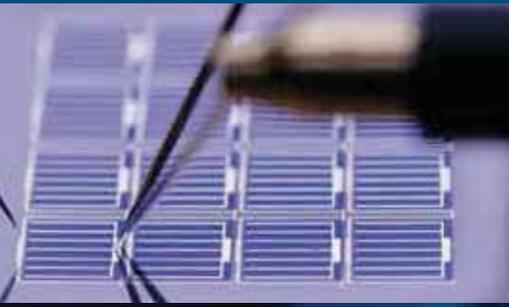


20 Jahre  
HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT



1995 – 2015







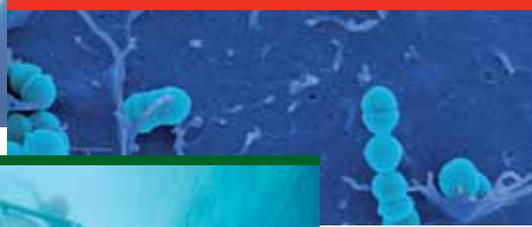


**HELMHOLTZ**  
**GEMEINSCHAFT**  
**20** Jahre



20 Jahre

**HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT**



## INHALT

7 Vorwort

9 Die Helmholtz-Gemeinschaft  
in historischer Perspektive

66 Die Helmholtz-Gemeinschaft  
im Porträt

70 Forschungsbereiche auf einen Blick

72 Energie

80 Erde und Umwelt

88 Gesundheit

96 Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr

104 Materie

112 Schlüsseltechnologien

49 Im Gespräch – Vorsitzende und Präsidenten  
von 1995–2015

50 Joachim Treusch

54 Detlev Ganten

58 Walter Kröll

62 Jürgen Mlynek

121 Die Gemeinschaft und ihre 18 Forschungszentren

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

124 Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

126 Deutsches Krebsforschungszentrum

128 Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

130 Deutsches Zentrum für Neurodegenerative  
Erkrankungen (DZNE)

132 Forschungszentrum Jülich

134 GEOMAR Helmholtz-Zentrum  
für Ozeanforschung Kiel

136 GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung

138 Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien  
und Energie

140 Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf

142 Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung

144 Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ

146 Helmholtz-Zentrum Geesthacht  
Zentrum für Material- und Küstenforschung

148 Helmholtz Zentrum München – Deutsches  
Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

150 Helmholtz-Zentrum Potsdam –  
Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ

152 Karlsruher Institut für Technologie

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

156 Max-Planck-Institut für Plasmaphysik

159 Impressum





Liebe Leserinnen und Leser,

7

die Geschichte der Helmholtz-Gemeinschaft ist auch eine Geschichte der Forschung in der Bundesrepublik Deutschland. Ein loser Verbund selbstständiger Forschungszentren wurde über die Jahre zu einer interdisziplinären Gemeinschaft, die Forschungszentren mit hoher wissenschaftlicher Kompetenz und einzigartigen Forschungsinfrastrukturen zusammenbringt. Ein besonderer Meilenstein auf diesem Weg war die Umbenennung der „Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen“ in „Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren“ im Jahr 1995. Der neue Name symbolisierte den neuen Anspruch ihrer Mitglieder: gemeinsam an den drängenden Fragen der Gesellschaft zu arbeiten, vereint nach Lösungen für die Zukunft zu suchen. Ich danke allen in der Helmholtz-Gemeinschaft für das Geleistete. Sie haben durch ihre Arbeit die Gemeinschaft zu dem gemacht, was sie heute ist.

Ich lade Sie mit dieser Festschrift ein zu einer Reise durch die vergangenen 20 Jahre. Verfolgen Sie den Weg der Helmholtz-Gemeinschaft zur größten deutschen Forschungsorganisation.

Ich wünsche Ihnen bei der Lektüre viel Freude.

A handwritten signature in blue ink, reading "Jürgen Mlynek". The signature is stylized and cursive.

Ihr Jürgen Mlynek  
Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft

„Ähnlich wie die Erwerbung der gewöhnlichen Bedürfnisse des Lebens, sind es die geistigen Güter, die Kenntnisse, welche unsere materiellen Kräfte steigern und erhöhen, die Einsicht und die Erkenntnis der Wahrheit sind immer nur Früchte der Arbeit. Nur wo der feste Wille fehlt, ist Mangel, die Mittel sind überall.“

HERMANN VON HELMHOLTZ  
(1821–1894)

# DIE HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT IN HISTORISCHER PERSPEKTIVE

Dieter Hoffmann und Helmuth Trischler

Der folgende wissenschaftshistorische Essay gibt einen Überblick zur Entwicklung der Großforschung, ihrer Akzeptanz und ihres Selbstverständnisses sowie der Institutionalisierungsformen in Deutschland. In seinem Fokus steht die Integration der Großforschung in das deutsche Wissenschafts- und Innovationssystem, von der Gründung der ersten Kernforschungseinrichtungen Mitte der 1950er Jahre über die 1970 gegründete Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen bis zur Wandlung in die heutige Helmholtz-Gemeinschaft. Diese erhielt 1995 ihren Namen und konnte sich in den folgenden 20 Jahren von einem im zeitgenössischen Urteil „trägen Tanker“ zu einer modernen und dynamischen Forschungsgemeinschaft profilieren, die im deutschen Wissenschaftssystem nicht nur als quantitativ größte Forschungseinrichtung eine zentrale Rolle einnimmt.

Die Großforschung zählt zu den wichtigsten Neuerungen des bundesdeutschen Wissenschafts- und Innovationssystems. In den ressourcenintensiven, auf Großgeräten basierenden Forschungsfeldern der Kernenergie und der Hochenergiephysik, daneben auch in der Luft- und Raumfahrt, entstanden ab Mitte der 1950er Jahre zahlreiche Großforschungseinrichtungen, nachdem mit der Souveränität der Bundesrepublik die alliierten Forschungsverbote auf diesen Gebieten aufgehoben waren.<sup>1</sup> Im Verlauf der 1960er und 1970er Jahre kamen weitere Zentren, nun auch in der biologischen und medizinischen Forschung sowie der Informatik, hinzu, die sich zu einer eigenen institutionellen Säule des bundesdeutschen Wissenschaftssystems verbanden. Im forschungspolitischen Dauerkonflikt zwischen föderaler und zentralstaatlicher Kompetenz wurde die Großforschung dabei zu der wichtigsten Stütze des Bundes beim Ausbau seiner Handlungsmöglichkeiten auf Kosten der Länder und institutionell zur quantitativ größten Forschungsinstitution im bundesrepublikanischen Wissenschaftssystem. Ihre Größe führte die Großforschungseinrichtungen, die 1970 eine Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen (AGF) gebildet hatten, aber in den 1980er Jahren in eine tiefe Krise, die Diskussionen um den Standort und die Zukunft der Großforschung in Deutschland auslöste. Dabei war sowohl die Frage von wissenschaftlicher Autonomie und staatlicher Lenkung als auch von Zentralität und Dezentralität besonders umstritten. Mit der deutschen Wiedervereinigung wurde das Spektrum der Großforschung zwar noch einmal in quantitativer und qualitativer Hinsicht erweitert, doch wurde zugleich ein Wandlungs- und Reformprozess in Gang gesetzt, der sich nicht nur in der Umbenennung in Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren ausdrückt, sondern zu einer forschungspolitischen Neuausrichtung und zu einer modernen und

dynamischen Forschungsorganisation führte, die heute im deutschen Wissenschafts- und Innovationssystem nicht nur wegen ihrer schieren Größe zu den Meinungsführern und Schrittmachern gehört.

## 1. Großforschung im Überblick: Anfänge und definitorische Eingrenzung

Die Suche nach den Anfängen der Großforschung beginnt meist mit dem *Manhattan Project*. Die Erforschung, die Entwicklung und der Bau der ersten US-amerikanischen Atombomben – *fat man* und *little boy* wurden Anfang August 1945 auf Hiroshima und Nagasaki abgeworfen – verschlangen in den Jahren 1942 bis 1945 die gewaltige Summe von mehr als einer Milliarde US-Dollar. In den quer über die USA verteilten Forschungs- und Versuchseinrichtungen des *Manhattan Project* waren zeitweise rund 250.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter damit beschäftigt, mit einem nie gekannten Maß an zentraler Planung und Steuerung ein wissenschaftlich-technisches Problem zu lösen. Aus dem *Manhattan Project* ging nach dem Zweiten Weltkrieg eine ganze Reihe von Forschungseinrichtungen hervor, die nun als Nationallaboratorien bezeichnet wurden, darunter das Militärforschungszentrum von Los Alamos ebenso wie die Kernforschungseinrichtungen von Argonne, Brookhaven und Oak Ridge.<sup>2</sup> Ähnliches gilt für deren europäische Schwesterinstitute im britischen Harwell und im französischen Saclay, während in Deutschland alliierte Demontagen und Forschungsverbote einen institutionellen Bruch bewirkten. Die Kernforschungszentren in Karlsruhe, Jülich und Geesthacht mussten daher nach dem Ende der alliierten Forschungsverbote im Jahr 1955 auf der grünen Wiese neu errichtet werden.

Nicht von ungefähr waren es die an den Kernforschungszentren tätigen Wissenschaftler, die den Begriff der Großforschung prägten. Lew Kowarski, Technischer Direktor der Französischen Atomenergiekommission, analysierte bereits 1949 den mit „large scale physical research“ verbundenen Wandel der Forschung. Alvin M. Weinberg, Direktor des Nationallaboratoriums in Oak Ridge, machte schließlich im Verlauf der 1960er Jahre den Begriff *big science* populär. Der Wissenschaftssoziologe Derek de Solla Price führte den Begriff zur selben Zeit in die Wissenschaftsforschung ein. In der Bundesrepublik setzte sich zu Beginn der 1970er Jahre der formaljuristisch definierte Terminus Großforschung gegenüber der Alternative eines inhaltlich-politisch gefüllten Begriffs der Projektforschung durch. Der Staatssekretär des Bundesforschungsministeriums, Wolfgang Cartellieri, deutete *big science* als „Großforschung“ ein und definierte diesen Typus institutionalisierter Forschung mit den Mitteln von Rechtsform und Satzung. Diese Eindeutigung setzte sich gegen den auf den Projektcharakter von *big science* abgestellten Alternativvorschlag des Kernphysikers Wolf Häfele durch, der nach seiner Rückkehr als Gastforscher in Oak Ridge im Jahr 1959/60 den Begriff „Projektwissenschaft“ als Bezeichnung für jene zweckorientierten wissenschaftlich-technischen Großvorhaben vorschlug, wie er sie selbst in Karlsruhe mit dem Schnellen Brüter entwickelte.<sup>3</sup>

Die Vorgeschichte der Großforschung reicht freilich weit hinter das *Manhattan Project* zurück. Hierzu gehören säkulare Trends wie die zunehmende Verwissenschaftlichung gesellschaftlicher Teilbereiche, die wachsende Interdependenz von Wissenschaft und Technik, der exponentiell ansteigende finanzielle, personelle und apparative Aufwand für Forschung und ebenso das explodierende Wachstum der Forschungsergebnisse mit hoher Relevanz für den wissenschaftsbasierten Interventionsstaat, dem immer größere Aufgaben der Leistungsverwaltung, Standardisierung und Normung, Versorgung und Zukunftssicherung zuwuchsen, kurz: die sich im 19. Jahrhundert beschleunigende Herausbildung der modernen Wissensgesellschaft.<sup>4</sup>

Deutschland fungierte dabei als Triebfeder der auf einer starken Forschungsinfrastruktur basierenden Wissenschafts- und Innovationssysteme, die sich ab der Mitte des 19. Jahrhunderts herauszubilden begannen. Die Dynamik des Wandels blieb den Zeitgenossen nicht verborgen. Der Historiker Theodor Mommsen meinte 1890 erkannt zu haben, dass auch die Wissenschaft ein soziales Problem habe: „Wie der Grossstaat und die Grossindustrie, so ist die Grosswissenschaft, die nicht von einem geleitet, aber von Einem geleitet wird, ein nothwendiges Element unserer Culturentwicklung [...]“ Der Theologe und spätere Gründungspräsident der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft Adolf von Harnack sprach 1905 vom „Großbetrieb der Wissenschaft“ und meinte ebenso wie Mommsen das Zusammenwirken von Gelehrten in lokalen, nationalen oder internationalen wissenschaftlichen Vereinigungen zur Bewältigung großer wissenschaftlicher

Aufgaben: sei es in den Geisteswissenschaften zur Herausgabe von Quelleneditionen und Wörterbüchern, sei es in den Naturwissenschaften, etwa in der Metrologie, Meteorologie oder Astronomie.<sup>5</sup>

Der Erste Weltkrieg kann als Beginn der Inkubationsphase von Großforschung gelten. Während der vier Jahre des *great war* wurde die Wissenschaft in fundamentaler Weise umgestaltet, sowohl in ihrer inhaltlichen Ausrichtung als auch bezüglich ihrer politischen und gesellschaftlichen Bedeutung. Inmitten einer existenziellen Krise der nationalen Sicherheit lernten die kriegsführenden Staaten Naturwissenschaft und Technik als überaus bedeutenden Wirkungsfaktor kennen, und sie konzentrierten ihre Ressourcen auf spezifische Projekte.<sup>6</sup> Um diesen Wirkungsfaktor möglichst effizient einsetzen zu können, wurden neue Formen der Verknüpfung von Wissenschaft, Technik, Wirtschaft und Staat geschaffen. Diese Formen zeigten sich ebenso stabil wie die Institutionen, in denen die großen wissenschaftlich-technischen Projekte durchgeführt wurden. Als Beispiel kann hier insbesondere das von Fritz Haber geleitete Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie in Berlin-Dahlem dienen, das mitten im Ersten Weltkrieg in einen wissenschaftlichen Großkomplex zur Erforschung von Giftgasen mit zeitweise über 1.500 Mitarbeitern und elf Abteilungen transformiert wurde.<sup>7</sup> Ähnliches gilt für Russland, wo die nachgerade revolutionäre Transformation des Systems von Wissenschaft und Technik noch vor der Oktoberrevolution von 1917 einsetzte und von der bolschewistischen Regierung weitergeführt und genutzt wurde, um mächtige Forschungskomplexe aufzubauen.<sup>8</sup> Meist überlebten diese Institutionen den Krieg und die nachfolgende Demobilisierung und dienten als Speerspitzen für eine neue Expansion von Wissenschaft und Technik im Zweiten Weltkrieg. Ohne in das Stereotyp vom „Krieg als Vater aller Dinge“ verfallen zu wollen, lässt sich festhalten, dass der Erste Weltkrieg und mehr noch der Zweite Weltkrieg als Scharnierphase der Herausbildung von Großforschung gelten können.

