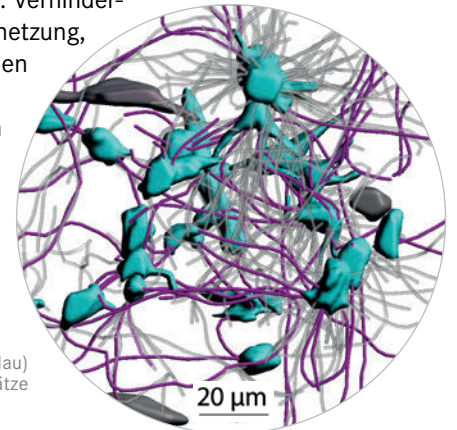
Die Bestrahlung mit Protonen gilt aufgrund ihrer hohen Zielgenauigkeit als eine besonders schonende Form der Strahlentherapie. Die Eindringtiefe während der Behandlung genau nachzuverfolgen, war jedoch bisher unmöglich. Dies ist Dresdner Forschern des OncoRay-Zentrums und des HZDR erstmals in einer klinischen Studie gelungen. Dank einer Schlitzkamera konnten sie die Gammastrahlung, die beim Abbremsen der Protonen emittiert wird, messen. Die verbesserte Präzision wird zukünftig die Behandlung von Tumoren in hochsensiblen Bereichen ermöglichen.

Da sie besonders präzise ist, eignet sich die Protonentherapie sehr gut bei Tumoren im Gehirn. Bild: HZDR

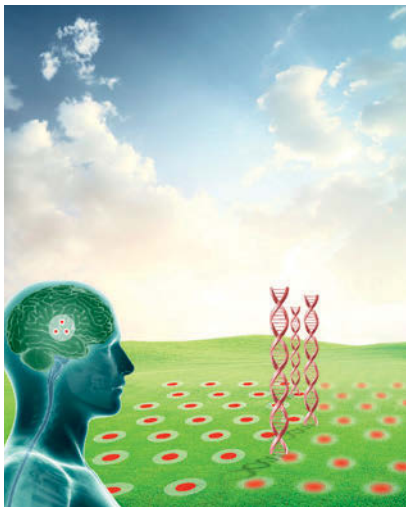
Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)

### VERNETZUNG VON KREBSZELLEN VERHINDERN

Wissenschaftler um Frank Winkler vom DKFZ und vom Universitätsklinikum Heidelberg haben gezeigt, dass die Tumorzellen des extrem bösartigen Glioblastoms untereinander durch lange Zellfortsätze verbunden und vernetzt sind. Die Hirntumorzellen kommunizieren über diese Verschaltung und schützen sich dadurch vor therapiebedingten Schäden. Verhindern die Forscher die Vernetzung, so drangen die Krebszellen weniger invasiv in das Gehirn ein und sprachen besser auf Strahlenbehandlungen an. Ihre Ergebnisse veröffentlichten die Forscher im Fachjournal „Nature“.



3D-Darstellung eines Glioblastoms: Vernetzte Krebszellen (blau) sind über lange Membranfortsätze (pink) miteinander verbunden. Unvernetzte Tumorzellen sind dunkelgrau, Membranfortsätze, die keine Zellen verbinden, hellgrau dargestellt. Bild: M. Osswald/DKFZ



Risikogen für Alzheimer beeinflusst Orientierungsverhalten. Bild: Bureau BlauwGeel

Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE)

### ALZHEIMER-RISIKO BEEINFLUSST NAVIGATIONSSYSTEM DES GEHIRNS

Forscher des DZNE haben bei jungen Erwachsenen mit genetisch erhöhtem Alzheimer-Risiko (ApoE4-Träger) eine ungewöhnliche Aktivität im „entorhinalen Kortex“ festgestellt. Diese Hirnregion spielt für die Navigation im Raum eine wichtige Rolle. Bei den betroffenen Personen war beispielsweise das Orientierungsverhalten innerhalb einer virtuellen Landschaft nachweisbar verändert. Demnach könnten sich die für Alzheimer typischen Orientierungsprobleme in subtiler Weise ankündigen, lange bevor klinische Symptome auftreten.

ist 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.

# 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 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.

## 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 Lufttransportsystem, eine höhere Wirtschaftlichkeit in Entwicklung und Betrieb, die Reduktion von Fluglärm und schädlichen Emissionen, eine höhere Attraktivität für die Passagiere und eine größere 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





Mit den Forschungsflugzeugen HALO (High Altitude Long Range Research Aircraft) und Falcon flogen die Atmosphärenforscher vom nordschwedischen Kiruna aus koordinierte Messflüge.  
Bild: DLR/Andreas Minikin (CC-BY 3.0)

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

## MESSFLÜGE FÜR DIE KLIMAFORSCHUNG

Den Klimawandel und dessen Auswirkungen auf die polare Atmosphäre untersuchten DLR-Wissenschaftler gemeinsam mit Kollegen des KIT, des Forschungszentrums Jülich sowie weiteren nationalen und internationalen Partnern von Dezember 2015 bis März 2016 am Nordpolarkreis. Dazu nutzten sie eines der weltweit am besten ausgerüsteten Forschungsflugzeuge: die Gulfstream G 550 HALO (High Altitude Long Range Research Aircraft). Vom nordschwedischen Kiruna aus führten die Klimaforscher mit HALO während des gesamten arktischen Winters Messflüge durch, um bisher noch unzureichend verstandene Aspekte der Wolkenphysik in Polarregionen und des Spurenstofftransports zu untersuchen.

Besonders in der Tropopausenregion, der Übergangsschicht zwischen der Troposphäre und der Stratosphäre in acht bis 16 Kilometer Höhe, hat Ozon eine starke Wirkung auf das Klima. Aufgrund des Anstiegs der Kohlendioxid-Emissionen nimmt die Temperatur am Boden und in der Troposphäre zu – in der Stratosphäre hingegen sinken die Temperaturen. Das kann besonders in der Arktis dazu führen, dass sich mehr polare Stratosphärenwolken bilden. Diese befördern

den Abbau der schützenden Ozonschicht. Denn während sich im Frühjahr in der südlichen Hemisphäre regelmäßig über der Antarktis ein ausgedehntes Ozonloch bildet, ist der Ozonabbau in der arktischen Nordpolarregion normalerweise weniger stark ausgeprägt. Nicht so im Winter 2015/16: Das erhöhte Aufkommen von Stratosphärenwolken trug bereits Anfang März dazu bei, dass sich die Ozonschicht deutlich reduzierte.

Das Forschungsflugzeug HALO ist eine Gemeinschaftsinitiative deutscher Umwelt- und Klimaforschungseinrichtungen. Getragen wird HALO durch Beiträge des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), der Helmholtz-Gemeinschaft, der Max-Planck-Gesellschaft (MPG), der Leibniz-Gemeinschaft, des Freistaates Bayern, des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT), des Deutschen GeoForschungsZentrums GFZ, des Forschungszentrums Jülich und des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR).

Weitere Beispiele aus diesem Forschungsbereich »

anwendungsorientierte Forschung ab. Vier Themen adressieren die wesentlichen Sektoren der zivilen Luftfahrt: Flugzeuge, Hubschrauber, Antriebe und Flugbetrieb/Flugsicherung. Darüber hinaus werden allgemeine Forschungsthemen zur numerischen Simulationstechnik, zu Versuchsanlagen und zu luftfahrtrelevanten Aspekten der Umweltforschung bearbeitet. Die Arbeit erfolgt vor allem in interdisziplinär angelegten Projekten. Ein Beispiel für die ganzheitliche Betrachtung ist die Gründung der Einrichtung DLR-Lufttransportssysteme.

### 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



Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

## AUTONOMES LANDE BEI VOLLEM TEMPO

Ein unbemanntes, elektrisches, autonomes Luftfahrzeug landet mit 75 Kilometern pro Stunde sanft auf dem Dach eines fahrenden Autos: Wissenschaftler des DLR konnten erstmals die dafür entwickelte Technik erfolgreich vorführen. Das System ist für zivile Anwendungen in den Bereichen Fernerkundung und Kommunikation konzipiert. Es könnte auf ultraleichte Solarflugzeuge angewendet werden, um die Erdbeobachtung mit Satellitensystemen zu ergänzen. Durch das Weglassen der Landevorrichtung kann die verfügbare Nutzlast dieser Flugzeuge erheblich vergrößert werden.

Beim autonomen Landen muss das Flugsystem die beschleunigte Luftströmung oberhalb des Bodenfahrzeugs ausgleichen. Bild: DLR (CC-BY 3.0)

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

## EU:CROPIS – FRISCHES GEMÜSE IM WELTALL

Für das Leben auf Mond oder Mars wären frische Lebensmittel im Speiseplan sehr willkommen. Mit der Mission Eu:CROPIS startet deshalb 2017 ein Satellit ins All, der zwei Gewächshäuser unter Mond- und Marsgravitation betreibt und testet. Dabei wird mit Hilfe des vom DLR entwickelten Filtersystems C.R.O.P. (Combined Regenerative Organic-food Production) künstlicher Urin zu einem Dünger für Tomatenpflanzen umgewandelt.

Ein zweites, auf Algen basierendes System sorgt für die Versorgung mit Sauerstoff und baut überschüssiges Ammoniak ab.

Test für Tomatenpflanzen: Durch Rotation wirken im Satelliteninneren unterschiedliche Anziehungskräfte. Bild: DLR (CC-BY 3.0)



Nur so groß wie ein Schuhkarton ist der Lander MASCOT. Er soll vier Instrumente auf den Astroiden Ryugu bringen. Bild: DLR (CC-BY 3.0)

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

## MASCOT – LANDUNG AUF EINEM ASTEROIDEN

Seit dem 3. Dezember 2014 ist der Asteroidenlander MASCOT (Mobile Asteroid Surface Scout) nun schon auf dem Weg zum Asteroiden Ryugu (1999 JU3). An Bord der japanischen Sonde Hayabusa2 soll er 2018 sein Ziel erreichen und auf der Asteroidenoberfläche aufsetzen. Er verfügt über insgesamt vier Messinstrumente: ein Radiometer, eine Kamera, ein Spektrometer sowie ein Magnetometer. Erstmals sollen an mehreren Stellen auf einem Asteroiden Daten erfasst werden. Dazu wird MASCOT mit einem Schwungarm in seinem Inneren von einem Ort zum anderen hüpfen.

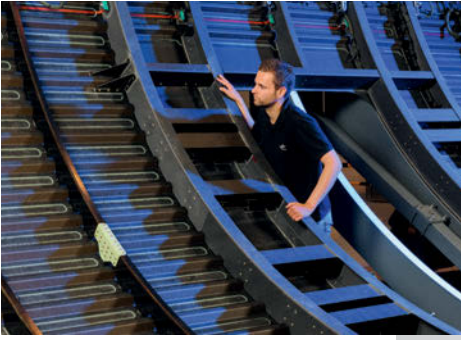
## DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2014–2018

zur Schonung der Ressourcen sowie die zivile Sicherheit. Dem DLR steht dafür eine moderne Infrastruktur 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



Türumgebungsstruktur in einer Rumpfschale mit integriertem Structural Health Monitoring Netzwerk. Bild: DLR (CC BY 3.0)

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

## STRUCTURAL HEALTH MONITORING ERMÖGLICHT DETEKTION VON SCHÄDEN IN FLUGZEUGBAUTEILEN

Damit Flugzeuge leichter, komfortabler und sparsamer werden, kommen zunehmend Materialien aus kohlefaserverstärktem Kunststoff (CFK) zum Einsatz. Um diese Flugzeuge auch noch sicherer zu machen und die Wartung zu erleichtern, hat das DLR ein großes Flugzeugbauteil aus CFK entwickelt und gebaut. Dieses kann dank eingebauter Sensoren ähnlich eines Nervennetzwerks Auskunft über die Größe und den Ort einer Beschädigung geben. Der Vorteil: Das defekte Teil muss zukünftig nicht mehr ausgebaut und aufwändig untersucht werden. Das vereinfacht Wartung und Instandsetzung.