Für den Zweiten Weltkrieg lässt sich neben dem *Manhattan Project* etwa auch der Großforschungskomplex Peenemünde anführen. Das zeitlich parallel zum *Manhattan Project* verlaufende Peenemünde-Projekt zielte im Rahmen der nationalsozialistischen Kriegswirtschaft und Vernichtungspolitik auf die Erforschung, die Entwicklung und den Bau der A 4/V 2-Rakete. Nahe dem kleinen Fischerdorf Peenemünde auf der Insel Usedom begann 1936 der Aufbau des Raketenforschungszentrums Peenemünde-Ost, das unter der wissenschaftlichen Leitung des ebenso jungen wie dynamischen Ingenieurs Wernher von Braun vom Heereswaffenamt finanziert wurde, während die Luftwaffe in Peenemünde-West ein eigenes Forschungs- und Testgelände unterhielt. Als am 3. Oktober 1942 von Peenemünde aus der erste Start einer ballistischen Rakete glückte, bedeutete dies eine neue Qualität zerstörerischer Kriegstechnologie. Dieser gigantische Forschungs- und Entwicklungs-



Das KWI für physikalische Chemie und Elektrochemie in Berlin-Dahlem während des Ersten Weltkriegs. Foto: Archiv MPG



Die Kernforschungsanlage Oak Ridge, Tennessee, in der das spaltfähige Uran für die ersten US-amerikanischen Atombomben angereichert wurde. Foto: Sammlung D. Hoffmann

komplex kostete das NS-Regime in Verbindung mit dem Bau der V 2-Raketen rund zwei Milliarden Reichsmark – und Zehntausenden von Kriegsgefangenen und Zwangsarbeitern das Leben.<sup>9</sup>

Die Großforschung als neuer Typus institutionalisierter Forschung lässt sich idealtypisch durch folgende Merkmale bestimmen:<sup>10</sup>

- die Einbindung verschiedener wissenschaftlich-technischer Disziplinen (Multidisziplinarität) in ein Vorhaben, in dessen Mittelpunkt häufig Großgeräte stehen,
- die Bindung umfangreicher Ressourcen an Personal und Finanzen (Ressourcenintensität),
- die überwiegende Finanzierung durch den Staat (Durchstaatlichung),
- die Ausrichtung auf konkrete, mittel- bis langfristig angelegte Projekte (Projektorientierung),
- die Verknüpfung von Grundlagenforschung und angewandter Forschung im Vorfeld der industriellen Umsetzung (Innovationsorientierung),
- die Ausrichtung auf Ziele, die für politisch und gesellschaftlich besonders relevant gehalten werden (Zielorientierung) sowie
- der Dualismus von politischer Zielvorgabe und weitgehender Autonomie der Wissenschaftler in der Festlegung der konkreten Arbeitsziele.

Großforschung ist zunächst also im wörtlichen Sinne durch Größe charakterisiert, wobei man unter „groß“ die Ausdehnung in mehrere Richtungen verstehen kann: geografisch in der Erstreckung auf große Areale und in ihrer wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Wirkung auf ganze Regionen, ökonomisch in der Durchführung von Projekten, die Millionen- und Milliardenbeträge verschlingen, technisch in der Gruppierung um Großgeräte, organisatorisch in der Größe und multidisziplinären Zusammensetzung der Arbeitsgruppen, funktional in der Ausrichtung auf konkret definierte Großprojekte und häufig auch national in der Kooperation von Wissenschaftlern, die sich in Sprache, Ausbildung, Forschungsstil und kulturellem Hintergrund unterscheiden.

Das Kriterium der schieren Größe jedoch reicht nicht hin, um *big science* von *small science* unterscheiden zu können.<sup>11</sup> Großforschung ist nicht einfach groß im quantitativen Sinne. Das Spezifische der Großforschung liegt vielmehr in der engen Verknüpfung der drei gesellschaftlichen Teilsysteme Staat, Wissenschaft und Wirtschaft. Großforschung richtet sich auf Ziele, die politisch und gesellschaftlich als vorrangig gelten. Anders formuliert: In der Großforschung hat sich die enge Koppelung von Forschung, Politik und Industrie, die als charakteristisch für die moderne Wissensgesellschaft gilt, besonders früh herausgebildet.<sup>12</sup> Die Vorhaben der Großforschung zielen darauf ab, wissenschaftliches Wissen für Technik und Wirtschaft zu mobilisieren, häufig verbunden mit nationalen Wohlfahrts- und Sicherheitsinteressen. Es ist denn auch überwiegend der Staat – in zweiter Linie die Wirtschaft –, der die Großforschung finanziert. Der politischen Zielvorgabe im globalen Sinne entspricht die weitgehende Autonomie der Wissenschaftler in der Durchführung der Forschungsprojekte. Aus dieser Verortung in der Mitte des Interessendreiecks von Staat, Wirtschaft und Wissenschaft resultiert eine strukturelle Steuerungsunsicherheit. Großforschung steht im Spannungsfeld von latenten Interessenkonflikten gesellschaftlicher Teilsysteme, die nicht selten manifesten Charakter annehmen. Als sich das bundesdeutsche Wissenschafts- und Innovationssystem an der Wende von den 1960er zu den 1970er Jahren forschungskonzeptionell wie auch institutionell neu orientierte, war dies in hohem Maße der Fall. Nicht von ungefähr fällt die Gründung der Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen (AGF), der direkte Vorläufer der Helmholtz-Gemeinschaft, in genau diese wissenschaftliche und forschungspolitische Umbruchphase, die zugleich mit der tiefsten Zäsur in der Geschichte der Bundesrepublik bis zum Ende des Kalten Krieges und der Wiedervereinigung einhergeht. Und auch die Umbenennung in Helmholtz-Gemeinschaft selbst im Jahr 1995 ist im Zusammenhang mit der zweiten großen Zäsur in der bundesrepublikanischen Geschichte zu sehen: der Wiedervereinigung 1989/90 und den sich damit stellenden forschungspolitischen Herausforderungen.

## 2. Entwicklungslinien der bundesdeutschen Großforschung bis zum Ende der 1980er Jahre

Das Kriegsende, die von den Alliierten verhängten Forschungsverbote und die Abwanderung vieler Wissenschaftler und Ingenieure ins Ausland verhinderten in Deutschland ein ähnlich hohes Maß an wissenschaftlicher Kontinuität über das Ende des Zweiten Weltkrieges hinweg, wie es in den Siegerstaaten gegeben war. Gerade diejenigen Forschungsbereiche, in denen während des „Dritten Reiches“ Strukturen von Großforschung entstanden waren, wurden von den Verboten besonders hart getroffen: Kernphysik, Luftfahrt- und Raketenforschung.

Zum Kristallisationskern der bundesdeutschen Großforschung wurde die Kernphysik. Aufseiten der Wissenschaft erwies sich dabei Werner Heisenberg als treibende Kraft. Als Heisenberg im Frühjahr 1946 nach seiner Internierung durch die Alliierten in Farm Hall nach Deutschland zurückkehrte, setzte sich auch die amerikanische Militärregierung sehr für seine Berufung nach München ein. Heisenberg zog jedoch das unzerstörte Göttingen vor, wo er neben seiner wissenschaftlichen Arbeit eine rasch expandierende Tätigkeit als Forschungsorganisator entfaltete. Sein Konzept einer vom Bund getragenen Forschungspolitik scheiterte zwar am Widerstand der Länder und vieler Kollegen. Als eine Art von Wissenschaftsberater Konrad Adenauers mit Immediatzugang zum Bundeskanzler hatte seine Stimme aber in allen Fragen der Forschung großes Gewicht, und dies ganz besonders im Bereich der Kernenergie.

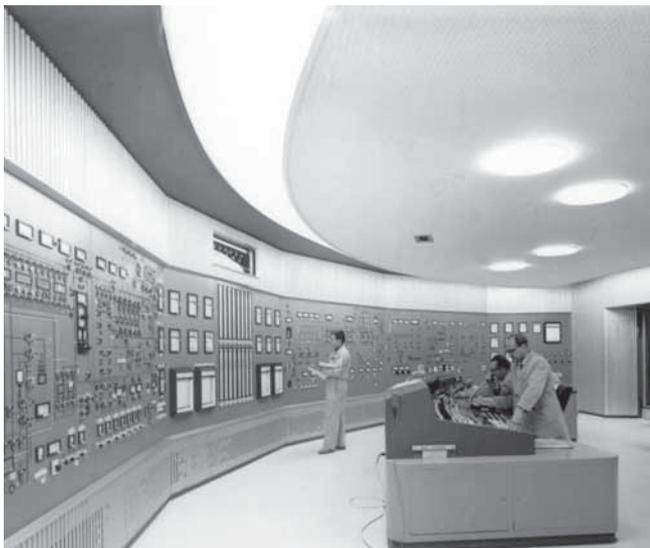
Heisenberg sah in der Kernenergie den Schlüssel für den industriellen Wiederaufstieg Westdeutschlands und drängte auf einen kraftvollen Einstieg in die Forschung. Als sich Mitte 1952 das baldige Ende der alliierten Verbote anzukündigen schien, gewann die Debatte um die Kernforschung rasch an Dynamik. Bereits im Februar 1952 hatte die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) unter Heisenbergs Vorsitz eine Kommission für Atomphysik ins Leben gerufen, die im November 1952 die Errichtung eines vom Bund zu finanzierenden Zentrums für Reaktorforschung forderte. Der Forschungsreaktor sollte auf der Basis von Natururan betrieben werden, um unabhängig von amerikanischen Urananreicherungsanlagen zu sein. Niemand anderes als Heisenberg selbst, der an seinem Göttinger Max-Planck-Institut für Physik eine Gruppe prominenter Kernphysiker versammelt hatte, sollte das Projekt leiten. Allerdings machte er keinen Hehl daraus, dass für ihn nur seine Heimatstadt München als Standort infrage kam.

Der sich nun entspinnde Konflikt um die Bundesreaktorstation zwischen Bayern und Baden-Württemberg, das als Alternative zu München den Standort Karlsruhe anbot, ist mehrfach ausführlich beschrieben worden.<sup>14</sup> Die beiden Länder rangen mit höchstem politischen Einsatz darum, durch die Ansiedlung dieser großen Forschungseinrichtung die Führungsposition in der Zukunftstechnologie Kernenergie zu übernehmen. Schließlich

erklärte Bundeskanzler Konrad Adenauer die außenpolitisch sensible Frage des Einstiegs der Bundesrepublik in die Kernenergie zur Chefsache. Nachdem der NATO-Oberbefehlshaber und das alliierte Oberkommando in Europa sich für Karlsruhe ausgesprochen hatten, da München zu nahe am Eisernen Vorhang läge, entschied sich Adenauer für den Standort. Als Kompromisslösung wurde Bayern mit dem Umzug des Heisenbergschen Instituts nach München vertröstet. Wenn München sich noch in den 1950er Jahren zu einem international führenden Zentrum der Kernphysik entwickelte, so lag dies allerdings nicht an Heisenberg, der sich aus Verärgerung über die Standortentscheidung zugunsten von Karlsruhe aus der angewandten Kernforschung zurückzog, sondern vor allem an Heinz Maier-Leibnitz. Der Kernphysiker hatte während seines Forschungsaufenthalts in den USA 1947/48 die Strukturen amerikanischer Großforschung kennengelernt und nach seiner Rückkehr in die Bundesrepublik am von Walther Bothe geleiteten Institut für Physik des Max-Planck-Instituts für medizinische Forschung in Heidelberg innovative Ideen für den Bau kernphysikalischer Versuchsanlagen entwickelt.<sup>15</sup> 1952 berief die Technische Hochschule München Maier-Leibnitz auf ihren Lehrstuhl für Technische Physik, und die bayerische Staatsregierung ermächtigte ihn, für den Freistaat die Verhandlungen über den Kauf eines Swimming-Pool-Reaktors in den USA zu führen. Am 31. Oktober 1957 schließlich ging der Forschungsreaktor München im Garching Auwald in Betrieb – wenige Wochen vor Inbetriebnahme des ersten DDR-Reaktors in Dresden-Rossendorf.

Am Beispiel der Kernforschungsanlage Jülich (KFA), dem zweiten bundesdeutschen Großforschungszentrum im Bereich der Kernenergie, lassen sich weitere wichtige Entwicklungslinien der Großforschung ablesen.

Jülich verdankt sich vor allem der Initiative von Leo Brandt, dem ebenso dynamischen wie unkonventionellen Staatssekretär für Forschung in Nordrhein-Westfalen. Zwei Charakteristika markieren einen von Brandt eingeschlagenen „Sonderweg“ Nordrhein-Westfalens in der Kernforschung.<sup>16</sup> Während sich die übrigen Bundesländer darum bemühten, sich mit dem Bund abzustimmen, wurde die Kernforschungsanlage Jülich „wenn nicht gegen das Interesse der Bundesregierung, so doch an diesem Interesse vorbei“ gegründet.<sup>17</sup> Die Landesregierung sah in der KFA in erster Linie ein Instrument regionaler Forschungs- und Technologiepolitik, über das sie weitestgehend autonom verfügen wollte. Das zweite Charakteristikum resultierte aus dem Vorbild, das Nordrhein-Westfalen wählte. Während die süddeutschen Länder und der Bund sich an den USA orientierten, blickte Düsseldorf nach Großbritannien. Neben persönlichen, aus der Zwischenkriegszeit stammenden Verbindungen und den durch die Besatzungszeit vertieften Beziehungen sprachen die relative Nähe zum britischen Kernforschungszentrum Harwell in der Grafschaft Berkshire, die hohe Leistungsfähigkeit der englischen Reaktortechnik und die Struktur der britischen



Blick in die Schaltwarte des Forschungsreaktors FR 2 in Karlsruhe mit dem zentralen Steuerpult (in der Mitte) und den wichtigsten Messinstrumenten an der Wand, 1964.  
Foto: KIT-Archiv



Werner Heisenberg (Mi.) mit Wolfgang Gentner (re.) und Alexander Hocker bei den Verhandlungen zur Gründung der Europäischen Organisation für Kernforschung (CERN), 1953. Foto: Archiv MPI für Kernphysik, Heidelberg

Energiewirtschaft als staatlich gelenkter Sektor für diese Orientierung. Bald zeigte sich aber, dass sich das Land mit Jülich gewaltig übernommen hatte. Seit Ende der 1950er Jahre steckte die KFA in einer strukturellen Finanzkrise, die sie im November 1961 sogar an den Rand der Zahlungsunfähigkeit führte. Nur durch den Vorgriff auf das nächste Haushaltsjahr konnte der öffentliche Skandal eines Bankrotts vermieden werden. Der Bund musste in die Bresche springen, um die Kernforschung in Nordrhein-Westfalen aus der Krise zu führen, in die sich das Land mit seinen hochfliegenden Plänen selbst hineinmanövriert hatte. Nach langwierigen Verhandlungen überführten Bund und Land Ende des Jahres 1967 die KFA in eine gemeinsame, zunächst paritätisch finanzierte GmbH. Ab 1970 übernahm der Bund drei Viertel und ab 1972 schließlich 90 Prozent des Zuwendungsbedarfs. Bonn ging es dabei um eine sinnvolle Arbeitsteilung zwischen Karlsruhe und Jülich. Während Karlsruhe das Brüter-Konzept von Wolf Häfele realisierte, sollte Jülich die Thorium-Hochtemperatur-Reaktorlinie (THTR) des Heisenberg-Schülers Rudolf Schulten verfolgen.<sup>18</sup> Erst als in den 1970er Jahren mit dem Schnellen Brüter und dem THTR die beiden Flaggschiffe bundesdeutscher Reaktorforschung Schiffbruch erlitten, gewann Jülich mit zukunftsorientierten Schwerpunkten wie der Festkörper- und Hirnforschung ein neues Profil als diversifizierte Großforschungseinrichtung.

Diese beiden Beispiele der Gründung und Etablierung von Großforschungseinrichtungen im Bereich der Kernenergie illustrieren die Verlagerung der politischen Gewichte im föderativen System der Bundesrepublik. Die ersten Initiativen gingen von den Ländern aus, die sich von der Kernenergie eine langfristige Lösung

ihrer Energieprobleme versprochen. Aber die außenpolitische Brisanz und die militärische Relevanz der Nuklearenergie riefen von Beginn an den Bund auf den Plan. In den 1960er Jahren bekamen die Länder dann die finanzielle Wucht der Großforschung vollends zu spüren. Kernforschung, die nicht auf grundlegende Erkenntnisse zielte, sondern auf die Entwicklung neuer Reaktorlinien abhob, überforderte die Leistungsfähigkeit der Länder. Selbst das finanzstarke Nordrhein-Westfalen musste vor der Dynamik dieser Großforschung kapitulieren.

Die erste Gründungswelle der später als Großforschungseinrichtungen bezeichneten Zentren stand im Zeichen der Atom-euphorie, die in der Bundesrepublik Züge einer säkularisierten Heilserwartung trug: Zwischen 1956 und 1960 wurden neben dem Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK) und der KFA die Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt (GKSS) in Geesthacht bei Hamburg, das Hahn-Meitner-Institut (HMI) in Berlin, das Deutsche Elektronen-Synchrotron (DESY) in Hamburg, das (Max-Planck-)Institut für Plasmaphysik (IPP) in Garching bei München und die Gesellschaft für Strahlenforschung (GSF) in München gegründet. Der Appetit der Kernphysiker nach Großgeräten war schier unersättlich. Die Vielzahl der Einrichtungen spiegelt teils persönliche Rivalitäten und konkurrierende Forschungsansätze in der Scientific Community, teils die Konkurrenz der Bundesländer um die Ansiedlung dieser neuen Hochtechnologie wider. Die Hoffnungen auf die Kernenergie als neue, scheinbar unerschöpfliche Energiequelle schossen ins Kraut; aber sie verflüchtigten sich auch rasch wieder, wie der baldige Rückzug der Industrie aus der Finanzierung der Nuklearforschung zeigte.<sup>19</sup>



Das Hahn-Meitner-Institut in Berlin-Wannsee, gegründet 1959. Foto: HMI/HZB



Das Deutsche Krebsforschungszentrum in Heidelberg, Beginn der 1970er Jahre. Foto: DKFZ



Die Kernforschungsanlage Jülich Anfang der 1970er Jahre. Foto: KFA/Forschungszentrum Jülich



Luftbild des Deutschen Elektronen-Synchrotrons in Hamburg, 1965. Foto: DESY



Luftbild vom Gelände des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik, 1963. Foto: IPP/Bayerischer Flugdienst H. Bertram, München



Das Institutsgebäude der Gesellschaft für Strahlenforschung, München, Mitte der 1960er Jahre. Foto: GSF/Helmholtz Zentrum München



Luftbild der Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt in Geesthacht Anfang der 1970er Jahre. Foto: Luftamt Hamburg (Freigabe Nr. 2293/71)



Die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt – eine der Vorgängergesellschaften des DLR (Luftaufnahme des Standorts Porz-Wahn 1965). Foto: DVL/DLR



Der Frachter „Otto Hahn“ war weltweit das dritte zivile Hochseeschiff mit nuklearem Antrieb. Foto: GKSS/HZG

Einstweilen war die Euphorie groß genug, um aus heutiger Sicht selbst so riskant anmutende Projekte wie die Entwicklung von kernenergiegetriebenen Handelsschiffen anzugehen. Die mit dem 1960 getroffenen Beschluss zum Bau des Forschungsschiffes *Otto Hahn* klar umrissene Projektaufgabe der GKSS wurde 1968 erfüllt. Das nukleargetriebene Schiff ging auf seine Jungfernfahrt, freilich als Demonstration einer wissenschaftlich-technischen Sackgasse, da an eine kommerzielle Verwertung dieser Innovation aus wirtschaftlichen und sicherheitstechnischen Gründen nicht mehr zu denken war. Die Abwrackung der *Otto Hahn* war allerdings nicht das Signal zur Auflösung der GKSS. Wie in den USA wandten sie und die anderen Kernforschungseinrichtungen sich neuen Themenfeldern zu; die Daseinsberechtigung der Großforschung hing nicht an der Durchführung ihrer in der Gründungskonstellation verankerten Aufgabenstellung.<sup>20</sup>

Die Debatte um die Zukunft der Kernforschungseinrichtungen ist Teil des oben erwähnten Prozesses der Neugestaltung der Forschungslandschaft gegen Ende der 1960er Jahre. Im Streben nach einer eigenen institutionellen Basis in der traditionell von den Ländern dominierten Wissenschaftspolitik entdeckte der Bund die Großforschungszentren als seine politische Hausmacht. Die Gründung des Deutschen Krebsforschungszentrums in Heidelberg (DKFZ, 1964), der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD, 1968) und die auf massiven staatlichen Druck 1968/69 abgeschlossene Konzentration der zersplitterten Luft- und Raumfahrtforschung in der Einheitsgesellschaft Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DFVLR, später DLR) sind Ausdruck der neuen, vom Bund bestimmten und von ihm gesteuerten Forschungspolitik. Die vom Bundesforschungsministerium aufgelegten Fachprogramme für Datenverarbeitung (1967), Meeresforschung (1968) und Neue Technologien (1968) manifestierten den politischen Willen, die vieldiskutierte „technologische Lücke“ Europas zu den USA zu schließen und strategische Forschungsfelder zu identifizieren, die für die Zukunft von Wirtschaft und Gesellschaft von zentraler Bedeutung sein würden.

Verfassungsrechtlich abgesichert wurde das massiv gestiegene Gewicht des Zentralstaates in der Wissenschaftspolitik im Rahmen der Finanzreform vom 12. Mai 1969. Der neu in das Grundgesetz eingefügte Artikel 91b bestimmte, dass Bund und Länder bei der Förderung der Forschungseinrichtungen „von überregionaler Bedeutung“ zusammenwirkten. Katalysator im Prozess der verfassungsrechtlichen Neudefinition der Wissenschaftspolitik war die Großforschung. Nichts verdeutlicht den Zugewinn des Zentralstaates an politischer Macht wie auch an Verantwortung besser als der 1968/69 im Vorgriff auf die Reform der Finanzverfassung eingeführte und in der „Rahmenvereinbarung Forschungsförderung“ 1975 verbindlich festgeschriebene Finanzierungsschlüssel, dem zufolge die Großforschungseinrichtungen zu 90 Prozent vom Bund und zu zehn Prozent von den jeweiligen Sitzländern unterhalten werden.

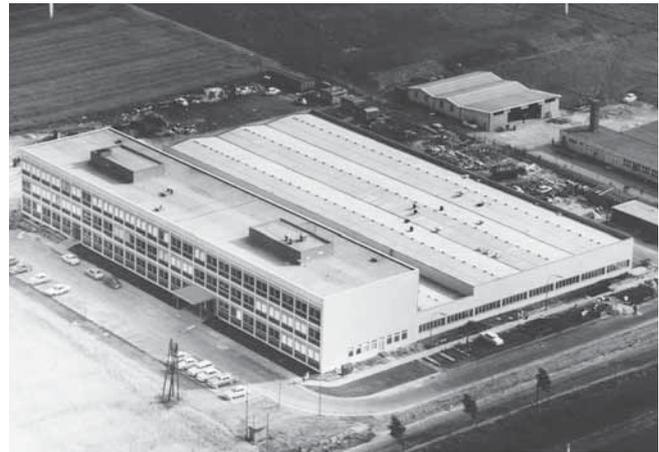
Die bundesdeutschen Großforschungseinrichtungen gingen aus der im Vergleich zu den USA mit einer Phasenverschiebung von etwa einem Jahrzehnt geführten Debatte um ihre künftige Rolle im nationalen Innovationssystem gestärkt hervor. Ob die Diversifizierung in neue Forschungsfelder hinein von den Einrichtungen selbst ausging (wie in den USA) oder eher von außen, vom Staat, als Forderung an sie herangetragen wurde (wie in Deutschland) – das Resultat war das gleiche: Die Großforschung eroberte sich ihr Terrain in der Innovationslandschaft und sicherte es ab.

Bündnispartner in diesem Prozess war das Bundesforschungsministerium, das sich von dieser Allianz eine Absicherung seiner noch ungefestigten Position in der Forschungspolitik versprach.<sup>21</sup> Die Großforschungseinrichtungen waren und sind die institutionelle Hausmacht des Ministeriums, gleichsam seine Ressortforschungsinstitute, zugleich aber auch seine Sorgenkinder, da sie zwar einen Großteil des Budgets absorbierten, jedoch in ihrer innovationsgenerierenden Wirkung hinter den hochgesteckten Erwartungen der Öffentlichkeit zurückblieben. So gut wie jeder neue Forschungsminister richtete seinen Blick zuvorderst auf die Großforschung, um sich offen oder verklausuliert zu fragen, ob der wissenschaftliche Output, den sie erbringt, den Input rechtfertigt, den der Staat leistet.

An öffentlicher Kritik an der Großforschung fehlte es nicht. Noch zum Ende der 1960er Jahre galt die Großforschung als Speerspitze der gegen die US-Dominanz gerichteten Technologieoffensive. Mitte der 1970er Jahre drehte sich die Wahrnehmung und schlug in Form sich häufender Klagen über die technologische Ineffizienz der Großforschung zu Buche. Diese Kritik kann als Ausfluss wie als Spiegelbild gesellschaftlicher Problemlagen gesehen werden. Unter dem Einfluss der Rezession 1973/74 wurde eine stärkere Ausrichtung der Großforschung an den Interessen der Industrie gefordert. Die Überlegungen zur Errichtung von Patent- und Lizenzverwertungsorganisationen, die Präsentation



Das ursprüngliche Hauptgebäude des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven. Foto: Alfred-Wegener-Institut/M. Buchholz



Gesellschaft für Biotechnologische Forschung, Braunschweig, 1965. Foto: GBF/HZI

der Forschungsergebnisse auf Messen und die Spitzengespräche zwischen Industrie und Großforschung zur Abstimmung der jeweiligen Aktivitäten sind in diesem Kontext zu sehen.<sup>22</sup>

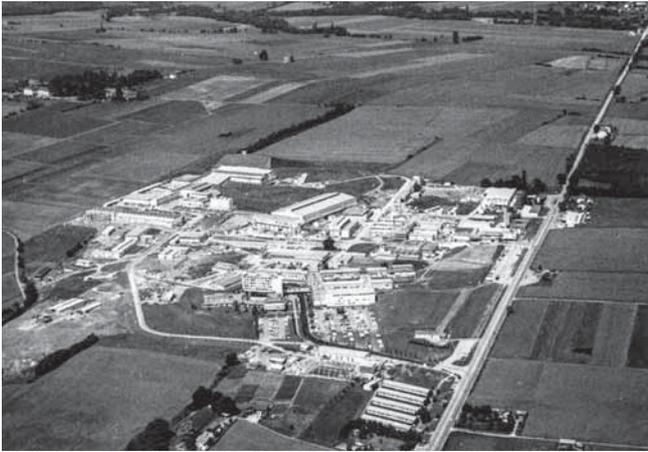
Nicht nur die Industrie, auch der Staat monierte immer wieder die mangelnde Flexibilität der Großforschung. Allerdings war das Tempo der Veränderungen der politisch-programmatischen Konzepte hoch. In der Ära Brandt (1969–1974) waren Forschungen zur Verbesserung der Lebensqualität und zur Verhinderung sozialer und ökologischer Konsequenzen des industriellen Wachstums gefragt. Es folgte eine Phase, in der Forschung als wirtschaftliche Strukturpolitik definiert wurde. Die Großforschung wurde für allgemeinpolitische Ziele instrumentalisiert, was sich unter anderem in der Übernahme einer Vielzahl von Projektträgerschaften niederschlug. Nach der politischen „Wende“ in den frühen 1980er Jahren sollte sich die Forschung wieder vermehrt an den unmittelbaren Bedürfnissen der Wirtschaft orientieren. Dabei wurden aus Kreisen der Wirtschaft zuweilen sogar Forderungen laut, die Großforschung zur verlängerten Werkbank der Industrie zu machen, was indes in trauriger Eintracht sowohl von der Wissenschaft als auch von politischer Seite als ein allzu dreistes Ansinnen zurückgewiesen wurde.

Der Aufstieg neuer Forschungsfelder in den 1970er und 1980er Jahren schlug sich kaum in der Gründung weiterer Großforschungszentren nieder: die Gesellschaft für Biotechnologische Forschung (GBF, 1976) in Braunschweig und das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI, 1980) in Bremerhaven sind die Ausnahme. Vielmehr sticht die Diversifizierung der etablierten Einrichtungen ins Auge. Mit Ausnahme der grundlagenorientierten, in ihrem Aufgabenbereich fest umrissenen Zentren DESY, HMI und IPP übernahm die Großforschung in Anpassung an den gesellschaftlichen Wandel weitere For-

schungsaufgaben: neue Materialien, Gesundheit, Klima und Umwelt, alternative Energien, Sicherheit und Verkehr, Bio- und Gentechnologie sowie Lebenswissenschaften, Informations- und Kommunikationstechnik sind die Felder, in die sich die Zentren – nicht selten in völliger Ablösung von ihrer noch im Gesellschaftsnamen verankerten Gründungsidee – hineinbegeben. Nicht wenige Großforschungszentren drohten als „Gemischtwarenläden“ jedes Profil zu verlieren, eine Tendenz, der sie zum Ende der 1980er Jahre durch die Bildung von Arbeitsschwerpunkten wieder entgegenzusteuern versuchten.<sup>23</sup>

Auf einigen Feldern der Großforschung sah sich nicht einmal mehr der Bund in der Lage, die riesigen Kosten der Forschung zu schultern; hier war Europa gefragt. Der Beschluss der führenden westeuropäischen Staaten, 1954 in der Nähe von Genf mit dem Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN) in Meyrin bei Genf ein gemeinsames Zentrum für Kern- und Elementarteilchenforschung aufzubauen, markiert den Beginn des Europas der Forschung. Aus der Retrospektive des Historikers lässt sich festhalten, dass gerade die staatenübergreifende Kooperation von Wissenschaftlern und Ingenieuren in wissenschaftlich-technischen Großprojekten das Zusammenwachsen Europas gleichsam aus der europäischen Gesellschaft heraus maßgeblich befördert hat. Diese „verdeckte Integration“ fußte freilich auf einer Kultur europäischer Wissenschaftskooperation, die bis in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts zurückreicht.<sup>24</sup>

Seit seiner Gründung gilt das CERN als Referenz für so gut wie alle Bestrebungen, transnational organisierte Großforschungseinrichtungen in Europa zu gründen. Als über den nationalen Interessen stehendes, allein den Zielen der Wissenschaft dienendes Zentrum wird es stets von neuem als Modell interessenungebundener Forschung stilisiert. Für Wolfgang Gentner etwa,



Ansicht des CERN bei Genf, um 1964. Foto: CERN



Innenaufnahme aus dem Kontrollraum der Helios-Mission (Sonnensonde), Raumfahrtkontrollzentrum des Forschungszentrums Oberpfaffenhofen, 1974. Foto: DFVLR/DLR