Momentaufnahme eines Überholmanövers bei einer Geschwindigkeit von ungefähr 230 Kilometern pro Stunde. Bild: DLR/(CC-BY 3.0)



Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

## SCHNELLER AM ZIEL DURCH VIRTUELLES KOPPELN

Wenn man Züge nicht physisch, sondern über einen drahtlosen Kommunikationslink verbindet, sprechen Experten vom dynamischen Flügeln. Der Vorteil ist, dass Passagiere ohne umzusteigen ihr Ziel in kürzerer Zeit erreichen können. Zudem kann durch dieses Verfahren, die Kapazität der Strecken erhöht werden, ohne dass Änderungen an der Gleis-Infrastruktur vorgenommen werden müssen. Tests dazu führten DLR-Forscher im April 2016 an zwei Frecciarossa Hochgeschwindigkeitszügen von Trenitalia durch. Mehrere Nächte lang testeten sie auf der Strecke zwischen Neapel und Rom die Kommunikation zwischen zwei Zügen mit gerichteten Antennen an der Spitze des Zuges.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

## REGENWALD UNTERM RADAR

Im Februar 2016 flogen DLR-Wissenschaftler im zentralafrikanischen Gabun zahlreiche Messflüge, um den Zustand des Regenwalds zu bestimmen. Dabei setzten sie hochmoderne Radartechnologie ein. Die gewonnenen Daten helfen dabei, Klimamodelle zu verbessern und die Erderwärmung genauer zu verstehen. Die Kampagne wurde in Kooperation mit der Europäischen Raumfahrtagentur ESA sowie den Raumfahrtorganisationen Frankreichs, Gabuns und der USA durchgeführt.



Die zweimotorige Turbo-propeller-Maschine Do 228-212 eignet sich durch ihre rechteckige Kabine und die großen Öffnungen im Boden besonders gut zur Installation von speziellen Kamera- und Radarsystemen. Bild: DLR (CC BY 3.0)

Jahren wächst die Verkehrsleistung im Personen- und Güterverkehr. 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 bodengebundene 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,  
Kordinator für den Forschungsbereich Materie,  
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY



## 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

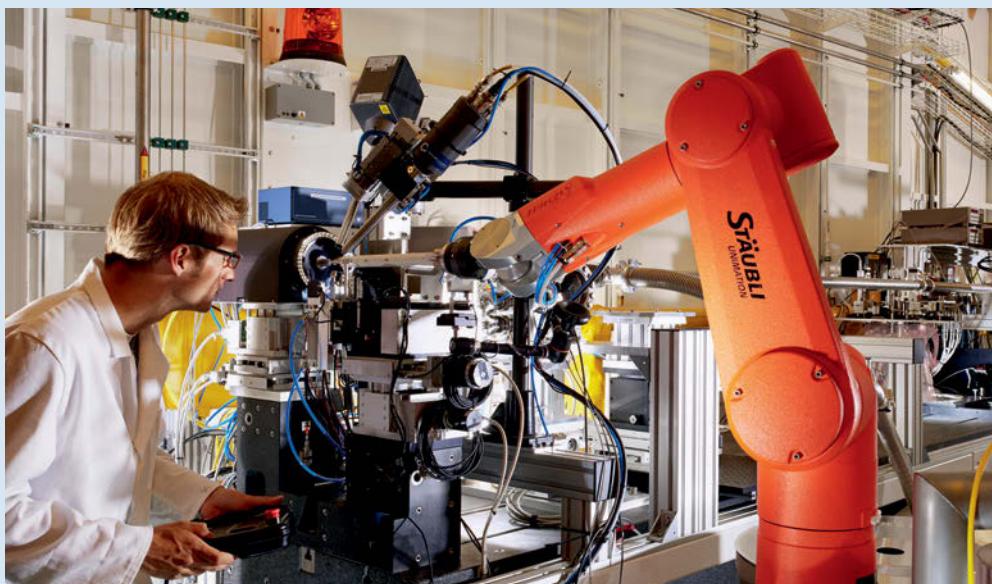
Der Forschungsbereich Materie ist mit einer themenorientierten Struktur in die dritte Periode der Programmorientierten Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft gestartet. Die großen Forschungsinfrastrukturen und die wissenschaftlichen Großgeräte sind den entsprechenden Programmthemen zugeordnet. Diese Forschungsanlagen 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.

## 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 Strukturen 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,



Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

Die Strahlführung P11 an DESYs Röntgenlichtquelle PETRA III ist speziell für Beugungsexperimente mit biologischen Proben ausgelegt. Bild: Heiner Müller-Elsner/DESY

## VIELVERSPRECHENDER ANSATZ IM KAMPF GEGEN KRANKENHAUSKEIME

Antibiotikaresistente Bakterien sind vor allem in Krankenhäusern ein wachsendes Problem. Gegen so genannte Methicillin-resistente Staphylokokken (MRSA) beispielsweise sind oft alle gängigen Antibiotika wirkungslos. Gefördert wird die Resistenzbildung unter anderem durch den Einsatz von Antibiotika in der Massentierhaltung. Hamburger Forscher haben gemeinsam mit Kollegen aus Brasilien und China an DESYs Röntgenlichtquellen einen vielversprechenden Ansatz entwickelt, um antibiotikaresistente Krankenhauskeime zu überlisten. Statt die MRSA-Bakterien direkt zu attackieren, greifen die Wissenschaftler in einen für den Krankheitserreger lebenswichtigen Stoffwechselzyklus ein.

„Klassische Wirkstoffe blockieren eine bestimmte Funktion des Bakteriums“, sagt Christian Betzel von der Universität Hamburg, der im Laboratorium für Strukturbiologie von Infektion und Entzündung auf dem DESY-Campus forscht. „Dann kann das Bakterium einen Weg um die Blockade herum entwickeln und wird dadurch resistent gegen diesen Wirkstoff.“ Die Forscher um Betzel und Carsten Wrenger von der Universität São Paulo greifen dagegen geschickt in den Vitamin-B1-Zyklus der Staphylokokken ein, ohne diesen zu blockieren.

Dazu haben sie die Struktur eines daran beteiligten Enzyms atomgenau bestimmt. Die Wissenschaftler „füttern“ dieses Enzym dann mit einer maßgeschneiderten, scheinbar nützlichen Zutat. Dieses so genannte Substrat ist jedoch gegenüber der natürlichen Variante ganz leicht verändert. Es entsteht eine nutzlose Form des Vitamins. Das Bakterium ist aber darauf angewiesen, das lebenswichtige Vitamin B1 selber herzustellen.

„Damit überlisten wir den Organismus“, sagt Betzel. „Wir geben ihm etwas, von dem er glaubt, dass er es benötigt – aber in leicht veränderter Form, so dass er letztlich nichts damit anfangen kann.“ Das Vitamin eignet sich aus zwei Gründen besonders als Ansatzpunkt: „Der Vitamin-B1-Zyklus ist essenziell. Dazu gibt es kaum alternative Wege“, sagt Markus Perbandt, Co-Autor der Studie. „Außerdem haben Menschen kein ähnliches Enzym. Das ist sehr wichtig, um Kreuzreaktionen zu vermeiden.“

Die Kenntnis, mit der atomgenauen Struktur eines Biomoleküls einen Wirkstoff maßzuschneidern, ist nicht nur bei der Bekämpfung von Krankenhauskeimen relevant. Sie könnte später eventuell auch gegen andere Erreger eingesetzt werden.

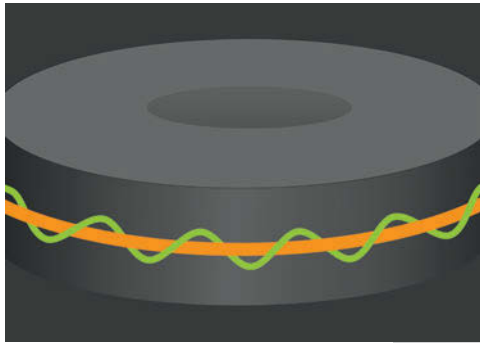
Weitere Beispiele aus diesem Forschungsbereich [»](#)

zum Beispiel der weltweit größte Teilchenbeschleuniger LHC am CERN, der 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 Informationstechnologien. Ein weiteres Ziel ist es, den molekularen Aufbau von Wirkstoffen und damit deren Eigenschaften verbessern zu können. Nationalen wie internationalen



Die zweite Spur windet sich um die erste Spur herum. Sie lässt sich mit zusätzlichen Elektronenpaketen besetzen, die Licht für die Experimente abgeben. Bild: HZB

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)

## BESSY II MIT ZWEITER SPUR

Der Berliner Elektronenspeicherring BESSY II am HZB lässt sich neuerdings auch zweiseitig betreiben. Durch raffinierte Einstellungen an den Magnetoptiken erzeugen die Physiker eine stabile, zweite Spur, auf der zusätzliche Elektronenpakete zirkulieren und Lichtblitze an die Experimentierstationen abgeben. Die Nutzergemeinschaft könnte so in Zukunft nach Bedarf unterschiedliche Lichtblitze der einen oder der anderen Spur für ihre Experimente auswählen. Damit hat das HZB einen weiteren Meilenstein in Richtung des Zukunftsprojektes BESSY-VSR erreicht.

Letzte Vorbereitungen: die Leiterin des Experiments Dr. Sophia Heinz von GSI und der Student Devaraja Malligenahalli vom Manipal Centre for Natural Sciences an der Elektronik des Experimentaufbaus. Bild: G. Otto, GSI



GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung

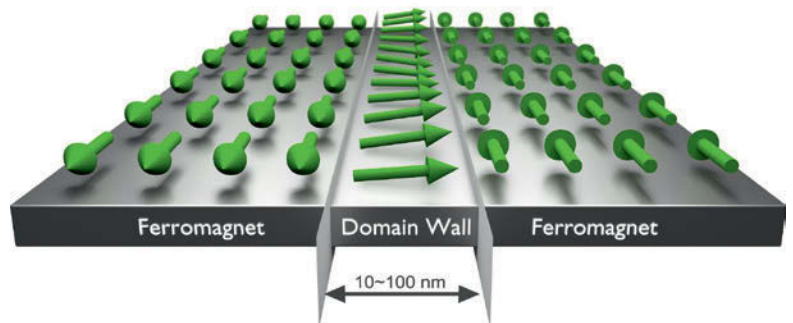
## NEUE ATOMKERNE ENTDECKT

Einem internationalen Forscherteam ist es gelungen, vier neue schwere Atomkerne zu erzeugen. Es handelt sich um jeweils ein Isotop der Elemente Berkelium und Neptunium sowie zwei Isotope des Elements Americium. Sie zerfallen je nach Variante des Stoffes nach wenigen Millisekunden oder Sekunden. Mithilfe von speziellen Filtern aus elektrischen und magnetischen Feldern an den GSI-Forschungsanlagen lassen sich die Zerfallsprodukte separieren und analysieren. Die Identifikation des neuen Isotops geschieht durch den Nachweis aller Zerfallsprodukte.

Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)

## DOMÄNENWÄNDE LEITEN SPINWELLEN

Spinwellen könnten die Zukunft schneller und energiesparender Datenverarbeitung sein. Diese Informationsträger beruhen auf dem Eigendrehimpuls von Elektronen. Sie auf der Nanoebene zu kontrollieren, war jedoch bisher sehr aufwendig. Forscher des HZDR konnten sie nun erstmals mit Hilfe sogenannter Domänenwände gezielt leiten. Diese Grenzbereiche zwischen Arealen unterschiedlicher Magnetisierung können mit kleinen Magnetfeldern manipuliert werden. Die Entdeckung legt einen Grundstein für Nano-Schaltkreise, die auf Spinwellen basieren.