Direktor des Heidelberger MPI für Kernphysik und in den 1950er Jahren langjähriger Forschungsdirektor des CERN, lag das Erfolgsgeheimnis der Genfer Organisation darin begründet, dass sie auf einzigartige Weise allein von den Wissenschaftlern ohne große Einflussnahme der Politik bestimmt worden sei.<sup>25</sup> Betrachtet man die Gründungsgeschichte des CERN näher, so wird rasch deutlich, dass auch das CERN ein typisches Kind des Kalten Krieges war, bei dessen Etablierung die USA bestrebt waren, ihre wissenschaftlich-technische Hegemonie in Europa zu stabilisieren. Ebenso fällt auf, dass selbst die Schweiz mit ihrem Angebot, dem Zentrum eine Heimstätte zur Verfügung zu stellen, manifeste politische Interessen verband.<sup>26</sup> Mehr noch als auf das CERN schlugen nationalstaatliche Interessen auf die Europäische Atomgemeinschaft (EURATOM) durch, und viele sinnvolle Initiativen und Projekte wurden durch partikuläre Interessen blockiert.<sup>27</sup> Als erstrangiges Hemmnis erwies sich zudem die Orientierung am Prinzip des „juste retour“, dem zufolge möglichst viel von dem Geld, das die einzelnen Staaten in den gemeinsamen europäischen Topf einzahlten, in Form von Projekten und Aufträgen wieder an „ihre“ Wissenschaftler und Unternehmen zurückfließen sollte. Auf das Ganze gesehen entwickelte sich die Wissenschaft dennoch zu einer wirkungsmächtigen Triebfeder der europäischen Integration, wie vor allem der Aufbau der europäischen Weltraum- und Raumfahrtforschungsorganisationen European Space Research Organisation (ESRO) und European Launcher Development Organization (ELDO) zu Beginn der 1960er Jahre zeigen sollte. Auch die Geschichte der europäischen Raumfahrt war in ihrem ersten Jahrzehnt ein Lehrstück für die Beharrungskraft nationaler Interessen, und es bedurfte eines zweiten Anlaufs, ehe 1972 mit der European Space Agency (ESA) eine Organisationsform gefunden wurde, die ein effektives wissenschaftliches und technisches Arbeiten jenseits partikulärer Interessen ermöglichte.<sup>28</sup> In der Bundes-

republik beschleunigte die europäische Zusammenarbeit in der Raumfahrt die Suche nach einer adäquaten Form der Institutionalisierung der Luft- und Raumfahrtforschung. Nach zwei Jahrzehnten zähen Ringens gelang es schließlich 1968/69, die Vorbehalte der Wissenschaftler wie auch der Bundesländer gegen den neuerlichen Machtzuwachs des Bundes zu beseitigen und jenes halbe Dutzend von Forschungseinrichtungen in der Dachorganisation DFVLR (ab 1990 DLR) zu fusionieren. Freilich ist das Management der Großprojekte der Raumfahrt ein Strukturproblem bundesdeutscher Großforschung geblieben, für das sich bis heute noch keine alle Beteiligten befriedigende Lösung gefunden hat.<sup>28</sup>

Ohnehin kann man zur Mitte der 1980er Jahre eine Zäsur in der Geschichte der Großforschung ansetzen. Der Bericht der Bundesregierung vom April 1984 über „Status und Perspektiven der Großforschungseinrichtungen“ führte zur einer Neubestimmung der Aufgaben und Ziele der Großforschung im bundesdeutschen Wissenschafts- und Innovationssystem. Im Grunde genommen wurde eine Entwicklung nachgeholt, die in den USA bereits abgeschlossen war: die Festlegung der Großforschung auf die Funktion eines Frühwarnsystems, das die Chancen und Risiken neuer Technologien antizipieren und zur Beantwortung gesellschaftlich wichtiger Fragestellungen beitragen sollte. Großforschung wurde nicht mehr inhaltlich über Programme (Kernforschung, Weltraumforschung, Datenverarbeitung, Polarforschung etc.) definiert, sondern methodologisch über die Fähigkeit zur Untersuchung großer, komplexer Systeme mit den Mitteln interdisziplinärer Teamarbeit und zum Management aufwendiger technischer und wissenschaftlicher Infrastruktur. Aus historischer Sicht kann die Bedeutung dieser Neubestimmung der Großforschung kaum überschätzt werden. Ihre unge-sicherte Position im Spannungsfeld von politischen, ökonomi-



Bundesministerium für Forschung und Technologie, sogenannte Kreuzbauten in Bonn (aktuelle Ansicht). Foto: BMBF/Stefan Müller Fotografie



Fernsteuerbares Manipulatorfahrzeug des Kerntechnischen Hilfszugs (KTH), 1974. Foto: KIT-Archiv

schen und wissenschaftlich-technischen Interessen wurde stabilisiert. Der politisch verbriefte Bedarf des Staates an institutionell gesicherten Kapazitäten zur Erforschung komplexer Großsysteme garantierte ihren Bestand über die Wechsellagen inhaltlicher Schwerpunktsetzungen hinweg.

### 3. Vom Arbeitsausschuss zur Arbeitsgemeinschaft: Identitätsfindung der Großforschung in den 1960er Jahren

Die Identitätsfindung der Großforschungseinrichtungen nahm in dem 1958 gegründeten „Arbeitsausschuß für Verwaltungs- und Betriebsfragen der deutschen Reaktorstationen“ ihren Ausgang. Wie bei jeder Verbandsbildung ging es zunächst einmal um die Selbsthilfe der Betroffenen, befanden sich doch die Kernforschungseinrichtungen in den späten 1950er Jahren noch „rechtlich, organisatorisch, aber auch betriebs- und sicherheitstechnisch in einem Neuland ohne Infrastruktur“.<sup>30</sup> So war etwa das Bundesatomministerium erst im Aufbau, und ein Gesetz zur Regelung der Atomwirtschaft lag auf Bundesebene noch nicht vor. Die Initiative ging von den Administratoren der Kernforschungszentren aus und hier insbesondere von dem kaufmännischen Geschäftsführer der GKSS, Manfred von zur Mühlen. Im Unterschied zu den Wissenschaftlern, die international breit vernetzt waren, verfügten die Verwaltungsexperten über kein Forum der Kommunikation und des Erfahrungsaustausches. Aus der konstituierenden Sitzung in der GKSS am 29. Oktober 1958 entwickelte sich ein periodisch tagendes Gremium des informellen Austauschs über administrative, betriebswirtschaftliche und betriebstechnische Fragen, das zwar gemeinsame Empfehlungen etwa zur Ausbildung und Prüfung des Reaktorpersonals erarbeitete, zunächst jedoch kein Mandat besaß, gemeinsame Interessen zu formulieren und durchzusetzen.

Die Dynamik der Entwicklung ging über die Skeptiker eines Wandels zur Interessenvertretung rasch hinweg. Nicht einmal anderthalb Jahre nach der Gründung wurde die Etablierung von etwa vier- bis fünfmal pro Jahr tagenden Arbeitskreisen beschlossen. Die anfänglich zwei Arbeitskreise für Verwaltungsfragen und für technische Fragen differenzierten sich zügig in zahlreiche Unterausschüsse aus, von denen dem Ausschuss für Tariffragen die größte Bedeutung zukam. Vor allem in der zweiten Hälfte der 1960er Jahre, als nach Einführung des Bundesangestelltentarifs 1961 die Diskussion um Sonderrechte für die Wissenschaft hochkochte, sollte sich die Debatte um eine eigene Vergütungsordnung für die Reaktorstationen zum Treiber für die Identitätsfindung der Großforschung entwickeln. Im Wettbewerb mit der expandierten Kernenergiewirtschaft um qualifizierte Kräfte drohten die Zentren über die starre Anwendung öffentlicher Tarife immer mehr an Boden zu verlieren. Die Debatten um Tarif-, Personal- und Arbeitsrechtsfragen mündeten 1968 gar in Überlegungen, den Arbeitsausschuss in einen eigenständigen Arbeitgeberverband umzuwandeln.

Doch nicht nur Personalfragen beschäftigten den Arbeitsausschuss und seine Untergremien. Im Zusammenhang mit Versicherungsfragen und Atomhaftungskonventionen rückte beispielsweise auch die Gründung eines gemeinsamen Unfalldienstes in den Vordergrund, der im Falle eines größeren nuklearen Störfalls tätig werden sollte. Als „Kerntechnischer Hilfszug“ wurde er schließlich am Kernforschungszentrum Karlsruhe stationiert.

Ein weiterer inhaltlicher Treiber auf dem Weg zu einer gemeinsamen Identität und Interessenvertretung war der Problemkreis der wirtschaftlichen Verwertbarkeit von geistigem Eigentum in der Form von Patenten und Lizenzen. Stärker noch als die



Gesellschaft für Schwerionenforschung: Aufbau des ersten Linearbeschleunigers, der Mitte der 1970er Jahre in Betrieb ging. Foto: GSI/A. Zschau

Max-Planck-Gesellschaft und anders als die Fraunhofer-Gesellschaft (FhG), die über eine eigene Patentstelle verfügte, waren die Großforschungszentren davon betroffen, dass für sie als außeruniversitäre Forschungseinrichtungen weder die Regelungen der Hochschulen noch der Industrie adäquate Problemlösungen bereitstellten. In den Hochschulen besaß das Personal gemäß Paragraph 42 des Arbeitnehmererfindergesetzes und gestützt auf das grundgesetzlich verbriefte Recht der Wissenschaftsfreiheit das freie Verfügungsrecht über Erfindungen. In der Industrie dagegen galten Bedingungen, die den Unternehmen weitgehende Verfügungsrechte sicherten.<sup>31</sup> Die Zentren saßen hier gleichsam „zwischen den Stühlen“ und behelfen sich, indem sie sich in Anlehnung an das Arbeitnehmererfindergesetz recht restriktive Regeln gaben.<sup>32</sup> Daraufhin bildeten sich in Karlsruhe und Jülich Initiativen der Wissenschaftler, die reklamierten, mit den Hochschulen gleichgestellt zu werden. Hier wie vor allem auch bei der Frage, inwieweit die Kernforschungseinrichtungen eine gemeinsame Patentverwertungsstelle in Form einer GmbH einrichten sollten, bestand intensiver Diskussions- und Regulierungsbedarf. Orientierung bot der französische Patentpool *Brevatome*, in dem sich Nuklearforschungseinrichtungen und Atomindustrie zusammengeschlossen hatten. Allerdings war eine solch weitgehende Lösung weder in den Mitgliedseinrichtungen des Arbeitsausschusses noch im zuständigen Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung (BMwF) konsensfähig. Als sich 1965 der Bundesrechnungshof und das Bundesfinanzministerium mit der Forderung einschalteten, eine gemeinsame Patentverwertungsstelle aufzubauen, gewann das Problem so sehr an Brisanz, dass ein eigener Unterausschuss für Patentfragen gebildet wurde. In der Konjunkturkrise 1966/67, die den bundesrepublikanischen Traum von der immerwährenden Prosperität beendete und das „Ende des Booms“ einläutete, gewann die Frage nach dem ökonomischen

Nutzen der Großforschung erstmals an Bedeutung.<sup>33</sup> Sie sollte für die Großforschung von nun an zu einem ständigen Begleiter werden.

Zur gleichen Zeit, im September 1965, benannte sich der Ausschuss in „Arbeitsausschuß der Kernforschungseinrichtungen“ (AKF) um. Er reagierte damit auf die stete Ausweitung seiner Mitgliedschaft, die seit 1964 auch das DESY und das IPP umfasste. Als 1969 schließlich auch die DFVLR, das DKFZ und die GMD aufgenommen wurden, entfiel die Beschränkung auf die Kernphysik und umfasste mit Ausnahme der erst im Dezember 1969 gegründeten Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) sämtliche Gründungsmitglieder der späteren Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen. Allerdings beschränkten sich die Mitglieder nicht auf letztere. Zwar zogen sich die Unternehmen der Kernenergiewirtschaft mehr und mehr aus dem Arbeitsausschuss zurück, doch blieben die universitären Mitglieder, darunter vor allem die kernphysikalischen Hochschulinstitute in München und Frankfurt am Main sowie das Institut für anorganische Chemie und Kernchemie in Mainz, weiterhin aktiv. Bezeichnenderweise war das BMwF seit 1962 ein Dauergast. Die Präsenz seiner Vertreter signalisierte, dass der Staat den Arbeitsausschuss sowohl als informelle Interessengruppe als auch als Forum der Mitsprache in Fragen von allgemeiner forschungspolitischer Relevanz akzeptierte. Im Spannungsfeld von Ausgrenzungen und Einhegungen war in der zweiten Hälfte der 1960er Jahre ein Zwischenstadium erreicht, das den Weg zur späteren AGF präformierte, aber alternative Wege noch offen ließ.

Im Gegenzug zur Integration staatlicher Akteure aber verstärkte sich die Skepsis der Wissenschaft gegenüber dem wachsenden Einfluss des Bundes, als im Verlauf der zweiten Hälfte der 1960er Jahre zwei Faktoren zusammenkamen, die der Identitätsbildung der Großforschungszentren „von unten“ die Integration „von oben“ komplementär an die Seite stellten. Erstens baute die Bundesregierung ihre forschungspolitische Machtstellung erheblich aus. Unter der Führung des jungen, dynamischen Ministers Gerhard Stoltenberg zog das BMwF immer mehr Kompetenzen an sich und drängte mit seinem vergleichsweise großen budgetären Spielraum die Länder ebenso wie die traditionellen Selbstverwaltungsorganisationen der Wissenschaft an den Rand. In den Fokus rückte dabei insbesondere die Großforschung, die einen stets wachsenden Anteil an den Ressourcen des BMwF absorbierte und sich im Gegenzug zu einer Art forschungspolitischer Hausmacht des Bundes entwickelte. Zweitens schwappte, wie oben erwähnt, aus den USA eine Welle der Planung und Steuerung auf die bundesdeutsche Forschung über. Der in Westdeutschland lange Zeit mit nationalsozialistischer Diktatur und staatssozialistischer Bürokratie verbundene Begriff der Planung wurde positiv umgedeutet und zum Hoffnungsträger für den Übergang in eine neue, zukunftsfähige Gesellschaft, die auf wissenschaftlicher Planung basierte.<sup>34</sup>



Wolfgang Cartellieri, Bundesminister Hans Lenz, Staatssekretär Leo Brandt und MPG-Präsident Otto Hahn bei einer Sitzung der deutschen Atomkommission in Bonn-Bad Godesberg, 1963 (v.r.n.l.). Foto: Archiv MPI für Kernphysik, Heidelberg

Nicht von ungefähr hob der Bund in dieser Phase eine weitere Großforschungseinrichtung aus der Taufe: die 1968 gegründete Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD) in Bonn. Sie markiert die zeitgenössische Vision, mit modernen Datenverarbeitungsprogrammen die politische Entscheidungsfindung zu verwissenschaftlichen und ein auf technischer Rationalität und wissenschaftlicher Planbarkeit gründendes Regime politischen Handelns zu installieren.<sup>35</sup>

Forschungsplanung und Forschungssteuerung ließen „eine präzise Definition, Standortbeschreibung und damit Aufgabenstellung der Großforschung von ‚oben‘ unumgänglich“ werden.<sup>36</sup> Diese ist eng verbunden mit dem Gutachten „Die Großforschung und der Staat“, das der ehemalige Staatssekretär des BMWF, Wolfgang Cartellieri, 1962 und in erweiterter und präzisierter Form 1963 publizierte.<sup>37</sup> Cartellieris neue Begriffskategorie der Großforschungseinrichtungen, die er zunächst noch auf die sechs frühen Kernforschungszentren bezog, bot den Vorzug, sich nicht an Inhalten zu orientieren, sondern an den spezifischen Organisationsstrukturen und Finanzierungserfordernissen dieses Typus von außeruniversitärer Forschung. Sie war verallgemeinerungsfähig und damit offen genug, um auch auf künftige Großprojekte der Forschung angewandt zu werden.