Die Spinwelle bleibt in der Domänenwand (Mitte) gefangen. Dadurch lässt sich der Ausbreitungsweg gezielt kontrollieren. Grafik: HZDR/H. Schultheiß

## DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2015–2019

Forschungsgruppen und Kooperationspartnern stehen 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 Beschleunigertechnologien sowie die Entwicklung neuer Detektorsysteme





Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

### NEUE DETEKTIONSTECHNIK FÜR KOSMISCHE STRAHLUNG

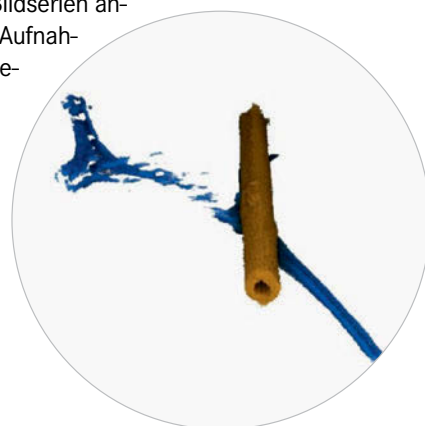
Hochenergetische kosmische Strahlen erzeugen in der Erdatmosphäre „Luftschauer“ aus Sekundärteilchen und elektromagnetischer Strahlung. Deren Messung gibt Aufschluss über die Eigenschaften der Primärteilchen. Mit Radioantennen bei LOFAR und beim Pierre-Auger-Observatorium wurde nun gezeigt, dass mittels des am KIT entwickelten Simulationscodes CoREAS die Energie der Primärteilchen und die Elementkomposition der kosmischen Strahlung mit hoher Präzision bestimmt werden können. Dies öffnet ein vielversprechendes Fenster zu den Quellen der Partikel.

Ein Luftschauer aus vielen Teilchen trifft in dieser Bildmontage auf das Detektorfeld im Kern des Teleskops LOFAR im niederländischen Exloo. Bild: ASTRON/KIT

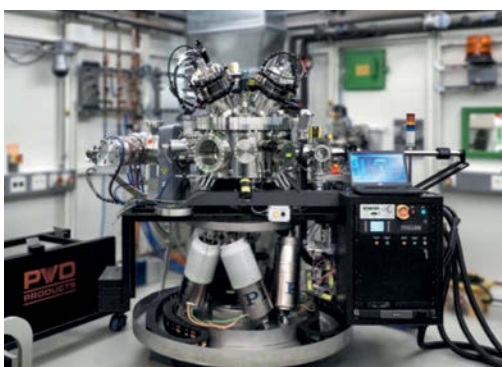
Forschungszentrum Jülich

### NEUE MASSSTÄBE FÜR 3D-AUFNAHMEN AUS DER NANOWELT

Wissenschaftler des Ernst Ruska-Centrums, das zu gleichen Teilen vom Forschungszentrum Jülich und der RWTH Aachen betrieben wird, haben mit einem Transmissions-elektronenmikroskop rund 3.500 Bilder in 3,5 Sekunden aufgenommen. Die Bildserie dient als Datenbasis für die tomografische 3D-Rekonstruktion. Bislang waren zehn bis 60 Minuten und die zehnfache Elektronenstrahldosis nötig, um entsprechende Bildserien anzufertigen. Die schonende Aufnahmetechnik eignet sich insbesondere zur Untersuchung von Zellen, Bakterien und Viren. Zudem ermöglicht es das Verfahren, chemische Reaktionen oder elektronische Schaltvorgänge in Echtzeit und 3D sichtbar zu machen.



Elektronentomografische 3D-Rekonstruktion eines Nanoröhrchens (orange) auf einer Kohlenstoff-Trägerschicht (blau). Bild: Migunov, V. et al Sci. Rep. 5, 14516, 2015 (CC BY 4.0)



Kammer für in situ-Untersuchungen des Wachstums dünner Schichten im Röntgenstrahl an der HZG-Beamline HEMS an PETRA III. Bild: HZG

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

### WERKZEUGE VERBESSERN DURCH IN SITU-CHARAKTERISIERUNG DES FILMWACHSTUMS DÜNNER SCHICHTEN

Hochleistungswerkzeuge zum Fräsen, Drehen und Bohren erhalten durch dünne Beschichtungen eine besondere Widerstandsfähigkeit. Für die in situ-Untersuchung des Wachstums dieser Schichten wurde am HZG in Kooperation mit schwedischen Partnern eine spezielle Kammer entwickelt. Am Instrument HEMS an PETRA III werden während des Beschichtungsvorgangs Experimente mit hochenergetischer Röntgenstrahlung durchgeführt. Sie liefern wertvolle Informationen über die Dynamik des Filmwachstums und damit für die Optimierung der Parameter für die Herstellung der Beschichtungen.

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 Forschungsorganisationen 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 Programmenthemen des Forschungsbereichs Materie. Insbesondere die wissenschaftlichen Großgeräte bieten zahlreiche Verknüpfungen zwischen den Programmteilnehmenden der Helmholtz-Zentren und ihren externen Partnern: Sie erfordern thematische Abstimmungen und erzeugen konkrete Zusammenarbeit in großen Kollaborationen.

# FORSCHUNGSBEREICH SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN



**PROF. DR.-ING. WOLFGANG MARQUARDT**  
Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Koordinator für den Forschungsbereich Schlüsseltechnologien,  
Forschungszentrum Jülich



## DIE MISSION

Im Forschungsbereich Schlüsseltechnologien 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 richtungweisend sein werden. Die bereits in der letzten Förderperiode sehr erfolgreich betriebenen Forschungsprogramme werden weiter vorangetrieben und verstärkt. Die Integration multidisziplinärer Ansätze, beispielsweise 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.

## 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.

### 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



Die Netzwerkerin: Dr. Estela Suarez vom Jülich Supercomputing Centre (JSC) koordiniert das europäische Großprojekt DEEP/DEEP-ER. Bild: Forschungszentrum Jülich

Forschungszentrum Jülich

## AUF DEM WEG ZUM SUPERRECHNER DER NÄCHSTEN GENERATION

Das Forschungszentrum Jülich stellte auf der CeBIT 2016 eine neue Rechner-Architektur vor. Das Ergebnis des EU-Projekts DEEP (Dynamical Exascale Entry Platform), das vom Jülich Supercomputing Centre (JSC) koordiniert wurde. Der Rechner ist nach dem sogenannten Cluster-Booster-Konzept aufgebaut und wird durch ein innovatives und sehr effizientes Kühlsystem ergänzt. Jülich und seine Partner legten damit einen weiteren Schritt auf dem Weg zu einem Exascale-Rechner zurück, der auf über eine Trillion Rechenoperationen pro Sekunde kommt. Das Cluster-Booster-Konzept funktioniert so ähnlich wie ein Turbolader in einem Verbrennungsmotor: Der Booster beschleunigt den Cluster-Teil. Dabei führt ein Cluster von leistungsfähigen Mehrkern-Prozessoren die komplexen Teile eines Programms aus. Einfache Programmteile übernehmen ausgelagerte Booster-Module, die aus einfachen Rechenkernen bestehen. Solche Kerne berechnen derartige Aufgaben deutlich energieeffizienter.

Bei dem in Hannover gezeigten Prototyp kam ein sogenannter GreenICE-Booster für eine besonders innovative Kühlung zum Einsatz. Die elektronischen Baugruppen befinden sich in einer speziellen Flüssigkeit, die schon bei Tempera-

turen von 40 Grad Celsius verdampft. Der Phasenübergang von flüssig zu gasförmig maximiert den Kühleffekt. Dadurch wird keine Abwärme mehr an den Raum abgegeben: Der Energiebedarf der Kühlung sinkt auf einen Anteil von etwa einem Prozent am gesamten Energieverbrauch.

In dem ebenfalls von der EU geförderten und von Jülich koordinierten Nachfolgeprojekt DEEP-ER (DEEP-Extended Reach) wollen die Wissenschaftler zum einen ein besonders effizientes System für die Datenein- und -ausgabe entwickeln. Schließlich fallen bei Anwendungen wie Klimasimulationen Unmengen an Daten an. Dadurch besteht die Gefahr von Engpässen, die das Gesamtsystem verlangsamen. Zum anderen arbeiten sie daran, den Rechner der Zukunft ausfallsicherer zu machen. Exascale-Rechner werden aus so vielen Komponenten bestehen, dass mit heutiger Hardware mehrere Ausfälle pro Stunde zu befürchten wären. Damit die Anwendungsprogramme dadurch nicht ihre Zwischenergebnisse und Daten verlieren, sollen mit DEEP-ER Werkzeuge entwickelt werden, die auf einfache Weise das Weiterrechnen des Programms ermöglichen.

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

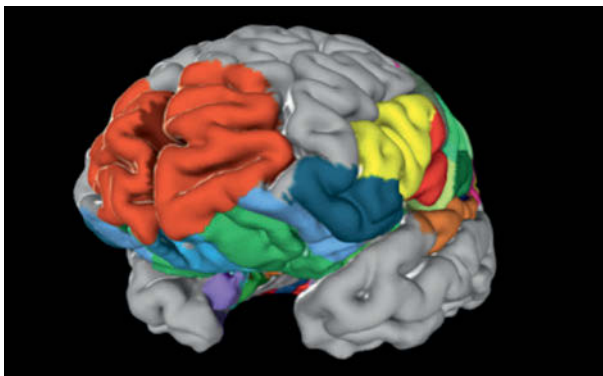
Im Fokus steht die Entwicklung maßgeschneiderter Leichtbaulegierungen und Prozesstechnologien für unterschiedlichste Anwendungsfelder wie Extrem-Leichtbau, hitzebeständige Hochleistungsbauteile sowie medizinische Implantate. Neuartige

funktionalisierte Materialien kommen insbesondere in Membrantechnologien für die CO<sub>2</sub>-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-





Forschungszentrum Jülich

## NEUE ERKENNTNISSE ZUR ENTSTEHUNG EINER DEPRESSION

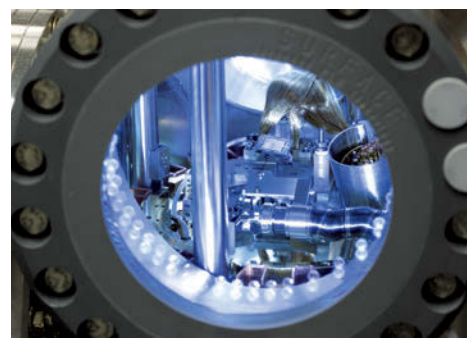
Eine Depression ist mit organischen Veränderungen im Gehirn verbunden. Jülicher Neurowissenschaftler wiesen nach, dass bei der Erkrankung das Volumen eines bestimmten Hirnareals, des medialen Frontalpol, verringert ist. Die Forscher nutzten für die Studie den dreidimensionalen JuBrain-Hirnatlas, der Karten von etwa 200 Hirnarealen umfasst. Im Rahmen des „Human Brain Projects“ wird JuBrain zu einem multimodalen Hirnmodell weiterentwickelt, in das unter anderem Erkenntnisse über die genetischen Merkmale der Regionen und Zellen einfließen.

JuBrain: Ein dreidimensionaler Atlas des menschlichen Gehirns mit Wahrscheinlichkeitskarten der Zellarchitektur. Bild: Forschungszentrum Jülich.

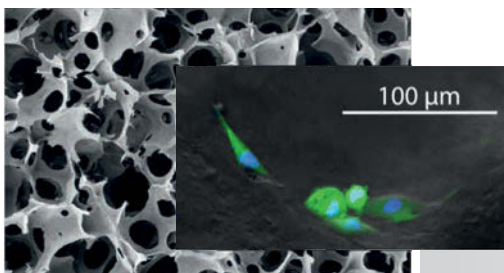
Forschungszentrum Jülich

## LÖSUNG FÜR LANGZEITSTABILE RERAMS

Computerspeicher, die schnell sind und ein gutes Gedächtnis haben, könnten künftig aus neuartigen Bauelementen bestehen, den memristiven Zellen, kurz ReRAM. Noch sind sie nicht ausgereift. Ein Jülicher und Aachener Forscherteam konnte nun aufdecken, wie sich Speicherzellen, die schnell Daten verlieren, mikroskopisch von jenen unterscheiden, die über lange Zeit stabil sind. Zugleich stießen sie auf eine Lösung für fehlerresistente Speicherzellen: eine Speicherschicht für Sauerstoff-Ionen, die den unerwünschten Vorgang verlangsamt und womöglich ganz unterdrückt.



Ein Blick in ein Rasterkraftmikroskop am Oxide Cluster Labor. Dort werden im Ultrahochvakuum Materialschichten für Datenspeicher hergestellt und untersucht. Bild: Forschungszentrum Jülich



Porenstruktur eines 3D-strukturierten Hydrogels (ArcGel) in einer REM-Aufnahme und die Adhäsion von hMSC an die ArcGel-Oberfläche nach 24 Stunden. Bild: HZG

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

## KNOCHENREGENERATION MIT HYDROGELN

Fehlendes Knochenmaterial wächst nicht immer von selbst nach. Das Institut für Biomaterialforschung des HZG hat in Zusammenarbeit mit Forschern aus Berlin und Rostock 3D-strukturierte weiche Hydrogele auf Basis von Gelatine und Lysin vorgestellt, die einen Knochendefekt in wenigen Wochen vollständig ausheilen lassen. Die Regeneration wird durch Zellen erreicht, die in vivo in das Material einwandern. Dabei werden Zelldifferenzierung und -proliferation unter anderem durch Zelladhäsionsstellen und ein Wachstum der Poren während des Abbaus unterstützt.

## DIE PROGRAMME IN DER FÖRDERPERIODE 2015–2019

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

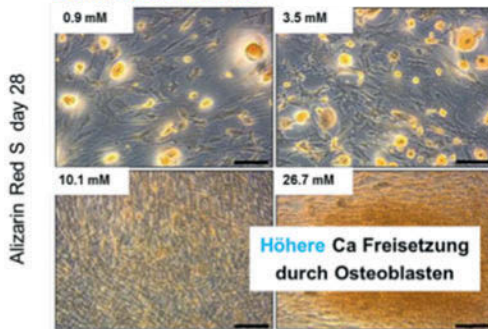
### Biointerfaces in Technology and Medicine

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 Biomaterialien

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 Ver-

**Zellmetabolismus**

Alizarin Red S day 28

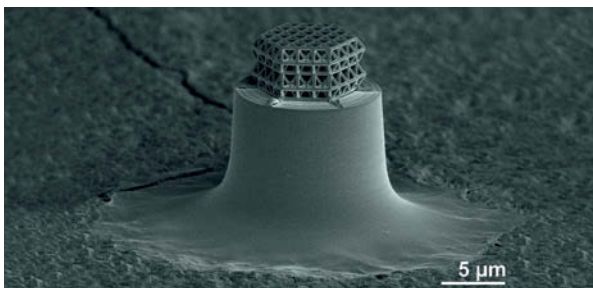
Untersuchung der Calciumproduktion in Kulturen, in denen knochenauf- und abbauende Zellen zusammen inkubiert wurden. Alizarin-Färbung, mit der Calcium sichtbar gemacht werden kann. In Monokultur liegt die tolerable Magnesium-Konzentration bei ca. 10 Millimolar. Bild: Reprinted from Publication Wu et al. 2015, Acta Biomaterialia 27, 295-304.

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

**MAGNESIUM WIRKT AUF WACHSTUM UND DIFFERENZIERUNG VON KNOCHENZELLEN**

Wissenschaftler vom HZG untersuchten erstmals die knochenaufbauende Wirkung von Magnesiumimplantaten in einem Zellkulturmodell, in dem knochenauf- und -abbauende Zellen zusammen inkubiert wurden. Diese Zellen tolerieren höhere Mg-Konzentrationen als in Monokultur und ändern ihre Kommunikation. Dadurch gibt es insgesamt mehr knochenaufbauende Zellen, die mehr Calcium abscheiden und so zur Knochenneubildung beitragen. Damit konnte auf molekularem Niveau nachgewiesen werden, wie optimierte Magnesium-Freisetzung zum Heilungsprozess beitragen kann.

Erst unter dem Elektronenmikroskop kann man das weltweit kleinste Fachwerk erkennen, dessen Strebendurchmesser 0,2 und die Gesamtgröße rund 10 Mikrometer betragen. Bild: J.Bauer/KIT



Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

**DAS KLEINSTE FACHWERK DER WELT**

Das kleinste von Menschen gemachte Fachwerk der Welt haben Forscher des KIT vorgestellt. Seine Bauteile aus glasartigem Kohlenstoff haben Strebendurchmesser von unter einem Mikrometer und Strebendurchmesser von 200 Nanometern. Die Grundstruktur wird durch 3-D-Laserlithografie hergestellt, anschließend wird die Struktur mittels Pyrolyse geschrumpft und verglast. Durch die kleine Dimension werden bisher unerreichte Verhältnisse von Festigkeit zu Dichte erzielt. Anwendungen sind beispielsweise in der Mikroelektronik oder als optische Bauteile möglich.

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

**WIE KUPFER ORGANISCHE LEUCHTDIODEN EFFIZIENTER MACHT**

Der Einsatz von Kupfer als Leuchtstoff ermöglicht kostengünstige und umweltverträgliche organische Leuchtdioden (OLEDs). Dabei sorgt die sogenannte thermisch aktivierte verzögerte Fluoreszenz für eine hohe Lichtausbeute. Wissenschaftler des KIT, der KIT-Ausgründung CYNORA GmbH und der Universität St. Andrews, UK, haben nun erstmals die Geschwindigkeit des zugrundeliegenden quantenmechanischen Phänomens, des Intersystem Crossing, in einem Kupferkomplex gemessen. Die Ergebnisse der Grundlagenarbeit tragen zum Bau energieeffizienterer OLEDs bei.



Maßgeschneiderte Leuchtdioden werden dank Kupferkomplexen effizienter. Bild: KIT

änderungen während der Lebensspanne kann dies nur mit Hilfe 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 38.237 Beschäftigten in ihren 18 Forschungszentren und einem jährlichen Gesamtbudget von inzwischen 4,45 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.

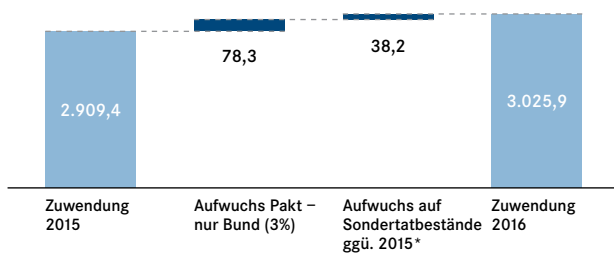
## RESSOURCEN

Die Grundfinanzierung der Helmholtz-Gemeinschaft ist für das Haushaltsjahr 2016 gegenüber dem Vorjahr von rund 2,91 Mrd. Euro auf rund 3,03 Mrd. Euro angewachsen.

### Entwicklung der Ressourcen

#### Aufwuchs 2015–2016

Angaben in Mio. € (Bund und Länder)

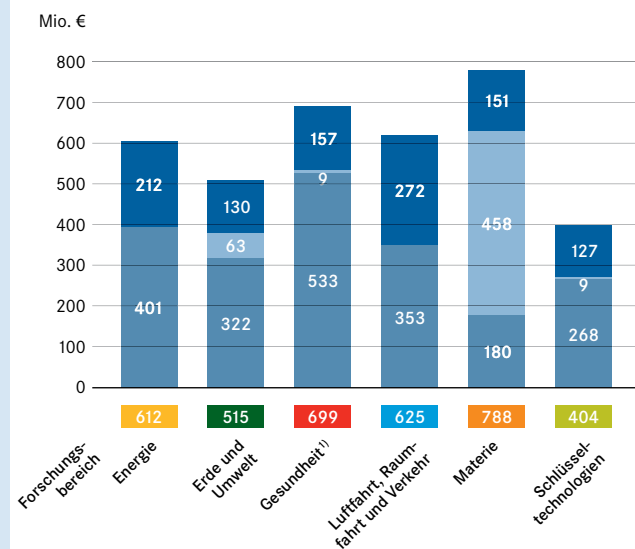


\* zusätzlich bereitgestellte Mittel für das Nationale Centrum für Tumorerkrankungen (NCT), das Drug Research and Functional Genomics Centre (DRFG), das European XFEL-Projekt sowie den Neubau des Berliner Institut für Medizinische Systembiologie

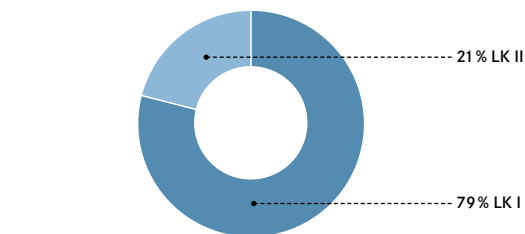
Dieser Aufwuchs setzt sich zusammen aus dem dreiprozentigen Aufwuchs aus dem Pakt für Forschung und Innovation III, der vollständig durch den Bund finanziert wird und 2016 insgesamt ca. 78 Mio. € entspricht. Des Weiteren wachsen bestimmte Sondertatbestände, die zusätzlich durch Bund und Länder finanziert werden, weiter auf. Die Verteilung der Gesamtressourcen auf die Forschungsbereiche erfolgt – mit Ausnahme des Forschungsbereichs Schlüsseltechnologien – auf den ersten Blick

relativ gleichmäßig. Bei näherer Betrachtung wird deutlich, 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 2015



#### LK I\* und LK II ohne Drittmittel



■ Drittmittel<sup>2)</sup>  
 ■ LK II  
 ■ LK I

<sup>1)</sup> inklusive des Helmholtz-Anteils an den Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung und dem Berliner Institut für Gesundheitsforschung (BIG)

<sup>2)</sup> nur Drittmittel, die direkt den Forschungsbereichen zuzuordnen sind

Die Grund- und Drittmittel sind in der oben stehenden Grafik als Ist-Kosten 2015 angegeben. Ist-Kosten sind die Mittel, die im Berichtsjahr von den Forschungszentren tatsächlich eingesetzt wurden.



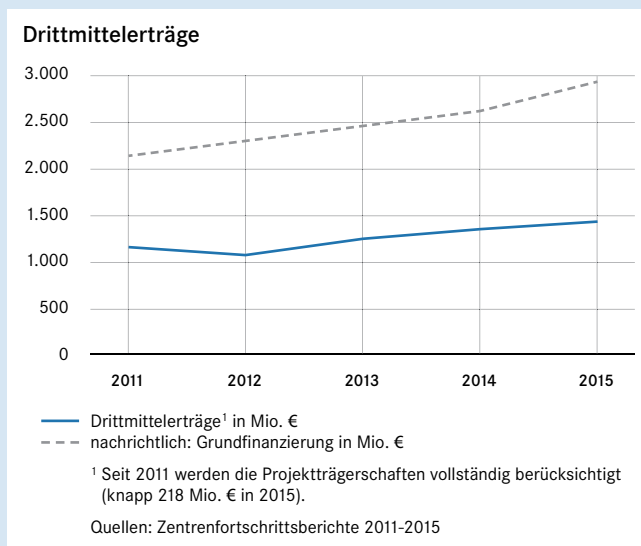


**FRANZISKA BROER**  
Geschäftsführerin der  
Helmholtz-Gemeinschaft

Aktuell sind rund 21 Prozent der Ressourcen den Forschungsinfrastrukturen und Nutzerplattformen zugeordnet. Dieser Anteil, der über die letzten rund zehn Jahre relativ konstant geblieben ist, wird perspektivisch nach der Inbetriebnahme zweier großer Forschungsinfrastrukturen – des europäischen freien Elektronenlasers XFEL und der Beschleunigeranlage FAIR – leicht steigen.

### Drittmittelträge

Neben der Grundfinanzierung stehen den Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft auch Drittmittel in beträchtlichem Ausmaß zur Verfügung, die überwiegend in wettbewerblichen Verfahren eingeworben werden. Im Jahr 2015 wurden Drittmittel in Höhe von 1,43 Mrd. Euro eingeworben, was im Vergleich zum Vorjahr einer Steigerung von acht Prozent entspricht.