Die Wissenschaft und hier die zuvorderst betroffenen Großforschungseinrichtungen nahmen die Ausweitung der Position des Bundes in Verbindung mit dem gewachsenen Steuerungsanspruch der Politik einerseits als Bedrohung der im Grundgesetz verbrieften Freiheit der Forschung wahr. Andererseits aber erkannten sie darin die Chance, ein neues Partnerschaftsverhältnis von Staat und Großforschung zu begründen, das dem dringenden Bedarf der Zentren an finanzieller und organisatorischer Flexibilisierung gerecht werden könnte. Der 1964 neu

eingerrichtete Unterausschuss „zur Untersuchung von Fragen der Finanzierung der Großforschung durch den Staat und zweckmäßiger Organisationsformen“, kurz „Cartellieri-Ausschuß“ genannt, zielte in seinen Debatten insbesondere auf ein neues Finanzstatut. Während die einen auf eine Politik der kleinen Schritte setzten, etwa durch die als prioritär angesehene Einführung der gegenseitigen Deckungsfähigkeit und Übertragbarkeit der Mittel, votierten die anderen für eine grundsätzliche Abkehr von der herkömmlichen Mittelbewirtschaftung zugunsten einer verstärkten Selbstverwaltung auf der Basis einer wissenschaftlichen Erfolgskontrolle.

Als der Arbeitsausschuss im Juni 1966 seinen Entwurf einer neuen Finanzordnung unter dem recht schwerfälligen Titel „Organisation und Finanzordnung von Unternehmen der Großforschung. Ein Beitrag zur Diskussion über ‚Die Großforschung und der Staat‘“ versandte, konnte er auf eine positive Aufnahme durch die öffentlichen Zuwendungsgeber hoffen. Nicht nur in der Bundesfinanzverwaltung, sondern auch im Bundesforschungsressort war die Reaktion jedoch ablehnend, insbesondere aufgrund der Forderung nach einer prinzipiellen gegenseitigen Deckungsfähigkeit und Übertragbarkeit. Kam diese doch einem Paradigmenwechsel im öffentlichen Haushaltsgebaren gleich, dessen präjudizielle Sprengkraft die Staatsvertreter scheuten wie der Teufel das Weihwasser. Auch Cartellieri scheute vor einer großen Lösung zurück und plädierte im 1967 veröffentlichten ersten Band seines Gutachtens für die entschärfte Variante der Deckungsfähigkeit der Ansätze innerhalb des Betriebs- und des Investitionsmittelplans.<sup>38</sup> Die Neuordnung der Großforschung kulminierte schließlich im Epochenjahr 1969. Statt der erhofften Stärkung ihrer Autonomie in Rechts- und Finanzfragen sahen sich die Zentren mit krisenhaften Unsicherheiten auf mehreren Ebenen zugleich konfrontiert. Um die forschungspolitische Gewichtsverlagerung in Richtung der neu aufgelegten Programme Datenverarbeitung, Meeresforschung und Neue Technologien finanzieren zu können, fuhr das Bundesforschungsressort die Kernforschung herunter und gefährdete diese umso mehr in ihrer Existenz, als just zu diesem Zeitpunkt deren Gründungsprogramme vielfach ausliefen. Zwar war im Vorfeld der angekündigten Reform der Finanzverfassung für die Großforschungszentren bereits der Finanzierungsschlüssel von 90:10 zwischen Bund und Sitzland eingeführt worden. Aber der Bund leitete daraus die Verpflichtung ab, in den Aufsichtsgremien mit umfangreichen Weisungsrechten vertreten zu sein. Ein von den beteiligten Bundesressorts erarbeitetes Musterstatut räumte, so die Wahrnehmung der Zentren, dem Staat Überwachungs-, Kontroll-, Prüf- und Mitspracherechte ein, die nicht zu einer erweiterten Autonomie, sondern zu einem verschärften Dirigismus geführt hätten.

In dieser als existenziell empfundenen Krisensituation schwanden die letzten Vorbehalte gegenüber dem Umbau des Arbeitsausschusses zu einem Interessenverband. Der neugewählte



Ernst-Joachim Meusel,  
(1932–2006). Foto: IPP

Vorsitzende des Ausschusses, Ernst-Joachim Meusel, trat die Flucht nach vorne an und lud seine Administratorenkollegen zu einem Treffen ein, das die Grundlinien für die geplante Arbeitsgemeinschaft entwerfen sollte. Um ihm hinreichende Schlagkraft zu verleihen, sollte diese nun auf die Großforschungszentren reduziert werden. Vor allem aber galt es, erstmals auch die wissenschaftlichen Leitungen in die Reformoffensive einzubinden. Der Regierungswechsel zur Sozialliberalen Koalition im Herbst 1969

beschleunigte den Prozess, kündigte doch der neue Bundesforschungsminister Hans Leussink an, Leitlinien zum Verhältnis von Großforschung und Staat erarbeiten zu wollen. Und in der Tat ergriff das nun als Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft (BMBW) firmierende Forschungsressort die Initiative und lud für den 13. November 1969 zu einer Besprechung der grundsätzlichen Probleme der Großforschung. In dieser ausgesprochen turbulenten Sitzung sah sich die Ministerialbürokratie mit heftigen Protesten gegenüber der für den Jahresbeginn 1970 geplanten Einführung neuer Satzungen und neuer Bewilligungsbedingungen konfrontiert. Das BMBW kündigte an, staatlichen Dirigismus durch partnerschaftlich erstellte Leitlinien zu ersetzen und ermutigte die Zentren, eigene Vorschläge zu erarbeiten.

Die Zentren nahmen die Ministerialbürokratie beim Wort und konzipierten noch am selben Abend eine in Forschungs-, Personal- und Finanzfragen eigenverantwortliche Großforschung. Unter der Führung des agilen Ausschussvorsitzenden und IPP-Verwaltungsdirektors Meusel versammelten sich die Vorstände der zehn Großforschungseinrichtungen vom 28. bis 30. Januar 1970 zu einer Klausurtagung auf dem Döbel bei Bad Herrenalb nahe Karlsruhe. Die Sitzung verlief lebhaft und kontrovers, aber getragen vom „Wir-Gefühl“ einer verschworenen Gemeinschaft“ einigten sich die Teilnehmer am Ende auf die „Dobeler Thesen“ zum Verhältnis von Staat und Großforschung.<sup>39</sup> Diese wurden dann weitgehend in die „Leitlinien des BMBW zu Grundsatz, Struktur- und Organisationsfragen von rechtlich selbständigen Forschungseinrichtungen“ übernommen, die Leussinks Ressort im November 1970 bzw. Juli 1971 verabschiedete. Das zweite wichtige Resultat der Dobeler Klausurtagung war die Gründung der Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen mit dem Ziel, die Großforschung als eigenständige Säule im bundesdeutschen Wissenschafts- und Innovationssystem zu etablieren. Meusel sollte die Gründungsmotive später in der „Abwehr ungerechtfertigter staatlicher Ingerenz“ und im „Anspruch auf wissenschaftliche Selbstverantwortung“ verorten.<sup>40</sup>

Als nicht rechtsfähiger Verein war der Dachverband strukturell ein vergleichsweise schwach entwickeltes Gremium verbands-

politischer Interessenvertretung. Zwar war die Mitgliedschaft nun homogen, bestand sie doch ausschließlich aus den damals zehn Großforschungseinrichtungen. Das Mandat war jedoch in doppelter Weise erheblich eingeschränkt. Erstens blieben die Befugnisse der Organe der Mitgliedseinrichtungen von der AGF-Gründung unberührt. Die Zentren waren auf allen Ebenen nach wie vor selbstständige Gesellschaften, und diese waren in der Praxis kaum bereit, maßgebliche Kompetenzen an die Arbeitsgemeinschaft abzugeben. Da sich die Mitgliedschaft nun auf die Geschäftsführungen und Vorstände bezog, waren zweitens die Beschlüsse der Arbeitsgemeinschaft für die Aufsichtsgremien der Zentren und schon gar nicht für die in diesen vertretenen Zuwendungsgeber bindend.

Gleichwohl, mit den Dobeler Thesen und der Gründung der AGF war die bundesdeutsche Großforschung erstmals positiv begründet und ihre Identität als eigenständiger Typus außeruniversitärer Forschung konzeptionell und institutionell verfestigt. An der Wende zu den 1970er Jahren trat die Großforschung in Deutschland in eine neue Entwicklungsphase ein. In den während der Gründerjahre der Atomenergiewirtschaft errichteten Kernforschungseinrichtungen liefen die Forschungsprojekte der ersten Stunde aus, und es begann die Suche nach zukunftsfähigen Programmen, die sich als Phase der Diversifizierung beschreiben lässt. Mit der Informatik, der Gesundheitsforschung, den Biowissenschaften und der Umweltforschung schoben sich jene Forschungs- und Technologiefelder in den Vordergrund, auf die sich in den folgenden beiden Jahrzehnten die Hoffnungen von Politik, Wirtschaft und Öffentlichkeit gleichermaßen fokussieren sollten. Damit einher ging eine Gewichtsverlagerung von der Grundlagenforschung zur angewandten Forschung, dem auf der politischen Ebene der Wechsel des Governance-Regimes von der Wissenschafts- und Forschungspolitik zur Technologie- und Innovationspolitik entsprach. Im diskursiven Feld des „Technologietransfers“, der „Patentverwertung“ und des „Gründerzentrums“ sollten sich die Großforschungszentren nun mit einer Nützlichkeitsdebatte konfrontiert sehen, die sie vor neue Herausforderungen stellte und sie sowie die Akteure in Politik und Wirtschaft zu neuen forschungskonzeptionellen, finanzpolitischen sowie institutionellen Arrangements führte.

#### 4. Die AGF in den 1970er und 1980er Jahren

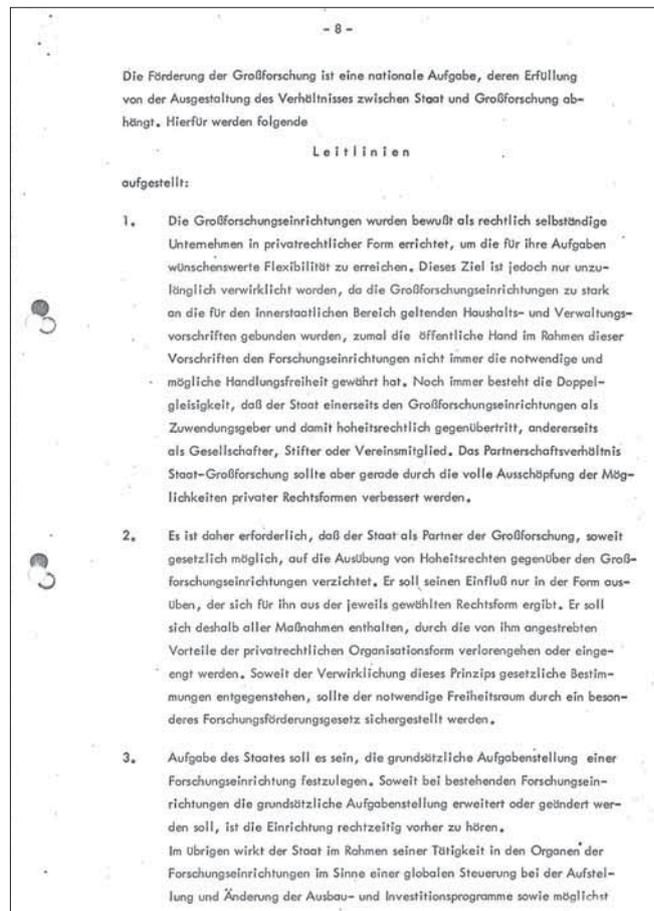
Die neugeborene Arbeitsgemeinschaft war ein wenig geliebtes Baby, selbst bei Teilen seiner Elternschaft. Die Aufbruchstimmung der Dobeler Klausurtagung verflog rasch und wich einer institutionellen Kultur, die den Föderalismus betonte und tiefe Skepsis gegenüber jeglichem Zentralismus hegte. Drei Beispiele mögen hier genügen, um die föderative Orientierung der Arbeitsgemeinschaft zu demonstrieren: Erstens: Hatte man sich auf dem Döbel noch darauf geeinigt, bindende Beschlüsse mit

einfacher Mehrheit der Stimmen zu fassen, ging man bereits wenige Monate später zu einer Zweidrittelmehrheit über; und in der Praxis basierte die Verbandsarbeit ohnehin auf dem Konsens aller Mitglieder. Das machte es nicht einfach, gemeinsame Linien zu entwickeln.

Zweitens: Institutionen handeln üblicherweise auf der Basis von Rahmenrichtlinien, die in einer Satzung kodifiziert sind. Auch die AGF verfügte über eine Satzung, doch nicht lange. Als diese auf ihrer zweiten Mitgliederversammlung im Juni 1970 geändert werden musste, um das neugebildete Direktorium rechtlich zu verankern, kam es zu einer heftigen Diskussion, an deren Ende der Vorstand sich zu der Notmaßnahme gezwungen sah, auf eine Satzung ganz zu verzichten und stattdessen auf der rechtlich weit weniger bindenden Basis einer Geschäftsordnung zu operieren.

Drittens: Selbst der auf dem Dobler erzielte Grundkonsens über den Charakter der Arbeitsgemeinschaft als Interessenverband zur Wahrung und zum Ausbau der Unabhängigkeit seiner Mitglieder wurde bald schon infrage gestellt. DESY-Vorstandsmitglied Heinz Berghaus zog das Dobler-Papier bereits wenige Monate nach der Gründung in Zweifel und griff den AGF-Vorsitzenden Meusel offen an, indem er dessen politische Linie als unnützes „Kraftmeiertum“ kritisierte, das gegen die Geldgeber gerichtet sei, anstatt als deren „Treuhand“ zu arbeiten.<sup>41</sup>

Die Anwürfe von Berghaus waren aber nicht der Grund, warum der *spiritus rector* der Arbeitsgemeinschaft bereits im Frühjahr 1970 als Vorsitzender zurücktrat. Vielmehr war Meusel, der in seinem Hauptamt Geschäftsführer des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik war, der Rücktritt von seinem Arbeitgeber, der Max-Planck-Gesellschaft, nahegelegt worden. Der Präsident der Max-Planck-Gesellschaft (MPG), Adolf Butenandt, hatte erst aus der Tagespresse von der AGF-Gründung erfahren und noch dazu, dass deren Geschäftsführung beim IPP lag. Für Butenandt war dies „in höchstem Maße unglücklich und folgenschwer“, befürchtete er doch, das IPP würde aus dem Verbund der MPG herausgelöst werden.<sup>42</sup> Butenandts Reaktion zeigt einmal mehr, wie schwer sich die MPG generell mit der Großforschung tat, dies vor allem vor dem Hintergrund der Erfahrung, dass erst wenige Jahre zuvor die mit dem Max-Planck-Institut für Strömungsforschung verbundene Aerodynamische Versuchsanstalt von der MPG abgetrennt und in die DFVLR als nationale Großforschungseinrichtung für Luft- und Raumfahrtforschung integriert worden war.<sup>43</sup> Ähnlich skeptisch betrachtete auch die Deutsche Forschungsgemeinschaft den *homo novus* im deutschen Wissenschaftssystem, der ihr über lange Jahre hinweg suspekt war. Kurzum: Wie bei der zeitlich parallel verlaufenden Reorganisation der Fraunhofer-Gesellschaft zu einer Dachgesellschaft für Vertragsforschung gingen die etablierten Wissenschaftsorganisationen auf Distanz zu der neu entstandenen Konkurrenz, zumal sich in dieser Phase ein verschärfter Kampf um ver-



Faksimile der auf der Klausurtagung im Januar 1970 verabschiedeten „Dobler Thesen“, die die Grundlage für die Gründung der AGF bildeten.

knappte staatliche Ressourcen abzuzeichnen begann.<sup>44</sup> Schwerer noch wogen die entschiedenen Vorbehalte des Bundesforschungsministeriums. Leussink betrachtete die AGF als Kampfansage an sein Haus, und seine Ministerialbürokratie, die ebenfalls erst über die Presse von deren Gründung erfahren hatte, wertete sie als unliebsame Intervention, von der wenig Gutes zu erwarten sei. Staatssekretär Hans von Heppe brachte die Haltung seiner Beamten auf den Punkt, dass die AGF zwar die Abstimmung zwischen Forschung und Staat erleichtern, aber „eine Fülle unerfreulicher Begleiterscheinungen mit sich bringen“ könne, von denen man „bereits einige Kostproben serviert bekommen“ hätte – er bezog sich dabei auf eine Beschwerde der AGF über die Ankündigung einer „nur“ fünfprozentigen Etat-erhöhung der Kernforschungszentren im Folgejahr 1971.<sup>45</sup> Noch dezidierter war die Ablehnung durch das Bundesfinanzressort, das Bundesinnenministerium und den Bundesrechnungshof, die befürchteten, die Arbeitsgemeinschaft werde sich zu einem Gegengewicht zur öffentlichen Hand entwickeln.