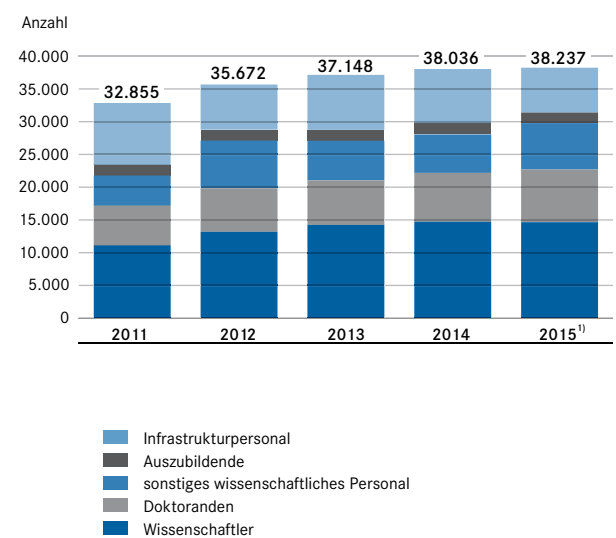
Einen besonders wichtigen Anteil der Drittmittel stellen die über Horizon 2020 eingeworbenen EU-Fördergelder dar. Die Helmholtz-Zentren waren an 268 neu im europäischen Forschungsprogramm geförderten Projekten beteiligt. Gegenüber dem Vorjahr stellt dies beinahe eine Verdoppelung der Projekte mit Projektbeteiligung dar, was daran liegt, dass FRP7 ausgelaufen und Horizon 2020 erst angelaufen ist. Die Höhe der Zuflüsse bewegt sich insgesamt auf dem Vorjahresniveau. Ein Teil der Zuflüsse im Berichtsjahr resultiert auch aus den geförderten Projekten der letzten Jahre.

### Eingeworbene EU-Forschungsgelder

in T€	2011	2012	2013	2014	2015
Zuflüsse aus der EU für Forschung und Entwicklung	146.188	126.936	122.612	132.888	133.047

### Entwicklung des Personals

#### Entwicklung des Personals



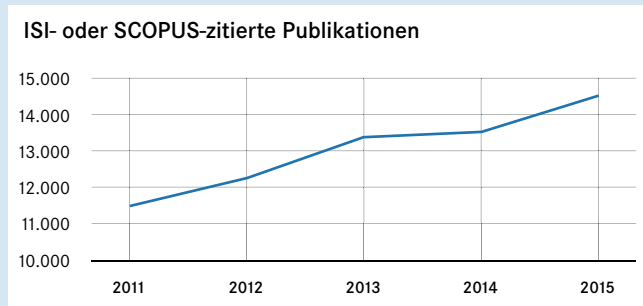
Auch 2015 ging die Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft aus dem Pakt für Forschung und Innovation mit einem Zuwachs an Beschäftigten in den Helmholtz-Zentren einher: die Zahl stieg auf 38.237.

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. Bezüglich der Quantität ist weiter ein klares Wachstum erkennbar. Im Jahr 2015 erschienen 14.488 Publikationen in ISI- oder SCOPUS zitierten Fachjournals. Gegenüber dem Vorjahr haben die Publikationen um sieben Prozent zugenommen, seit 2011 um 26 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. Im Jahr 2015 konnte sich die Helmholtz-Gemeinschaft wie bereits im Vorjahr auf dem sechsten Platz behaupten. Die Tabelle zeigt den Nature Index für den Zeitraum vom 01.01.2015 bis 31.12.2015.

### Nature Index 2015

Platz	Institution	Artikel
1	French National Centre for Scientific Research (CNRS), Frankreich	4.937
2	Chinese Academy of Sciences (CAS), China	3.449
3	Max-Planck-Gesellschaft, Deutschland	3.110
4	Harvard University, USA	2.622
5	Spanish National Research Council (CSIC), Spanien	1.667
6	Helmholtz-Gemeinschaft, Deutschland	1.663
7	Massachusetts Institute of Technology (MIT), USA	1.627
8	University of Cambridge, UK	1.568
9	Stanford University (SU), USA	1.514
10	Pierre and Marie Curie University (UPMC) – Paris 6, Frankreich	1.472

## 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. Die Verfügbarkeit hat 2015 zugenommen, womit die vorhandenen Forschungsinfrastrukturen annähernd ganzjährig für Forschungszwecke zur Verfügung standen. Im Berichtsjahr wurden die Großgeräte somit zu mehr als zwei Drittel von externen Nutzern in Anspruch genommen. Eine direkte Vergleichbarkeit zum Vorjahr ist hierbei nur bedingt möglich, da sich im Vorjahr die Forschungsbereiche Materie sowie Schlüsseltechnologien noch in der alten Programmperiode befanden und aufgrund des neuen Programmzuschnitts Großgeräte weggefallen bzw. hinzugekommen sind.

## Helmholtz-Forschungsinfrastrukturen

	Nutzungsart	Ist-Wert 2014	Ist-Wert 2015
Verfügbarkeit		72,6 %	94,6 %
Auslastung	Helmholtz-intern	31,9 %	29,4 %
	Helmholtz-extern	68,1 %	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.

## 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 letzteren grundsätzlich zusammen mit Universitäten) zeigt, in welchem Umfang diese Vernetzung bereits realisiert ist.

### Gemeinsame Berufungen

	2011	2012	2013	2014	2015
Gemeinsame Berufungen mit Hochschulen, entspr. W2 und W3 beschäftigte Personen	374	452	499	554	609

### DFG

Anzahl im Jahr	2011	2012	2013	2014	2015
Forschungszentren	1	2	2	1	1
Sonderforschungsbereiche	64	68	67	62	65
Schwerpunktprogramme	52	52	49	42	44
Forschergruppen	62	58	61	55	49

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 2015 auf 2 Forschungszentren, 100 Sonderforschungsbereiche, 55 Schwerpunktprogramme und 63 Forschergruppen.

### Beteiligung an der Exzellenzinitiative

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

## Internationaler Austausch

Die Forschungsinfrastrukturen der Helmholtz-Gemeinschaft stehen den Wissenschaftlern weltweit offen. Rund 9.286 Wissenschaftler aus aller Welt kamen zum wissenschaftlichen Austausch und nutzten die Forschungsmöglichkeiten in den Helmholtz-Zentren. Dies entspricht gegenüber dem Vorjahr einem Anstieg von 24 Prozent.

Ausländische Wissenschaftler an Helmholtz-Zentren					
	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Insgesamt</b>	<b>7.363</b>	<b>7.765</b>	<b>8.523</b>	<b>7.476</b>	<b>9.286</b>

## 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 2011 noch bei 14 Prozent, sind es 2015 42 Prozent; der Blick auf die absoluten Zahlen zeigt somit über die letzten fünf Jahre ein deutliches Wachstum. 2015 konnte der prozentuale Anteil der Neubesetzungen von W3-Positionen mit Frauen im Vergleich zum Vorjahr gesteigert werden, vor allem durch die Erfolge in der Rekrutierungsinitiative: Sechs der 16 Neubesetzungen von W3-Positionen mit Frauen im Jahr 2015 wurden durch die Initiative realisiert. Damit leistet die Helmholtz-Gemeinschaft einen wichtigen Beitrag zur Erfüllung der Zielquoten in diesem Bereich.

### Chancengleichheit

	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Neubesetzungen W3</b>	<b>29</b>	<b>39</b>	<b>41</b>	<b>43</b>	<b>38</b>
<b>darunter Frauen</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>16</b>
<b>Frauenanteil</b>	<b>14 %</b>	<b>26 %</b>	<b>24 %</b>	<b>33 %</b>	<b>42 %</b>

## 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 gesamt	davon weiblich
<b>Helmholtz-Nachwuchsgruppenleiter</b> (finanziert durch den Impuls- und Vernetzungsfonds, Helmholtz-Nachwuchsgruppenprogramm)	80	36
<b>Sonstige Nachwuchsgruppenleiter</b> (z. B. zentreneigene Nachwuchsgruppen, Emmy-Noether-Gruppen etc.)	127	44

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. Der Erfolg dieser Aktivität zeigt sich an der gegenüber dem Vorjahr um 15 Prozent gestiegenen Zahl erfolgreich abgeschlossener Promotionen im Jahr 2015.

### Promotionen

	31.12.11	31.12.12	31.12.13	31.12.14	31.12.15
<b>Anzahl der geförderten Graduiertenkollegs/-schulen*</b>	75	84	95	116	97
<b>Anzahl der betreuten Doktoranden**</b>	6.062	6.635	6.789	7.446	8.044
<b>Anzahl der abgeschlossenen Promotionen</b>	822	803	964	1.059	1.219

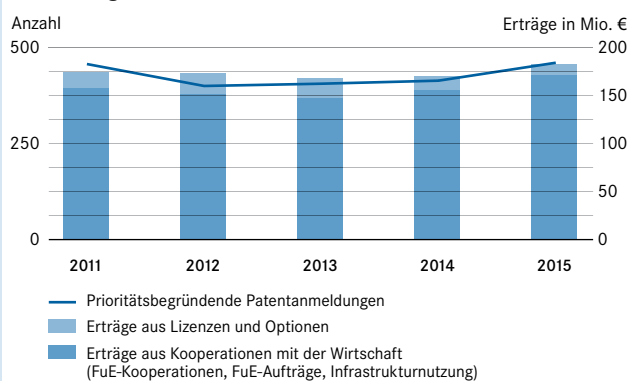
\* inklusive 12 von der DFG geförderte Graduiertenschulen

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

## Technologietransfer

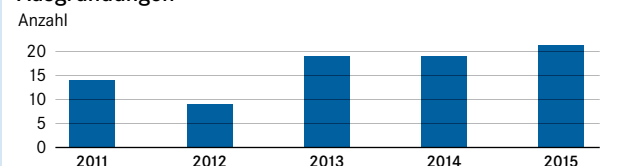
Der Transfer von Forschung in Wirtschaft und Gesellschaft ist wichtiger Bestandteil der Mission. In den letzten Jahren wurden dafür neue Instrumente und Plattformen geschaffen, wie z. B. der Helmholtz-Validierungsfonds, die „Helmholtz Innovation Labs“ und die „Innovationsfonds der Zentren“. Die Erträge aus Wirtschafts-Kooperationen sind weitgehend konstant; berücksichtigt man eine Schärfung der Kennzahldefinition im Jahr 2013 sogar ansteigend. 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 400 weitgehend konstant, was auf eine hohe Selektion hinsichtlich wirtschaftlicher Verwertbarkeit zurückzuführen ist.

### Technologietransfer



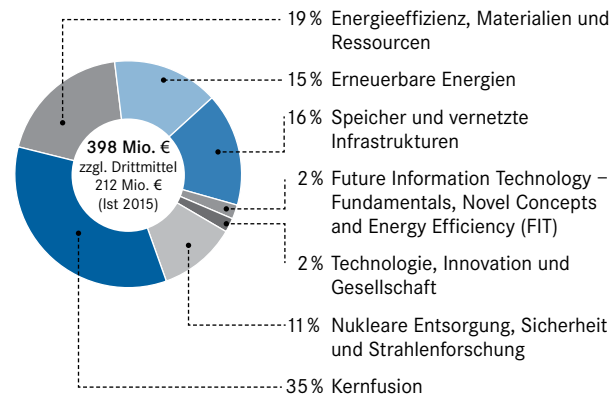
Die Zahl der Ausgründungen ist in den letzten Jahren dank vermehrter Aktivitäten der Zentren, stärkerer Nutzung der EXIST-Förderung und der internen Maßnahme Helmholtz Enterprise gestiegen. Zur Rekordzahl von 21 Spin-offs im Jahr 2015 trägt vor allem das lebhaftere Gründungsgeschehen am KIT bei.

### Ausgründungen



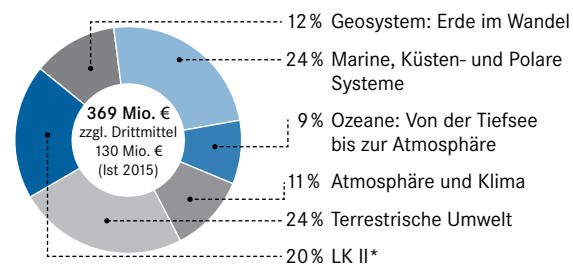


## Die Struktur des Forschungsbereichs Energie Soll-Kosten der Grundfinanzierung 2015: 398 Mio. Euro



Quelle: Zentrenfortschrittsbericht 2015

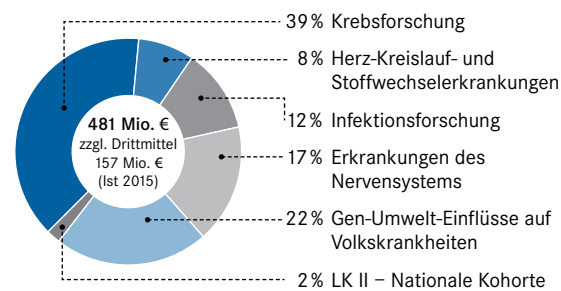
## Die Struktur des Forschungsbereichs Erde und Umwelt Soll-Kosten der Grundfinanzierung 2015: 369 Mio. Euro



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

Quelle: Zentrenfortschrittsbericht 2015

## Die Struktur des Forschungsbereichs Gesundheit Soll-Kosten der Grundfinanzierung 2015: 481 Mio. Euro\*



\*Zuzüglich Mittel für den Helmholtz-Anteil an den Deutschen Zentren für Gesundheitsforschung, dem Berliner Institut für Gesundheitsforschung und dem Ausbau des Nationalen Centrums für Tumorerkrankungen in Höhe von 74 Mio. €

Quelle: Zentrenfortschrittsbericht 2015

# KOSTEN UND PERSONAL

## KOSTEN UND PERSONAL 2015 der Helmholtz-Gemeinschaft als Gesamtübersicht

	Grundfinanzierte Ist-Kosten T€	Drittmittel T€	Gesamt T€	Gesamt-personal PJ <sup>1)</sup>
Summe Forschungsbereiche <sup>2)</sup>	2.595.772	1.047.867	3.643.639	30.726
Summe Programmgebundene Forschung <sup>3)</sup>	4.051	30.587	34.638	203
Summe Sonderaufgaben <sup>4)</sup>	11.606	10.478	22.084	89
Summe Projektträgerschaften		218.234	218.234	2.079
Summe weitergeleitete Drittmittel		120.336	120.336	
<b>Summe Helmholtz-Gemeinschaft</b>	<b>2.611.429</b>	<b>1.427.502</b>	<b>4.038.931</b>	<b>33.097 <sup>5)</sup></b>

<sup>1)</sup> Personenjahr <sup>2)</sup> Neben den sechs Forschungsbereichen ist hier der Helmholtz-Anteil an den Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung enthalten. <sup>3)</sup> Die Mittel für die Programmgebundene Forschung betragen bis zu 20 Prozent der insgesamt eingeworbenen Programmmittel. Nutzen Zentren diese Mittel zur Verstärkung der bestehenden Forschungsprogramme, werden diese direkt den Kosten des jeweiligen Programms zugeordnet. <sup>4)</sup> Vorrangig Rückbau kerntechnischer Anlagen <sup>5)</sup> In natürlichen Personen sind das 38.237 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Helmholtz-Gemeinschaft.

## Forschungsbereich Energie

	Grundfinanzierte Ist-Kosten T€	Drittmittel T€	Gesamt T€	Gesamt-personal PJ <sup>1)</sup>
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)	29.892	44.317	74.209	604
Forschungszentrum Jülich GmbH (FZJ)	70.835	46.047	116.882	989
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH (HZB)	34.009	9.938	43.947	349
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)	27.562	9.686	37.248	339
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ	5.192	3.431	8.623	102
Helmholtz-Zentrum Potsdam - Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ	3.172	3.876	7.048	52
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	125.386	62.988	188.374	1.632
Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP)	104.544	31.262	135.806	1.005
<b>Summe Forschungsbereich Energie</b>	<b>400.592</b>	<b>211.545</b>	<b>612.137</b>	<b>5.072</b>

## Forschungsbereich Erde und Umwelt

Alfred-Wegener-Institut - Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI)	119.912	21.189	141.101	903
Forschungszentrum Jülich GmbH (FZJ)	28.205	12.390	40.595	351
GEOMAR - Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel	46.874	23.974	70.848	632
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ	62.426	20.042	82.468	841
Helmholtz-Zentrum Geesthacht - Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH (HZG)	25.538	5.095	30.633	311
Helmholtz Zentrum München - Deutsches Zentrum für Gesundheit und Umwelt GmbH (HMGU)	21.090	4.176	25.266	268
Helmholtz-Zentrum Potsdam - Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ	51.288	30.612	81.900	754
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	29.536	12.652	42.188	367
<b>Summe Forschungsbereich Erde und Umwelt</b>	<b>384.869</b>	<b>130.130</b>	<b>514.999</b>	<b>4.427</b>

## Forschungsbereich Gesundheit

Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)	168.041	59.565	227.606	2.357
Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen e.V. (DZNE)	66.189	8.489	74.678	766
GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH (GSI)	5.072	1.234	6.306	72
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)	18.161	2.100	20.261	180
Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung GmbH (HZI)	59.410	32.686	92.096	812
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ	4.547	523	5.070	54
Helmholtz Zentrum München - Deutsches Zentrum für Gesundheit und Umwelt GmbH (HMGU)	131.095	28.248	159.343	1.682
Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch	89.720	23.936	113.656	1.093
<b>Summe Forschungsbereich Gesundheit</b>	<b>542.235</b>	<b>156.781</b>	<b>699.016</b>	<b>7.016</b>

## Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)	352.891	271.734	624.625	5.192
<b>Summe Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr</b>	<b>352.891</b>	<b>271.734</b>	<b>624.625</b>	<b>5.192</b>

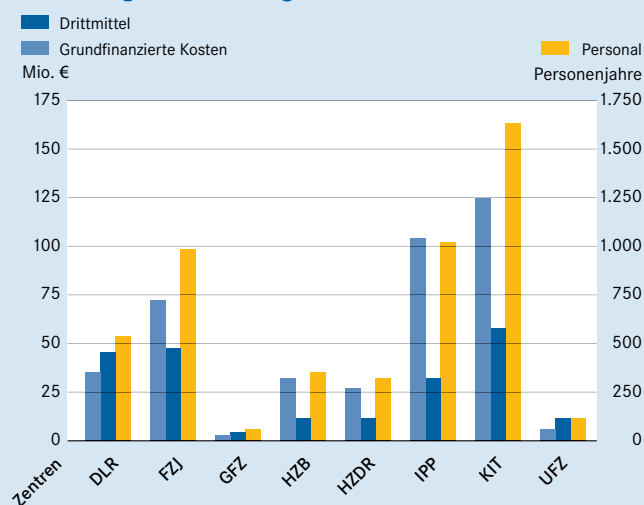
## Forschungsbereich Materie

Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY)	239.983	86.418	326.401	2.131
Forschungszentrum Jülich GmbH (FZJ)	50.120	14.651	64.771	477
GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH (GSI)	125.493	26.292	151.785	1.372
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH (HZB)	119.595	5.230	124.825	574
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)	43.579	4.884	48.463	369
Helmholtz-Zentrum Geesthacht - Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH (HZG)	9.602	1.365	10.967	80
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	49.506	11.698	61.204	477
<b>Summe Forschungsbereich Materie</b>	<b>637.878</b>	<b>150.538</b>	<b>788.416</b>	<b>5.480</b>

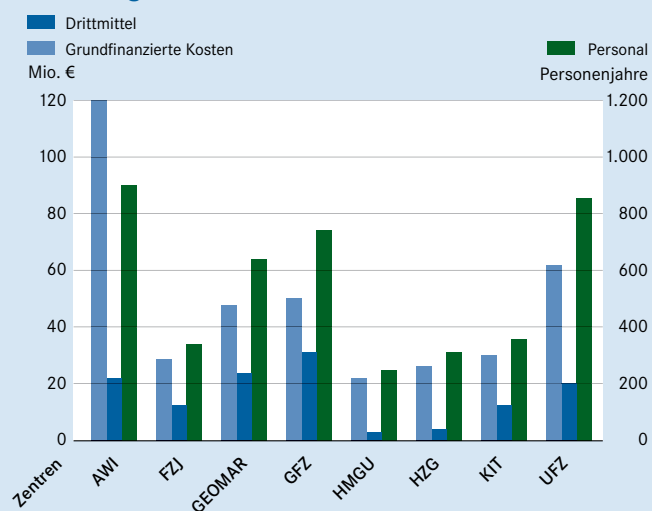
## Forschungsbereich Schlüsseltechnologien

Forschungszentrum Jülich GmbH (FZJ)	153.932	75.644	229.576	1.911
Helmholtz-Zentrum Geesthacht - Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH (HZG)	38.827	10.480	49.307	481
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	84.548	41.015	125.563	1.147
<b>Summe Forschungsbereich Schlüsseltechnologien</b>	<b>277.307</b>	<b>127.139</b>	<b>404.446</b>	<b>3.539</b>

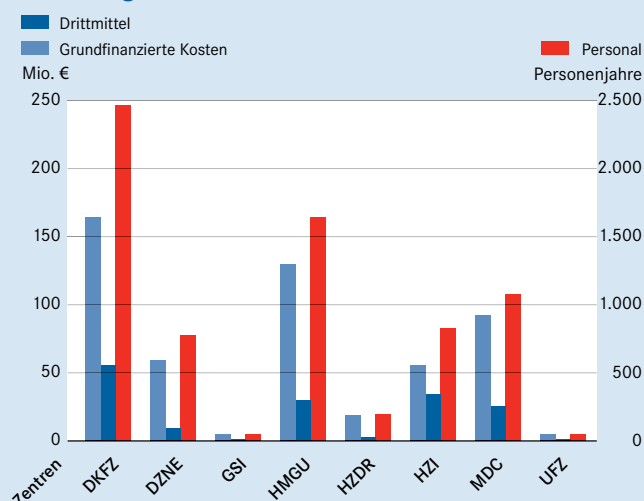
### Forschungsbereich Energie



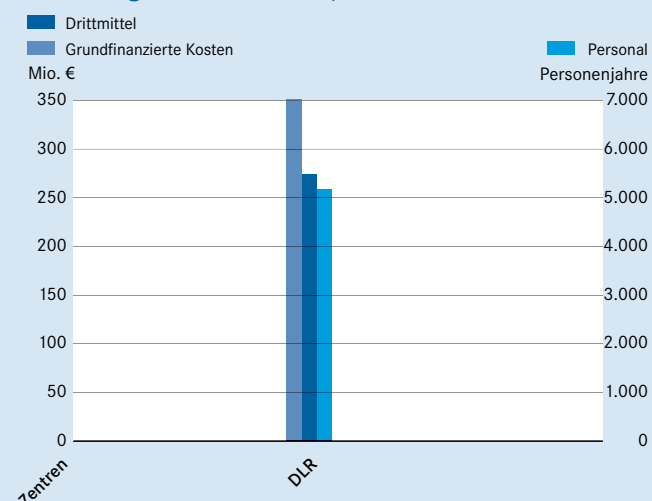
### Forschungsbereich Erde und Umwelt



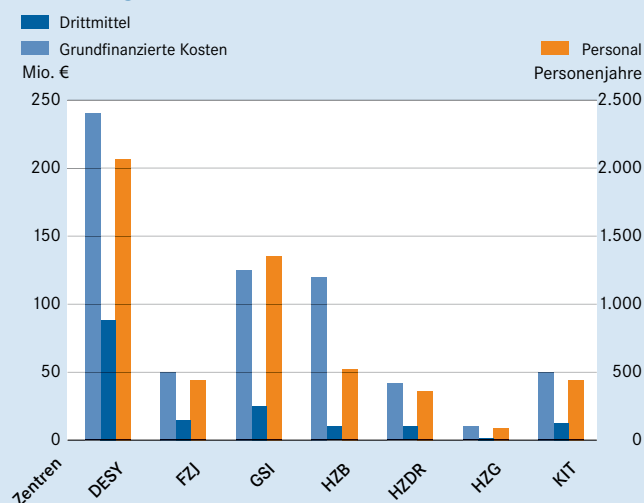
### Forschungsbereich Gesundheit



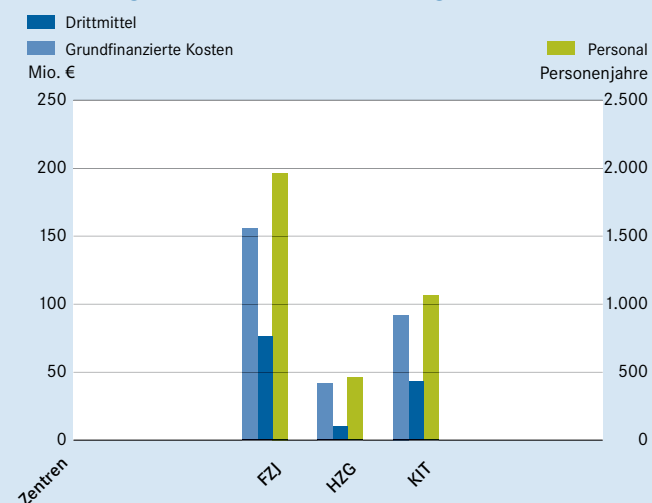
### Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr



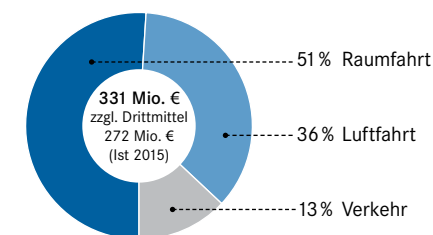
### Forschungsbereich Materie



### Forschungsbereich Schlüsseltechnologien

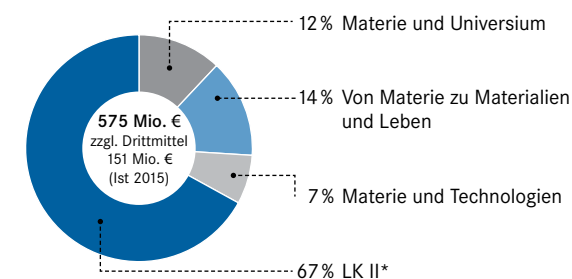


### Die Struktur des Forschungsbereichs Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr Soll-Kosten der Grundfinanzierung 2015: 331 Mio. Euro



Quelle: Zentrenfortschrittsbericht 2015

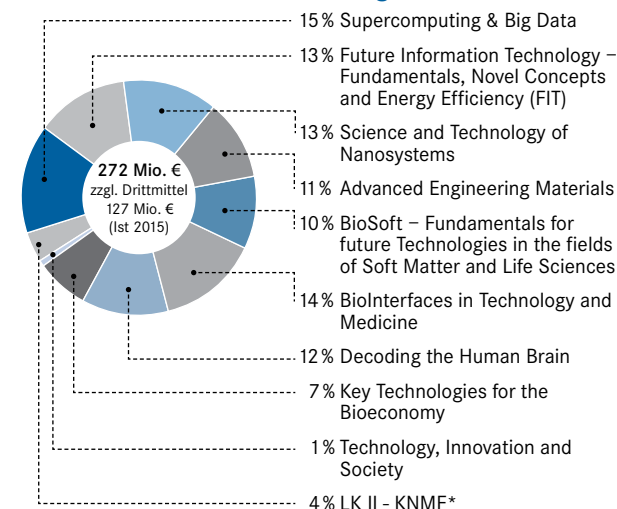
### Die Struktur des Forschungsbereichs Materie Soll-Kosten der Grundfinanzierung 2015: 575 Mio. Euro



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

Quelle: Zentrenfortschrittsbericht 2015

### Die Struktur des Forschungsbereichs Schlüsseltechnologien Soll-Kosten der Grundfinanzierung 2015: 272 Mio. Euro\*



\* Karlsruhe Nano Micro Facility (KIT)

Quelle: Zentrenfortschrittsbericht 2015

## 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 wird das Gesamtbudget nach Forschungsbereichen und Zentren für den Berichtszeitraum 2015 aufgeführt. Ergänzt wird diese Übersicht durch die Angabe der Personalzahlen in Personenjahren.

### Kosten und Personal nach Zentren 2015

	Grundfinanzierte Ist-Kosten T€	Drittmittel T€	Gesamt T€	Gesamt- personal PJ <sup>1)</sup>
Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI)	119.912	21.189	141.101	903
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY	239.983	86.418	326.401	2.131
Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)	168.041	59.565	227.606	2.357
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	382.783	316.051	698.834	5.796
Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE)	66.189	8.489	74.678	766
Forschungszentrum Jülich (FZJ)	303.092	148.732	451.824	3.728
GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel	46.874	23.974	70.848	632
GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung	130.565	27.526	158.091	1.444
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)	153.604	15.168	168.772	923
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)	89.302	16.670	105.972	888
Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI)	73.967	16.940	90.907	872
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ	59.410	32.686	92.096	812
Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung (HZG)	72.165	23.996	96.161	997
Helmholtz Zentrum München - Deutsches Zentrum für Gesundheit und Umwelt (HMGU)	152.185	32.424	184.609	1.950
Helmholtz-Zentrum Potsdam - Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ	54.460	34.488	88.948	806
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	288.976	128.353	417.329	3.623
Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft (MDC)	89.720	23.936	113.656	1.093
Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP)	104.544	31.262	135.806	1.005
<b>Programmungebundene Forschung</b>	<b>4.051</b>	<b>30.587</b>	<b>34.638</b>	<b>203</b>
<b>Sonderaufgaben<sup>2)</sup></b>	<b>11.606</b>	<b>10.478</b>	<b>22.084</b>	<b>89</b>
<b>Projektträgerschaften</b>		<b>218.234</b>	<b>218.234</b>	<b>2.079</b>
<b>Weitergeleitete Drittmittel</b>		<b>120.336</b>	<b>120.336</b>	
<b>Summe Helmholtz-Gemeinschaft</b>	<b>2.611.429</b>	<b>1.427.502</b>	<b>4.038.931</b>	<b>33.097</b>

<sup>1)</sup> Personenjahre <sup>2)</sup> Vorrangig Rückbau kerntechnischer Anlagen

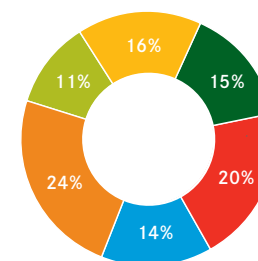
## DIE DRITTE RUNDE DER PROGRAMMORIENTIERTEN FÖRDERUNG

Im Jahr 2016 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 2016 ist im Folgenden dargestellt.

### Soll-Kosten der Programmorientierten Förderung 2016: 2.521 Mio. Euro

	Soll-Kosten 2016 in Mio. €
Energie	413
Erde und Umwelt	383
Gesundheit*	496
Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr	341
Materie	608
Schlüsseltechnologien	279
<b>Summe</b>	<b>2.521</b>

\* ohne Deutsche Zentren der Gesundheitsforschung und Berliner Institut für Gesundheitsforschung



- Energie
- Erde und Umwelt
- Gesundheit
- Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr
- Materie
- Schlüsseltechnologien



# WISSENSCHAFTLICHE PREISE UND AUSZEICHNUNGEN

## ERWIN-SCHRÖDINGER-PREIS 2016

Christopher Barner-Kowollik, Martin Bastmeyer, Martin Wegener vom Karlsruher Institut für Technologie sind mit dem Erwin-Schrödinger-Preis 2016 ausgezeichnet worden. Der mit 50.000 Euro dotierte Preis zeichnet herausragende wissenschaftliche oder technisch innovative Leistungen aus, die in Grenzgebieten zwischen verschiedenen Fächern der Medizin, Natur- und Ingenieurwissenschaften erzielt worden sind und an denen Vertreterinnen und Vertreter mindestens zweier Fachrichtungen mitgewirkt haben. Die diesjährigen Preisträger werden für ihre Arbeiten im Bereich der 3D-Technologie ausgezeichnet.



## 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: Isaac Boxx (DLR), Hendrick Fuchs (FZJ), Stefan Gröschel (DKFZ), Susanne Häussler (HZI), Matthias Heikenwälder (HMGU), Irmela Jeremias (HMGU), Christian Koos (KIT), Jan Gerrit Korvink (KIT), Pavel Levkin (KIT), Yuri A. Litvinov (GSI), Samir Lounis (FZJ), Alexander Nesterov-Müller (KIT), James Poulet (MDC), Daniel Razansky (HMGU), Ulf Riebesell (GEOMAR), Hans Stroehrer (FZJ), Kerstin Tackmann (DESY), Matthias Tschöep (HMGU), Vasilis Tziachristos (HMGU)



## LEIBNIZPREIS 2016

Der Molekularbiologe Frank Bradke (im Bild), Arbeitsgruppenleiter am DZNE und Professor für Neurobiologie an der Universität Bonn, erhält den mit 2,5 Millionen Euro dotierten Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis. Ebenfalls mit dem Preis geehrt wurde die Mikrobiologin Emmanuelle Charpentier, die im Januar 2016 vom HZI in Braunschweig ans Max-Planck-Institut für Infektionsbiologie in Berlin wechselte.

# ORGANE UND ZENTRALE GREMIEN

Stand: 1. September 2016

## 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. Peter M. Herzig**, Direktor des GEOMAR  
Helmholtz-Zentrums für Ozeanforschung Kiel

**Wissenschaftlicher Vizepräsident,  
Koordinator für den Forschungsbereich  
Gesundheit**  
**Prof. Dr. Günther Wess**, Wissenschaftlicher  
Geschäftsführer des Helmholtz Zentrums  
München – Deutsches Forschungszentrum für  
Gesundheit und Umwelt

**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**  
**Karsten Beneke**, Stellvertretender Vorstandsvorsitzender  
des Forschungszentrums Jülich  
**Kaufmännische Vizepräsidentin**  
**Ursula Weyrich**, Kaufmännische  
Geschäftsführerin, GSI Helmholtzzentrum  
für Schwerionenforschung

## GESCHÄFTSFÜHRER

**Dr. Rolf Zettl** (bis 29.2.2016)  
**Franziska Broer** (ab 1.8.2016)

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

**Martina Koederitz**, Vorsitzende der Geschäfts-  
führung, IBM Deutschland GmbH, Ehningen

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

**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**, Chief Operating Officer Grid, RWE  
International SE, Essen

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

**Prof. Dr. Konrad Samwer**,  
Georg-August-Universität Göttingen

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

**Prof. Dr. Babette Simon**, Medizinischer Vorstand  
und Vorstandsvorsitzende, Universitätsmedizin der  
Johannes Gutenberg-Universität Mainz

### MITGLIEDER DES SENATS EX OFFICIO

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

**Werner Gatzert**, Staatssekretär im Bundes-  
ministerium 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 Bundes-  
ministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin

**René Röspel**, Mitglied des Deutschen  
Bundestages, Berlin

**Svenja Schulze**, Ministerin für Innovation,  
Wissenschaft und Forschung des Landes  
Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf

**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

**Karsten Beneke**, Vizepräsident der Helmholtz-  
Gemeinschaft, stellvertretender Vorstands-  
vorsitzender des Forschungszentrums Jülich

**Prof. Dr. Thomas Brey**, Vorsitzender des  
Ausschusses der Vorsitzenden der Wissenschaft-  
lich-Technischen Räte, Alfred-Wegener-Institut,  
Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung,  
Bremerhaven

**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. Pascale Ehrenfreund**, Vizepräsidentin  
der Helmholtz-Gemeinschaft, Vorsitzende des  
Vorstands des Deutschen Zentrums für Luft-  
und Raumfahrt, Köln

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

**Prof. Dr. Peter M. Herzig**, Vizepräsident der  
Helmholtz-Gemeinschaft, Direktor des GEOMAR  
Helmholtz-Zentrums für Ozeanforschung Kiel

**Prof. Dr. Matthias Kleiner**, Präsident der Wissen-  
schaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz  
(WGL), 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. Manfred Prenzel**, Vorsitzender des  
Wissenschaftsrates, Köln

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

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

**Prof. Dr. Günther Wess**, Vizepräsident der  
Helmholtz-Gemeinschaft, Wissenschaftlicher  
Geschäftsführer des Helmholtz Zentrums  
München – Deutsches Forschungszentrum  
für Gesundheit und Umwelt

**Ursula Weyrich**, Vizepräsidentin der  
Helmholtz-Gemeinschaft, Kaufmännische  
Geschäftsführerin des GSI Helmholtzzentrums  
für Schwerionenforschung