Der neugeborenen Arbeitsgemeinschaft waren mithin wahrlich keine guten Startvoraussetzungen in die Wiege gelegt worden.

Und doch sollte sie sich in den ersten beiden Jahrzehnten ihres Lebens zu einem jungen Erwachsenen entwickeln, der freilich zahlreiche Adoleszenzkrisen zu durchleiden hatte, ehe er auf einen stabilen Lebenspfad einschwenken konnte. Es lag in der „Natur“ dieser Entwicklung, dass der Teenager dabei bisweilen zu viel wollte, in seinem jugendlichen Überschwang wenig Geduld mit seiner Umwelt an den Tag legte und sich vor allem seiner eigenen Identität unsicher war. Diese Entwicklung kann hier nur in ihren groben Konturen nachgezeichnet werden.

Trotz der schwierigen Voraussetzungen startete die Arbeitsgemeinschaft mit einem großen Erfolg: Auf ihr massives Drängen hin erklärte sich Leussink bereit, eine paritätisch aus Vertretern seines Hauses und der AGF besetzte Arbeitsgruppe einzusetzen, die ein „Finanzstatut für rechtlich selbstständige Großforschungseinrichtungen, an deren Rechtsträgerschaft die öffentliche Hand überwiegend beteiligt ist“, erarbeiten sollte. Zwar erfüllten sich nicht alle überschießenden Hoffnungen der AGF-Mitglieder in das 1972 verabschiedete Finanzstatut, aber *ceteris paribus* stärkte es die Freiräume der Zentren in der Mittelbewirtschaftung und privilegierte sie gegenüber anderen Forschungseinrichtungen und insbesondere gegenüber den Hochschulen. Aus der Retrospektive von mehr als vier Jahrzehnten lässt sich das Finanzstatut gar als ein großer juristischer Wurf werten, da es für sehr lange Zeit gültig blieb und erst im Jahre 2013 mit Inkrafttreten des Wissenschaftsfreiheitsgesetzes reformiert und wesentlich erweitert bzw. flexibilisiert wurde.

Recht erfolgreich war die AGF auch darin, trotz der anfänglich massiven Vorbehalte im Konzert der etablierten Wissenschaftsorganisationen als Dialogpartner auf gleicher Augenhöhe anerkannt und auch vom Bund an der forschungspolitischen Entscheidungsfindung beteiligt zu werden. Hatte Bundesforschungsminister Gerhard Stoltenberg zu Beginn seiner Amtszeit 1966 die Präsidenten der sogenannten „Heiligen Allianz“ der vier großen Wissenschaftsorganisationen (DFG, MPG, Wissenschaftsrat und Westdeutsche Rektorenkonferenz, WRK) zu regelmäßigen Beratungen eingeladen, so baute Bundesforschungsminister Horst Ehmke zu Beginn seiner Amtszeit 1974 diese zu einem Präsidentenkreis aus, in dem er sowie die Staatssekretäre von BMFT und BMBW sich mit den Präsidenten der Wissenschaftsorganisationen trafen. Für die AGF bedeutete es eine hochwillkommene Bestätigung ihrer Position im bundesdeutschen Forschungs- und Innovationssystem, gemeinsam mit der Fraunhofer-Gesellschaft von Anbeginn in diese erweiterte Heilige Allianz aufgenommen zu werden. Von dieser günstigen Basis aus investierte sie viel Energie, um gerade auch in bilateralen Verhandlungen mit dem Wissenschaftsrat, der DFG und vor allem auch mit der WRK als Vertreterin der Hochschulen ihre Position als Wissenschaftsorganisation zu stabilisieren und an übergeordneten Programmen wie etwa dem Heisenberg-Programm zur wissenschaftlichen Nachwuchsförderung zu partizipieren.

Die Grenzen ihrer Akzeptanz als Wissenschaftsorganisationen zeigte den Großforschungseinrichtungen dagegen die DFG auf. Von der AGF mit Nachdruck ermuntert, stellten die Großforschungseinrichtungen jeweils Aufnahmeanträge in die DFG. Mitte des Jahres 1974 war erst die Hälfte der Zentren aufgenommen; die Anträge der eher anwendungsorientierten Zentren wurden dagegen reihenweise abgelehnt. Obwohl sich Forschungsstaatssekretär Hans-Hilger Haunschild persönlich bei DFG-Präsident Heinz Maier-Leibnitz für die Zentren verwandte, lehnte die DFG im darauffolgenden Jahr erneut die Anträge von DKFZ, GKSS, GMD und GSI ab.

Es nimmt daher nicht wunder, dass die AGF in internen Zwischenbilanzen gegen Ende der 1970er Jahre das ernüchternde Fazit zog, trotz aller erzielten Erfolge in der Verankerung als dritte Säule des Wissenschafts- und Innovationssystems stelle „die AGF nach wie vor auf wissenschaftlich-technischem Gebiet einen Riesen in der Bundesrepublik dar, sie ist aber wissenschaftspolitisch noch weitgehend ein Zwerg“.<sup>46</sup>

Ein realistischer Blick auf ihre Ressourcen zeigt freilich, dass sie nur geringe Kapazitäten aufbieten konnte, um sich in der Konkurrenz mit den etablierten großen Wissenschaftsorganisationen durchsetzen zu können. Während die Verwaltungen der beiden anderen großen Säulen des nationalen Wissenschafts- und Innovationssystems, die Max-Planck-Gesellschaft und die Fraunhofer-Gesellschaft, in den frühen 1970er Jahren stürmisch wuchsen und rasch dreistellige Mitarbeiterzahlen erreichten, war die Administration der Arbeitsgemeinschaft gleichsam nicht existent.<sup>48</sup> Der nebenamtlich agierende Präsident war allein auf sich gestellt. Horst Niemeyer unterbreitete als AGF-Vorsitzender 1973 erstmals den Vorschlag, in den Büros des neu entstehenden Wissenschaftszentrums in Bonn Büros für eine Geschäftsstelle anzumieten. Ein hauptamtlicher Geschäftsführer sollte den Vorsitzenden unterstützen und für Kontinuität in Verwaltungsprozessen und Aktenführung sorgen. Die neue Geschäftsstelle sollte über einen größenabhängigen Umlage-schlüssel von den Mitgliedseinrichtungen getragen werden. Im BMFT hielt man diese Idee „für baren Unsinn“, und auch das Bundesfinanzministerium sperrte sich zunächst.<sup>47</sup> Als die Widerstände überwunden waren und Geschäftsführer Horst Zajonc im März 1976 seinen Dienst antreten konnte, agierte er aber lange Jahre allein auf weiter Flur. Erst Gisbert Freiherr zu Putlitz gelang es, als AGF-Vorsitzender ab 1981/82 neben einem Sekretariat auch eine Struktur mit Referaten aufzubauen. Gleichwohl, die Geschäftsstelle der AGF blieb bis zum Ende der 1980er Jahre mit nur einer guten Handvoll von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern eine überaus schlank aufgestellte Administration. Anlass zu Optimismus gab, dass sich die Interessen der Arbeitsgemeinschaft und des Bundesforschungsministeriums überlagerten. Der Wissenschaftsrat hatte bereits Mitte der 1970er Jahre darauf hingewiesen, dass sich die Großforschung zu einem langfristig stabilen Element der Forschungslandschaft entwickelt



Wissenschaftszentrum, Bonn-Bad Godesberg. Foto: M. Sondermann/Bundesstadt Bonn

habe, das seinerseits auch das Gewicht des Forschungsressorts in der Forschungspolitik gestärkt habe. Der Bund habe die Tendenz, „für jedes Programm über mindestens eine Großforschungseinrichtung zu verfügen“.<sup>49</sup> Der überaus einflussreiche und durchsetzungsfähige AGF-Vorsitzende Karl Heinz Beckurts sah dies an der Wende zu den 1980er Jahren nicht anders: Dem Bund werde es „auf Dauer nur dann möglich sein, den hohen Anteil der Großforschungseinrichtungen an seinem Budget zu rechtfertigen, wenn dieselben im politischen Bereich als erfolgreich und unbedingt notwendig dastehen“.<sup>50</sup>

Diese Konstellation wechselseitiger Abhängigkeiten führte in den 1980er Jahren zu vielfältigen Initiativen des Bundes, die Großforschung zu stärken. Nach der forschungspolitischen „Wende“ im Zuge des Regierungswechsels 1982/83 hieß dies etwa, den Dialog zwischen Großforschung und Industrie zu intensivieren, um die Zentren an die Auftragsforschung heranzuführen, die Marktorientierung und den Technologietransfer auszubauen und sich generell vermehrt an dem Paradigma der wirtschafts- und innovationspolitischen Nützlichkeit zu orientieren.<sup>51</sup> Gebündelt wurden die Maßnahmen zur Stärkung der Großforschung in einer großangelegten, oben bereits erwähnten Studie der Bundesregierung über „Status und Perspektiven der Großforschungseinrichtungen“, die im April 1984 veröffentlicht (BT-Drucksache 10/1327) und drei Monate später durch eine ergänzende Stellungnahme (BT-Drucksache 10/1771) vervollständigt wurde. Die AGF reagierte und steuerte im darauffolgenden Jahr ihre Überlegungen „Zur thematischen Orientierung der Großforschung in den 80er und 90er Jahren“ bei. Als die Bundesregierung wiederum ein Jahr später einen umfangreichen Sachstandsberichts über die Realisierung der Absichten und Maßnahmen vorlegte, zog sie ein überwiegend positives Fazit. Manches sei ob der Kürze der Zeit noch im Fluss und die

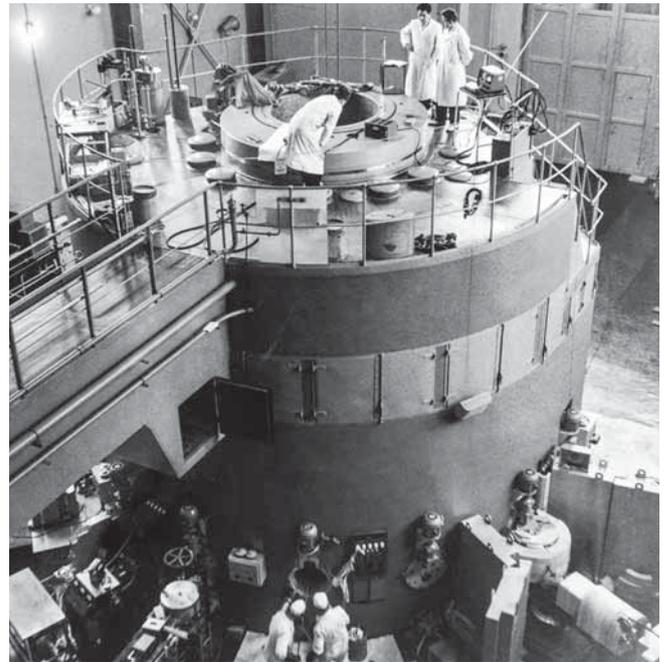
eine oder andere Überlegung müsse noch zu Ende gedacht werden, aber generell sei es gelungen, „die Energieforschung, und hier besonders der Nuklearbereich, in einem wesentlich größeren Umfang aus der Großforschung“ zu entlassen, als dies zwei Jahre zuvor absehbar gewesen sei. Im Gegenzug sei die Großforschung „verstärkt auf die neuen Zukunftsaufgaben“ im Bereich der Informationstechnik, Fertigungstechnik, Materialforschung und Biotechnologie ausgerichtet worden.<sup>52</sup> Ein besseres Zeugnis hätte die Bundesregierung der in Wirtschaft und Öffentlichkeit vielfach als schwerfällig und ineffizient kritisierten Großforschung kaum ausstellen können.

Wir wechseln am Ende dieses Kapitels nun nochmals die Perspektive: Im institutionellen Gedächtnis der Helmholtz-Gemeinschaft litt ihre Vorgängerorganisation unter einem schwerwiegenden, ja irreparablen Geburtsfehler, der ihre wissenschaftspolitische Durchsetzungsfähigkeit in wachsendem Maße hemmte. So vehement die Mitgliedseinrichtungen nach außen einen Anspruch auf Autonomie geltend machten, so wenig waren sie bereit, auf diesen im Binnenverhältnis zugunsten einer Steigerung ihres gemeinsamen Gewichts zu verzichten. Das in der Geschäftsordnung fixierte Recht, abweichende Meinungen nach außen zu vertreten, wurde „nicht selten rücksichtslos wahrgenommen“.<sup>53</sup> Dadurch wuchsen intern Selbstzweifel, zumal es nicht gelingen wollte, zentrenübergreifende Entscheidungsmechanismen unter Verzicht auf eigene institutionelle Souveränität zu etablieren. Die aus Selbstzweifel und Autonomiefixierung resultierende Schwäche lähmte die Arbeitsgemeinschaft. Mehr noch, die Großforschung generell verlor an forschungspolischem Ansehen und schließlich auch an öffentlichen Finanzzuwendungen und Planstellen. Mehr und mehr wurde in den späten 1980er Jahren die Überzeugung gepflegt, dass die Großforschungseinrichtungen sich eigentlich überlebt hatten und Rudimente einer anderen Zeit seien – man verglich sie vielfach mit „behäbigen Tankern“ oder „morschen Kähnen“, deren Untergang nur noch auf sich warten ließe.<sup>54</sup> Zu diesen Untergangsszenarien gehörte auch, dass in den öffentlichen Diskussionen vereinzelt Vorstellungen laut wurden, die in den Großforschungszentren betriebene Grundlagenforschung der MPG zuzuweisen und die angewandte Forschung der Fraunhofer-Gesellschaft, womit die Auflösung der AGF besiegelt gewesen wäre.<sup>55</sup>

## 5. Wiedervereinigung und Umbenennung in Helmholtz-Gemeinschaft: Die Großforschung in den 1990er Jahren

Vor einer so radikalen und die strukturellen Probleme sicherlich nicht behobenden Lösung schreckten alle Beteiligten freilich zurück. Doch eine Stellungnahme der AGF zum Bericht des Bundesforschungsministeriums zu „Status und Perspektiven der Großforschungseinrichtungen im vereinigten Deutschland“ vom Herbst 1991 bilanzierte, dass „die Großforschungseinrichtungen in den 1980er Jahren ihr Stellenplanpersonal um fast 1.000 Stellen reduziert“ haben und „über ein Viertel der rund 120 Institute (...) durch Auflösung, Zusammenlegung und Umorientierung völlig neu ausgerichtet“ worden seien.<sup>56</sup> Dennoch wuchsen in dieser Zeit die Ausgaben für die Großforschungseinrichtungen überproportional und betrug fast 30 Prozent des Gesamthaushaltes des Bundesforschungsministeriums. Dies nährte die virulente Befürchtung, der Etat der BMFT werde von den Großforschungseinrichtungen „langfristig aufgezehrt“ und damit dem Staat jegliche Möglichkeit der forschungspolitischen Lenkung und Prioritätensetzung genommen.<sup>57</sup> Als Ausweg aus dem Dilemma wurden von den Zentren Umstrukturierungskonzepte eingefordert, mit denen sich das „grundfinanzierte Personal“ erheblich reduzieren ließe und anstehende Institutsschließungen nicht mit neuen Forschungsfeldern umgangen würden; vielmehr sollten „Mechanismen zur Identifizierung der richtigen Felder für Schließungen und Reduzierungen entwickelt werden“; auch müssten verstärkt Ausgründungen, Überführungen an Hochschulen oder an die Fraunhofer-Gesellschaft betrieben werden.<sup>58</sup> Die „behäbigen Tanker“ und „morschen Kähne“ sollten also flexibler werden, wobei eine stete und strenge Evaluierung der Forschungseinrichtungen den Weg weisen sollte. Mit der deutschen Wiedervereinigung erfuhr die Debatte um eine grundlegende Reform der Institution „Großforschung“ und konkret die Evaluierung der Großforschungseinrichtungen zunächst eine Atempause, und das Problem der Etablierung von Zentren in den neuen Bundesländern rückte in den Vordergrund. Damit erhielt es dann aber auch eine neue Dimension.