## 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. Susanne Crewell, Institut für Geophysik und Meteorologie, Universität zu Köln

#### 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, Ministerialdirektorin, Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst des Landes Baden-Württemberg, Stuttgart

Annette Storsberg, Ministerialdirigentin, Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung 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 Schlienke, Ministerialdirigent, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin

#### Forschungsbereich Materie

Dr. Beatrix Vierkorn-Rudolph, 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 Lochte, Direktorin, Dr. Karsten Wurr, Verwaltungsdirektor

#### Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, SdpR\*

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

#### Deutsches Krebsforschungszentrum, SdöR\*

Prof. Dr. Michael Boutros, Vorsitzender des Stiftungsvorstands (komm.), Prof. Dr. Josef Puchta, Administratives Mitglied des Stiftungsvorstandes

#### 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. Pierluigi Nicotera, Wissenschaftlicher Vorstand, 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. Karlheinz Langanke, Wissenschaftlicher Geschäftsführer (*ad interim*), Ursula Weyrich, Kaufmännische Geschäftsführerin

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

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

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

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

#### Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung GmbH

Prof. Dr. Dirk Heinz, Wissenschaftlicher Geschäftsführer, N. N., Administrative Geschäftsführung

#### 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, Dr. Alfons Enhsen, Geschäftsführer für wissenschaftlich-technische Infrastruktur

#### Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, SdöR\*

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

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

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

#### Karlsruher Institut für Technologie, KdöR\*

Prof. Dr. Holger Hanselka, Präsident, Dr. Elke Luise Barnstedt/Dr. Ulrich Breuer, Administrative Vizepräsidenten

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

Prof. Dr. Martin Lohse, Vorsitzender des Stiftungsvorstands, Dr. Heike Wolke, Administrativer Vorstand

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

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

\*Erklärung der Abkürzungen: SdöR: Stiftung des öffentlichen Rechts; SdpR: Stiftung des privaten Rechts; KdöR: Körperschaft des öffentlichen Rechts



# GOVERNANCESTRUKTUR DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

## AUSSCHUSS DER ZUWENDUNGSGEBER

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

## SENAT

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

## SENATSKOMMISSION

Um die Entscheidung über die Finanzierung der Programme auf der Basis der Ergebnisse der Programmbegutachtung und die Investitionspriorisierung vorzubereiten, hat der Senat die Senatskommission eingerichtet. Ihr gehören als ständige Mitglieder ex officio-Vertreter von Bund und Ländern sowie externe Vertreter für die sechs Forschungsbereiche, aber auch – je nach beratenem Forschungsbe- reich – wechselnde Mitglieder an.

## PRÄSIDENT UND PRÄSIDIUM

### PRÄSIDENT

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

### VIZEPRÄSIDENTEN

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

### GESCHÄFTSFÜHRER

Der Geschäftsführer der Helmholtz-Gemeinschaft unterstützt, berät und vertritt den Präsidenten bei der Wahrnehmung seiner Aufgaben und leitet die Geschäftsstelle der Gemeinschaft. Als besonderer Vertreter in Verwaltungsangelegenheiten vertritt er die Helmholtz-Gemeinschaft e. V. nach außen und innen.

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

### GESCHÄFTSSTELLE

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

Energie

Erde und Umwelt

Gesundheit

Luftfahrt, Raumfahrt  
und Verkehr

Materie

Schlüsseltechnologien

## 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.

| Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung

| Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

| Deutsches Krebsforschungszentrum

| Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

| Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE)

| Forschungszentrum Jülich

| GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel

| GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung

| Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie

| Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf

| Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung

| Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ

| Helmholtz-Zentrum Geesthacht  
Zentrum für Material- und Küstenforschung

| Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

| Helmholtz-Zentrum Potsdam –  
Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ

| Karlsruher Institut für Technologie

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

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

# STANDORTE DER FORSCHUNGSZENTREN

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Max-Delbrück-Centrum für Molekulare  
Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft  
[www.mdc-berlin.de](http://www.mdc-berlin.de)

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

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

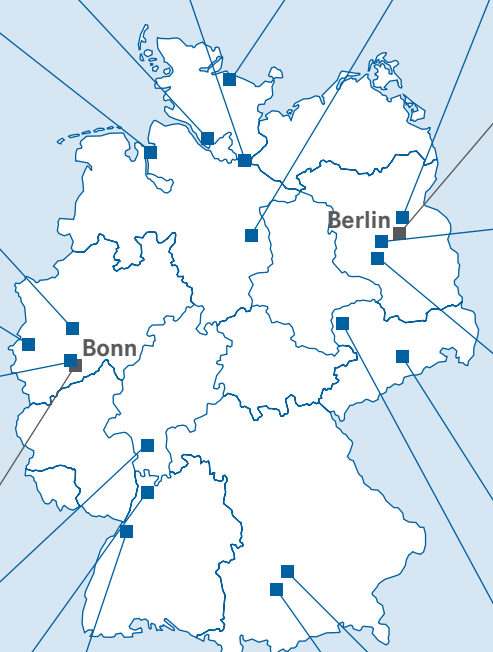
Helmholtz-Zentrum Potsdam –  
Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ  
[www.gfz-potsdam.de](http://www.gfz-potsdam.de)

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

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

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

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



# MITGLIEDSZENTREN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

Stand: 1. September 2016

## Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung

DIREKTORIUM: Prof. Dr. Karin Lochte, Direktorin,  
Dr. Karsten Wurr, Verwaltungsdirektor  
Mitglieder des Direktoriums: Prof. Dr. Ralf Tiedemann,  
Prof. Dr. Karen Helen Wiltshire  
Am Handelshafen 12, 27570 Bremerhaven  
Telefon 0471 4831-0, Telefax 0471 4831-1149  
E-Mail [info@awi.de](mailto:info@awi.de), [www.awi.de](http://www.awi.de)

## Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

DIREKTORIUM: Prof. Dr. Helmut Dosch, Vorsitzender des Direktoriums,  
Christian Haringa, 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](mailto:desyinfo@desy.de), [www.desy.de](http://www.desy.de)

## Deutsches Krebsforschungszentrum

VORSTAND: Prof. Dr. Michael Boutros, Vorstandsvorsitzender und  
wissenschaftlicher Stiftungsvorstand (komm.), Prof. Dr. Josef Puchta,  
Administrativer Stiftungsvorstand  
Im Neuenheimer Feld 280, 69120 Heidelberg  
Telefon 06221 42-0, Telefax 06221 42-2995  
E-Mail [presse@dkfz.de](mailto:presse@dkfz.de), [www.dkfz.de](http://www.dkfz.de)

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

VORSTAND: Prof. Dr. Pascale Ehrenfreund, Vorsitzende des Vorstands,  
Klaus Hamacher, Stellvertretender Vorsitzender des Vorstands  
Mitglieder des Vorstands: Dr. Gerd Gruppe, Prof. Rolf Henke,  
Prof. Dr. Hansjörg Dittus  
Linder Höhe, 51147 Köln  
Telefon 02203 601-0, Telefax 02203 67310  
E-Mail [contact-dlr@dlr.de](mailto:contact-dlr@dlr.de); [www.dlr.de](http://www.dlr.de)

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

VORSTAND: Prof. 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](mailto:information@dzne.de), [www.dzne.de](http://www.dzne.de)

## Forschungszentrum Jülich

VORSTAND: Prof. Dr.-Ing. 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](mailto:info@fz-juelich.de), [www.fz-juelich.de](http://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](mailto:info@geomar.de), [www.geomar.de](http://www.geomar.de)

## GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH

GESCHÄFTSFÜHRUNG: Prof. Dr. Karlheinz Langanke,  
Wissenschaftlicher Geschäftsführer (*ad interim*),  
Ursula Weyrich, Kaufmännische Geschäftsführerin,  
Jörg Blaurock, Technischer Geschäftsführer  
Planckstraße 1, 64291 Darmstadt  
Telefon 06159 71-0, Telefax 06159 71-2785  
E-Mail [info@gsi.de](mailto:info@gsi.de), [www.gsi.de](http://www.gsi.de)

## Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH

GESCHÄFTSFÜHRUNG: Prof. Dr. Anke Rita Kayser-Pyzalla,  
Wissenschaftliche Geschäftsführerin, Thomas Frederking,  
Kaufmännischer Geschäftsführer  
Hahn-Meitner-Platz 1, 14109 Berlin  
Telefon 030 8062-0, Telefax 030 8062-42181  
E-Mail [info@helmholtz-berlin.de](mailto:info@helmholtz-berlin.de), [www.helmholtz-berlin.de](http://www.helmholtz-berlin.de)

## Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf 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](mailto:kontakt@hzdr.de), [www.hzdr.de](http://www.hzdr.de)

## Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung GmbH

GESCHÄFTSFÜHRUNG: Prof. Dr. Dirk Heinz, Wissenschaftlicher  
Geschäftsführer, N. N., Administrativer Geschäftsführer  
Inhoffenstraße 7, 38124 Braunschweig  
Telefon 0531 6181-0, Telefax 0531 6181-2655  
E-Mail [info@helmholtz-hzi.de](mailto:info@helmholtz-hzi.de), [www.helmholtz-hzi.de](http://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](mailto:info@ufz.de), [www.ufz.de](http://www.ufz.de)



# IMPRESSUM

## Helmholtz-Zentrum Geesthacht

### Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH

**GESCHÄFTSFÜHRUNG:** Prof. Dr. Wolfgang Kaysser, 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](mailto:contact@hzg.de), [www.hzg.de](http://www.hzg.de)

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

**GESCHÄFTSFÜHRUNG:** Prof. Dr. Günther Wess, Wissenschaftlicher Geschäftsführer, N. N., 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](mailto:presse@helmholtz-muenchen.de), [www.helmholtz-muenchen.de](http://www.helmholtz-muenchen.de)

## Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungszentrum GFZ

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

Telegrafenberg, 14473 Potsdam  
Telefon 0331 288-0, Telefax 0331 288-1600  
E-Mail [presse@gfz-potsdam.de](mailto:presse@gfz-potsdam.de), [www.gfz-potsdam.de](http://www.gfz-potsdam.de)

## Karlsruher Institut für Technologie

**PRÄSIDIUM:** Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka, Präsident  
Vizepräsidenten: Dr. Elke Luise Barnstedt, Dr. Ulrich Breuer, Prof. Dr. Thomas Hirth, 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](mailto:info@kit.edu), [www.kit.edu](http://www.kit.edu)

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

**STIFTUNGSVORSTAND:** Prof. Dr. Martin Lohse, Vorstandsvorsitzender und wissenschaftlicher Stiftungsvorstand, 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](mailto:presse@mdc-berlin.de), [www.mdc-berlin.de](http://www.mdc-berlin.de)

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

**DIREKTORIUM:** Prof. Dr. Sibylle Günter, 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](mailto:info@ipp.mpg.de), [www.ipp.mpg.de](http://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](mailto:info@helmholtz.de), [www.helmholtz.de](http://www.helmholtz.de)

## Forschungspolitik 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. Andreas Fischer, Roland Koch, Rebecca Winkels

## Bildnachweise

Seite 4: Tobias Schwerdt; Seite 5: Thorsten Bräuer/IPP; Seite 6: DLR (CC-BY 3.0); Seite 7: DRZ Deutsche Zeppelinreederei, HZI/Hallbauer&Fioretti; Seite 8-13: a-r-t-i-s-t/istockphoto; Seite 10: privat; Seite 11: beide privat; Seite 14: KIT; Seite 18: GEOMAR; Seite 22: Helmholtz Zentrum München; Seite 26: DLR; Seite 30: DESY; Seite 34: RWTH Aachen; Seite 39: HZI/Hallbauer&Fioretti; Seite 45 (von oben nach unten): Daderot/CC BY-SA 3.0, Montage: Helmholtz, DFG/Ausserhofer. Auf den anderen Seiten finden Sie den Bildnachweis direkt am Bild.

## Gestaltung

fachwerk für kommunikation, Düsseldorf

## Druckerei

ARNOLD group – Großbeeren

Stand: 1. September 2016 · 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](http://www.helmholtz.de/socialmedia)

[www.helmholtz.de/gb16](http://www.helmholtz.de/gb16)