Dank der intensiven Forschung zu Wissenschaft und Technik im Kalten Krieg wissen wir heute, dass jenseits der politischen Blockbildung in Europa eine Vielzahl von systemüberwindenden wissenschaftlichen Kooperationen möglich war. Deren Intensität mochte im Rhythmus der globalen politischen Großwetterlagen variieren, stets aber bestanden Löcher im Eisernen Vorhang, die durch verschiedene Formen „verdeckter“ Zusammenarbeit aus der Mitte der Wissenschaft selbst heraus ermöglicht wurden.<sup>59</sup> Allerdings war an der unmittelbaren Frontlinie des Kalten Krieges diese Zusammenarbeit am wenigsten ausgeprägt. Dort beobachteten sich die beiden deutschen Staaten gerade auch bezüglich ihrer wissenschaftlich-technischen Leistungsfähigkeit engmaschig und argwöhnisch, nicht zuletzt, weil gerade für die DDR die Bundesrepublik die primäre Referenz war, um den erstrebten ‚Weltstandard‘ der eigenen Innovationsleistungen zu bestimmen.



Forschungsreaktor Rossendorf WWR-S. Foto: Bundesarchiv

Dieses Bild gilt *ceteris paribus* auch für die Großforschung. Nachdem der Kalte Krieg und speziell die Abgrenzungspolitik der DDR lange Zeit kaum Kontakte zu Wissenschaftlern oder Wissenschaftsinstitutionen in der DDR zugelassen hatten, begannen sich ab Mitte der 1980er Jahre die Beziehungen zwischen den westdeutschen Großforschungsinstituten und Wissenschaftseinrichtungen in der DDR zu verbessern. Dabei blieben die Kontakte zunächst auf wechselseitige Vortrageeinladungen beschränkt, und es gab keine weiterreichenden Kooperationen. Erst mit Abschluss des Abkommens zur wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit zwischen der DDR und der BRD im Herbst 1987 intensivierten sich die wissenschaftlichen Kontakte, die allerdings nach wie vor auf bescheidenem Niveau verblieben und insbesondere in der DDR speziellen politischen Einschränkungen und Kontrollen unterlagen. Eine bezeichnende Ausnahme bildete die Hochenergiephysik, die seit den 1950er Jahren als Hort grenzüberschreitender wissenschaftlicher Kooperation jenseits politischer Einflussnahme galt. So bestand zwischen dem CERN als führendem Zentrum für Kernforschung und Hochenergiephysik des Westens und seinem sowjetischen Pendant in Dubna bei Moskau eine Vielzahl von Kooperationen, die durch den legendären Besuch des KPdSU-Parteichefs Nikita Chruschtschow im britischen Kernforschungszentrum Harwell initiiert wurde. Dieser erfolgte nicht zufällig im Anschluss an die erste Internationale Konferenz zur friedlichen Nutzung der Kernenergie 1955, die generell das Eis gebrochen hatte.<sup>60</sup> Dem hohen Grad der internationalen Kooperationsbeziehungen entsprechend, gab es auch eine



Die DESY-Direktoren Volker Soergel (li.) und Paul Söding (re.) mit dem Direktor des Akademieinstituts für Hochenergiephysik Karl Lanius (Mi.) bei der Unterzeichnung der Kooperationsvereinbarung, Hamburg 18. August 1988. Foto: DESY

Zusammenarbeit zwischen dem DESY in Hamburg und dem Zeuthener Akademieinstitut für Hochenergiephysik,<sup>61</sup> die nach dem Mauerbau faktisch eingestellt wurde und Mitte der 1980er Jahre auf der Grundlage eines Kooperationsabkommens aber wieder intensiviert wurde, sodass über 20 Zeuthener Physiker am HERA-Experiment beteiligt waren – eine für die deutsch-deutschen Wissenschaftsbeziehungen beispiellos enge Kooperation.

Gleichwohl waren die deutsch-deutschen Wissenschaftskooperationen für die westdeutschen Großforschungseinrichtungen weder hinsichtlich ihrer Quantität noch in Bezug auf die Qualität mit den anderen internationalen Kooperationsbeziehungen vergleichbar, sodass man sie – wie die deutsch-deutschen Beziehungen generell – auch als „Sonderbeziehungen“ charakterisieren könnte. Die Maueröffnung im November 1989 und der Demokratisierungsprozess in der DDR änderten die Situation grundlegend und wischten alle politischen Restriktionen vom Tisch, die einer Normalisierung und umfassenden Ausdehnung der deutsch-deutschen Wissenschaftsbeziehungen bisher im Wege gestanden hatten. Rasch wurde eine Fülle neuer Verbindungen geknüpft, die von wechselseitigen Informationsbesuchen und Gastaufenthalten über Gerätehilfen zur Modernisierung der instrumentellen Ausstattung der Institute bis hin zur Vergabe spezieller Forschungsaufträge reichten. Beispielsweise wurde bereits Anfang 1990 ein erstes gesamtdeutsches Patent an die GBF in Braunschweig und das Jenaer Zentralinstitut für Mikrobiologie und Experimentelle Therapie erteilt. Im Februar 1990 gab es etwa 40 konkrete Kooperationsvereinbarungen, deren thematische Schwerpunkte in der physikalischen Grundlagenforschung, Reaktorsicherheit, Umweltforschung, Biotechnologie, Informationstechnologie, Material- und Gesundheitsforschung lagen. Das finanzielle Volumen der von den

Großforschungseinrichtungen geleisteten Unterstützungen belief sich für die Jahre 1990 und 1991 auf etwa 20 Millionen DM. Darin eingeschlossen war auch ein Expertenservice der AGF, der die Forschungsverwaltungen von außeruniversitären Einrichtungen der DDR bei der Modernisierung des Institutsbetriebs und der Einpassung in die Forschungslandschaft der Bundesrepublik beraten und unterstützen sollte.

In der DDR hatte das Forschungs- und Innovationssystem auf den drei Säulen Universität, Akademie der Wissenschaften und Industriekombinat basiert und sich in seiner Konzentration fundamental von der institutionell und funktional ausdifferenzierten Wissenschaftslandschaft der Bundesrepublik unterscheiden. Damit war die Zusammenführung so unterschiedlicher Forschungssysteme eine der kompliziertesten Aufgaben des Prozesses der deutschen Wiedervereinigung. Während die Forschung in den Kombinat mit der Transformation der DDR-Wirtschaft faktisch eliminiert wurde, erhielt der Wissenschaftsrat nach Artikel 38 des Einigungsvertrags vom 23. September 1990 die Aufgabe, die außeruniversitäre Forschung intensiv zu begutachten. Deziertes Ziel dieser Evaluierung war es, die Forschung in der DDR in die föderal strukturierte gesamtdeutsche Wissenschafts- und Innovationslandschaft zu integrieren, auf die konstituierenden Grundsätze der Autonomie, Selbstverwaltung und Subsidiarität zu verpflichten und in Kapazitäten und Ressourcen anzupassen. Im Zentrum der Evaluierung stand dabei das institutionelle Rückgrat der außeruniversitären Forschung in der DDR, die Akademie der Wissenschaften.<sup>62</sup>

Der Einigungsvertrag und die ihm vorausgegangenen Diskussionen sahen für das vereinigte Deutschland eine einheitliche Forschungslandschaft vor, die sich im Wesentlichen an der alten Bundesrepublik zu orientieren hatte. Damit war auch die Gründung von Großforschungseinrichtungen in den neuen Bundesländern vorgegeben. Zwar findet sich verschiedentlich die apodiktische Feststellung, dass es in der DDR keine Großforschung gegeben habe, doch existierte mit dem 1956 in Dresden-Rossendorf gegründeten Zentralinstitut für Kernphysik zumindest eine Einrichtung, die den klassischen Kriterien der Großforschung entsprach.<sup>63</sup> Das Zentrum in Rossendorf war sowohl hinsichtlich des Zeitpunkts als auch der Intentionen seiner Gründung ein Pendant der westdeutschen Großforschungszentren in Karlsruhe und Jülich. Insofern war es wohl kein Zufall, wenn es im Winter 1989/90 in Dresden erste Überlegungen gab, aus den Akademieinstituten für Kernforschung, für Festkörperphysik und Werkstoffforschung und Teilen des Zentralinstituts für Kybernetik und Informationsprozesse eine Großforschungseinrichtung zu bilden. Für Dresden sprach auch, dass am Standort mit der Technischen Universität ein leistungsfähiger Partner im Hochschulbereich existierte und der im Frühjahr 1990 gegründete Freistaat Sachsen seine forschungspolitischen Interessen an der Einrichtung eines Großforschungszentrums in seiner Hauptstadt artikuliert hatte. Zur Gründung

eines Großforschungszentrums in Dresden-Rossendorf kam es letztlich dennoch nicht, was in hohem Maße den (wirtschaftlichen) Unwägbarkeiten und der politischen Problematik der Übernahme einer Kernforschungsanlage und nicht zuletzt den damit verbundenen radioaktiven Altlasten geschuldet war. Erst nach dem erfolgreichen Abschluss des Rückbaus der Forschungsreaktoren und anderer kerntechnischer Anlagen und nachdem auch der Standort Rossendorf sein wissenschaftliches Profil verbreitert und gestärkt hatte, wurde dann schließlich doch noch der Weg frei, diese klassische Großforschungseinrichtung der DDR in die Gemeinschaft der Großforschungseinrichtungen aufzunehmen – allerdings erst nach einem längeren Interludium. Seit 2011 existiert das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR), das in den zwei Jahrzehnten zuvor als Forschungszentrum der Blauen Liste bzw. der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz, heute Leibniz-Gemeinschaft (WGL), weitergeführt worden war. In diesen 20 Jahren wurde der traditionelle kernphysikalische Forschungsfokus sukzessive durch Schwerpunkte in der Materialforschung – unter anderem mit der Einrichtung eines Hochfeld-Magnetlabors und verschiedener Hochleistungs-Strahlenquellen – und den Lebenswissenschaften, insbesondere der Krebsforschung, ergänzt und für ein Helmholtz-Zentrum „passfähig“ gemacht.

Das Großforschungszentrum in Rossendorf war so im Umbauplan des Wissenschaftsrats zur außeruniversitären Forschung vom Sommer 1991 noch nicht enthalten.<sup>64</sup> Statt Dresden kam dessen alte Rivalin Leipzig zum Zuge und wurde Standort eines Umweltforschungszentrums.<sup>65</sup> Dieses nahm zum Jahreswechsel 1991/92 seine Tätigkeit auf. Bei seiner Gründung haben neben wissenschaftlichen Motiven auch forschungspolitische und regionale Gründe eine wichtige Rolle gespielt. Regional war der Raum Leipzig-Halle durch eine (veraltete) chemische Industrie, aber auch durch einen extensiven Braunkohlenabbau geprägt. Daraus resultierten eine hohe Umweltbelastung und ein großer Bedarf an Bodensanierung, mithin Probleme, die von immenser gesellschaftlicher Brisanz waren und eine umgehende Lösung erforderten. Wissenschaftlich verfügte Leipzig über eine hohe Dichte an Forschungsinstituten, namentlich das Zentralinstitut für Isotopen- und Strahlenforschung der Akademie, deren Umstrukturierung bzw. Abwicklung anstanden und die nicht zuletzt über eine hohe Kompetenz im Bereich der chemischen Analytik, aber auch in der Ökologie und den Landwirtschaftswissenschaften verfügten. Aus diesem Gründungscluster entwickelte sich dann ein Großforschungszentrum für Umweltforschung, das die Erforschung der „komplexen Wechselwirkungen zwischen Mensch und Umwelt in genutzten und gestörten Landschaften, insbesondere dicht besiedelten städtischen und industriellen Ballungsräumen sowie naturnahen Landschaften“ ins Zentrum seiner Tätigkeit rückte.

In den Diskussionen um die Etablierung der AGF in den neuen Bundesländern spielte der Komplex von medizinisch-biologi-

schen Akademieinstituten in Berlin-Buch eine zentrale Rolle. Bereits zu Beginn des 20. Jahrhundert waren in diesem Berliner Vorort mehrere Kliniken angesiedelt worden, und 1930 wurde Buch Standort des neu gegründeten Kaiser-Wilhelm-Instituts für Hirnforschung, das nicht nur für die moderne Hirnforschung Pioniercharakter besaß, sondern sich auch als Zentrum der frühen molekularbiologischen Forschung profilierte. In der Nachkriegszeit wurden das KWI, das im Nationalsozialismus tief in das infame Euthanasieprogramm verstrickt gewesen war,<sup>66</sup> zusammen mit einigen Kliniken in ein Institut für Medizin und Biologie der Deutschen Akademie der Wissenschaften überführt. Buch konnte sich so in den folgenden Jahren „in der Einheit von Grundlagenforschung und Klinik“ zu einem international anerkannten Standort für die Krebs- und Herz-Kreislauf-Forschung sowie die molekularbiologische Forschung entwickeln, der den klinischen mit dem Forschungsbereich fast modellhaft verknüpfte.<sup>67</sup> Ende der 1980er Jahre waren hier in drei Zentralinstituten der Akademie – „für Molekularbiologie“, „für Krebsforschung“, „für Herz-Kreislauf-Regulationsforschung“ – und zwei Forschungskliniken mit fast 300 Betten etwa 1.600 Mitarbeiter, davon knapp 1.000 Wissenschaftler und Ärzte, beschäftigt. Daraus wurde dann nach der deutschen Wiedervereinigung das Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch geformt, das im Dezember 1992 seine Tätigkeit mit weniger als 1.000 Mitarbeitern aufnahm. Zum Gründungsdirektor wurde der Heidelberger Pharmakologe und Blut-Hochdruck-Forscher Detlev Ganten berufen, der die Hauptaufgabe des MDC darin sieht, „moderne medizinische und klinische Forschung im Verband von molekularbiologischen, zellbiologischen und physiologischen Methoden zu betreiben“.<sup>68</sup>

Die dritte Neugründung einer Großforschungseinrichtung in den neuen Bundesländern erfolgte in Potsdam.<sup>69</sup> Dort hatte sich auf dem Telegraphenberg seit dem ausgehenden 19. Jahrhundert – neben dem Astrophysikalischen Observatorium mit dem weltbekannten Einstein-Turm – ein Komplex von geowissenschaftlichen Forschungsinstitutionen angesiedelt, die nach dem Zweiten Weltkrieg in der Regie der Akademie der Wissenschaften betrieben wurden und den größten Forschungskomplex der DDR auf diesem Gebiet bildeten – mit international anerkannten Forschungsleistungen. Die Evaluation der Potsdamer Institute durch den Wissenschaftsrat machte zwar die großen Defizite in Forschungsorganisation und materieller Ausstattung deutlich, doch stellte sie auch die bemerkenswerte Vernetzung von Geodäsie, Geophysik, Geologie, Geochemie und experimenteller Mineralogie in der geowissenschaftlichen Forschung der DDR und namentlich auf dem Potsdamer Telegrafenberg heraus. Dies legte die Schaffung einer potenten Institution für Planung, Koordinierung und Trägerschaft von Gemeinschaftsaufgaben geowissenschaftlicher Grundlagenforschung nahe. Der Neuordnungsplan für die Potsdamer Institute folgte dann auch dieser Idee und entwickelte ein Konzept für eine multidisziplinäre, geowissenschaftliche Großforschungseinrichtung, das als Institut



Blick in das Gelände des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung – UFZ am Standort Leipzig. Foto: UFZ



Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) auf dem Campus in Berlin-Buch. Foto: MDC/O. Seumenicht



Säulenforum vor dem Hauptgebäude: Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ auf dem Telegrafenberg in Potsdam. Foto: GFZ

für kontinentale Lithosphärenforschung „künftig die Stellung einer nationalen Leiteinrichtung der Geowissenschaften der festen Erde“ einnehmen und als solche, „Gemeinschaftsaufgaben“ für die deutsche Geowissenschaften zu erfüllen habe.<sup>70</sup> Die Empfehlung des Wissenschaftsrats wurde zügig umgesetzt, und zum 1. Januar 1992 nahm das GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ) seine Tätigkeit auf. Es entwickelte in den folgenden Jahren eine hohe Dynamik und konnte die Erwartungen erfüllen, die man in seine Gründung gesetzt hatte: den Geowissenschaften in der Bundesrepublik neue Impulse zu geben und das AGF/HGF-Portfolio nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ zu stärken.

Wie die Überführung der ebenfalls in Potsdam lokalisierten DDR-Polar- bzw. Antarktischforschung in das Bremer AWI zeigt, war es mit der Gründung der drei neuen Großforschungszentren nicht getan, denn der Aufbau des Systems „Großforschung“ in den neuen Bundesländern umfasste auch den Anschluss von kleineren Forschungseinheiten der ehemaligen DDR-Akademie an bestehende Großforschungszentren. Das geschah zumeist durch die Gründung von Außenstellen. Insgesamt sind sieben solcher Außenstellen eingerichtet worden – so wurde zum 1. Januar 1992 als erstes DDR-Institut überhaupt das positiv evaluierte Akademieinstitut für Hochenergiephysik in Zeuthen per Staatsvertrag in das DESY Hamburg als Teilinstitut eingegliedert oder Teile des einstigen Akademieinstituts für Polymerforschung in Teltow bei Berlin wurden eine Dependence der GKSS.

Ein besonderer Fall war die Integration des einstigen Instituts für Kosmosforschung der Akademie der Wissenschaften, das in der DDR die Weltraumforschung und die damit verbundenen, teils hoch geheimen Aktivitäten betrieb und koordiniert hatte.<sup>71</sup> Basierend auf der historisch gewachsenen Stärke der optischen Industrie, insbesondere von Carl Zeiss in Jena, entwickelte das Institut im Rahmen des INTERKOSMOS-Programms des Ostblocks eine Stärke im Bereich der wissenschaftlich-technischen Instrumente für Weltraummissionen. Die Multispektralkamera MKF-6 übernahm ab der Sojus-Mission 22 des Jahres 1976 auf zahlreichen sowjetischen Raumflügen wichtige Aufgaben der Fernerkundung der Erde, die durch ein am 21. Juni 1978 unterzeichnetes Regierungsabkommen mit der Sowjetunion auf höchster politischer Ebene fixiert wurden.<sup>72</sup> Dieses Profil und auch Infrastrukturen wie die Satellitenbodenstation Neustrelitz machten das Akademie-Institut zu einem attraktiven Partner für die westdeutsche Raumfahrtforschung. Früher als in vielen anderen Bereichen der Akademie begannen konkrete Gespräche über eine Zusammenarbeit mit Forschungspartnern aus der Bundesrepublik. Die Deutsche Agentur für Raumfahrtangelegenheiten (DARA) kam bereits im Februar 1990 zu einer positiven Bewertung des Instituts, und zwei Monate später schloss das DLR mit dem Institut eine erste Kooperationsvereinbarung. Der Wissenschaftsrat bestätigte im Rahmen seiner Evaluierung der Akademieeinrichtungen das hohe internationale Niveau des Instituts, sodass einer Integration in das DLR nichts mehr im Wege stand. Formal wurde diese Anfang 1992 vollzogen, wobei rund zwei Drittel der ursprünglich über 400 Mitarbeiter in das DLR übernommen wurden. Im Bereich der Extraterrestrischen Physik wurden zudem Teile des Instituts in das Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik integriert.

Die neuen Großforschungseinrichtungen erweiterten das Spektrum der Großforschung in Deutschland nicht nur quantitativ, sondern grundsätzlich und qualitativ: Buch schuf neue Möglichkeiten in der medizinisch-klinischen Forschung und der molekularbiologischen Analyse. Potsdam erweiterte ganz wesentlich das Forschungspotenzial im Bereich der Geowissenschaften.

Mit Leipzig-Halle erhielt die Umweltforschung in der AGF eine neue Dimension und wurde nicht zuletzt um die im mitteldeutschen Raum besonders relevanten Aspekte hochbelasteter Systeme und ihrer Sanierung ergänzt. Die Evaluierung der Akademie der Wissenschaften und ihre Abwicklung sowie die generelle Neustrukturierung der Forschungslandschaft der ehemaligen DDR zeitigte auch sonst erhebliche Rückwirkungen auf die Wissenschaftslandschaft der alten Bundesrepublik und namentlich auf die Großforschungseinrichtungen. So wies BMFT-Staatssekretär Gebhard Ziller in einer Besprechung mit den kaufmännischen Geschäftsführern der AGF im Frühjahr 1991 darauf hin, dass die früheren Diskussionen im Wissenschaftsrat über die Zukunft der Großforschungseinrichtungen sicherlich bald wieder aufleben würden, „und zwar nun mit dem Hinweis, daß die Institute der ehemaligen DDR einem sehr strengen Begutachtungsverfahren unterworfen würden, ähnliches im Westen aber nicht passiere“.<sup>73</sup> Dies und die angespannte wirtschaftliche Situation ließ in den frühen 1990er Jahren die öffentliche Debatte um den Standort und die Zukunft der Großforschungseinrichtungen wieder aufleben. Ein zentraler Punkt der Standortdiskussionen war die beschleunigte Umsetzung von Forschungsergebnissen in die industrielle Produktion, wobei einige Wirtschaftsvertreter erneut mit dem Vorschlag aufwarteten, die Großforschung gleichsam zur verlängerten Werkbank der Industrie zu machen. Auch wenn solche Ideen sowohl in den öffentlichen Diskussionen als auch in der Politik kaum auf Resonanz stießen und doch als allzu interessengebunden bewertet wurden, verdeutlichen sie den enormen Druck, der auf den Großforschungseinrichtungen in dieser Transformationsphase lastete.

Die Diskussionen zur Bewältigung der Krise blieben indes nicht auf den öffentlichen Raum und die Politik beschränkt, sondern wurden auch innerhalb der AGF geführt. So nutzte man im Spätsommer 1994 die Zusammenkünfte der wissenschaftlichen und administrativen Geschäftsführer, um neben den aktuellen Fragen auch informell über die künftige Struktur der AGF zu diskutieren. In einer gesonderten Runde fassten dann am 31. Oktober 1994 Joachim Treusch, Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums Jülich und amtierender Vorsitzender der AGF, Manfred Popp vom Kernforschungszentrum Karlsruhe, der AGF-Gründungsvorsitzende Ernst-Joachim Meusel (IPP) und der DESY-Verwaltungsdirektor Helmut Krech die geführten Diskussionen zusammen, die dann auch auf der Mitgliederversammlung im November in Leipzig von Treusch kommuniziert wurden. Das Protokoll des Vierer-Treffens formulierte als Hauptziel einer Neustrukturierung der AGF „die breitere Einbindung gesellschaftlicher Gruppen in Anliegen und Probleme der Großforschungseinrichtungen sowie die Stärkung und organisatorische Absicherung der Kraft zur konzeptionellen Selbstgestaltung“.<sup>74</sup> Zur Realisierung dieses Ziels wurde konkret „die Bildung eines Senats für die AGF sowie die Stärkung der Forschungsverbände“ vorgeschlagen.<sup>75</sup> Darüber hinaus wurde angeregt, den Verband nach dem Muster der Max-Planck-Gesellschaft und



Karl Heinz Beckurts (1930–1986). Foto: Forschungszentrum Jülich

der Fraunhofer-Gesellschaft nach einer großen Forscherpersönlichkeit zu benennen. Mit der Namensgebung wurde insbesondere das Ziel verfolgt, sich vom Begriff der Großforschungseinrichtung zu lösen, der wegen des darin enthaltenen ‚Groß‘ die Zentren einseitig beschreibt und daher negativ konnotiert war.<sup>76</sup> Als Namenspatron wurden unter anderem Gottfried Wilhelm Leibniz, der Universalgelehrte und Akademiegründer aus dem 17. Jahrhundert, ins Auge gefasst, aber auch der 1986 von Terroristen ermordete Karl Heinz Beckurts, langjähriger Leiter in Jülich und einer der prägendsten Vorsitzenden der AGF, der später in den Vorstand der Siemens AG wechselte. Am Ende fiel die Wahl auf Hermann von Helmholtz.<sup>77</sup> Sein hoher wissenschaftlicher Rang als einer der bedeutendsten Naturwissenschaftler des 19. Jahrhunderts und die große Interdisziplinarität seines Schaffens, das von der Medizin über die Physiologie bis zur Physik reichte, aber auch seine wissenschaftsorganisatorische und forschungspolitische Kompetenz, die ihm den ehrfürchtig-ironischen Namen des „Reichskanzlers der Wissenschaften“ eingebracht hatte, sowie nicht zuletzt sein Wirken als Gründungspräsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, des ersten Großforschungsinstituts der Moderne, machen ihn zu einer denkbar passenden Bezugs- und Leitfigur für die um größere politische und gesellschaftliche Reputation ringende Großforschung.

Da die Neustrukturierung der AGF möglichst öffentlichkeitswirksam erfolgen sollte, strebte man an, die Umsetzung bis zur Jahresversammlung 1995 abzuschließen, die im November in Berlin stattfinden und ganz im Zeichen des 25-jährigen Jubiläums der AGF stehen würde. Somit war Eile geboten, und angesichts der komplexen Interessen der einzelnen Zentren und ihrer großen Autonomie war das Vorhaben auch mit einigen Risiken verbunden. Beispielsweise machte eine „Gruppe der konstruktiven Skeptiker“ um Hans-Joachim Specht von der GSI, Björn Wiik vom DESY und Max Tilzner vom AWI in einem Schreiben an Treusch deutlich, dass „die AGF als Verband bisher wenig Ansätze für eine programmatisch-strategische Neuausrichtung“ biete. Sie kritisierten die geplante, allzu starke



*„Als im Jahre 1995 die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren gegründet wurde, ging es weder um mehr politische Einflussmöglichkeiten noch die Einschränkung der Souveränität der Forschungseinrichtungen. Es ging um mehr Autonomie für Hochschulen und außeruniversitäre Forschung, mehr Exzellenz, mehr Internationalität und die Überwindung der Trennung von grundlagen- und anwendungsorientierter Forschung. Die Politik sollte weniger durch den goldenen Zügel oder administrative Entscheidungen in Forschung und Lehre eingreifen können. Wir sind in den vergangenen Jahren bei diesen Reformen ein gutes Stück vorangekommen. Ich glaube aber, da geht noch mehr. Nur wer den Hochschulen und Forschungseinrichtungen vertraut, kann sich über exzellente Ergebnisse freuen.“*

**JÜRGEN RÜTTGERS**

Bundesminister für Bildung, Wissenschaft,  
Forschung und Technologie  
von 1994 bis 1998

gesellschaftspolitische Ausrichtung des Senats: Diese Komponente sollte „gleichgewichtig durch wissenschaftliche Kompetenz ergänzt werden, indem international herausragende Wissenschaftler berufen werden, welche die in den Großforschungseinrichtungen bearbeiteten Forschungsfelder im Weltmaßstab beurteilen und auf dieser Grundlage auch einen Rat geben können, welche Forschungsfelder sich die Großforschungseinrichtungen im Schwerpunkt sinnvollerweise zuwenden sollen“.<sup>78</sup>

Auf einer Klausurtagung der Vorstände der AGF-Mitglieder auf Schloss Ringberg kam es dann am 4. Februar 1995 „zum Schwur“.<sup>79</sup> Nach intensiver und auch vom AGF-Vorsitzenden Treusch selbst moderierten Diskussion zur Neuausrichtung der AGF folgten alle Zentren der Generallinie des Vorsitzenden und stimmten der Umwandlung in die „Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren“ sowie vor allem der Berufung eines Senats zu. Die entsprechende Satzungsänderung sollte mit Wirkung vom 13. November 1995 in Kraft treten. Diese Grundsatzentscheidung scheint ohne unmittelbare Mitwirkung der Politik erfolgt zu sein, denn der Vorsitzende wurde von der Klausurtagung dazu autorisiert, in Gesprächen mit Bundesforschungsminister Jürgen Rüttgers und seinen Staatssekretären „die Akzeptanz der auf der Klausurtagung entwickelten Vorstellungen zu eruieren“. Bereits zwei Tage nach Ringberg präsentierte Treusch die weitreichenden Beschlüsse der Klausur in einem kurzfristig anberaumten Treffen mit den zuständigen Staatssekretären und Abteilungsleitern des BMFT.

Damit war die Reform der AGF irreversibel auf den Weg gebracht. In den Monaten bis zur Festveranstaltung im November ging es vor allem darum, die Mitglieder des neuen Senats zu rekrutieren. Der Senat hatte sich generell mit den Fragen der Forschungsstrategie zu befassen und der Politik wissenschaftliche Ziele von nationalem und globalem Interesse zu empfehlen, die dann von den Großforschungseinrichtungen autonom und auf hohem wissenschaftlichem Niveau bearbeitet würden. Damit sollte nicht nur die Freiheit der Forschung garantiert, sondern auch generell der direkte Zugriff der Politik bzw. konkret des Bundesforschungsministeriums auf die Tätigkeit der Großforschungseinrichtungen gedämpft werden, was die Balance zwischen staatlicher Einflussnahme und wissenschaftlicher Autonomie stabilisieren sollte. Nicht zuletzt wollte man mit einem hochrangig besetzten und selbstbewusst agierenden Senat das Erscheinungsbild der Großforschungseinrichtungen verbessern und eine „größerer Geschlossenheit und Integration“ befördern.<sup>80</sup> Zudem hoffte man, mit der Berufung hochrangiger Senatsmitglieder aus der Wirtschaft die strukturell schwierige und zuweilen sogar gestörte Zusammenarbeit mit der Industrie zu verbessern. Aus diesen allgemeinen Prämissen wurden konkret die folgenden Aufgaben für den Senat abgeleitet:<sup>81</sup>

Dieser

- berät grundsätzliche Fragen der Forschungsstrategie und gibt Empfehlungen zu deren Umsetzung;
- berät das Programmbudget der Gemeinschaft und nimmt den Jahresbericht entgegen;



Einladung zur Festveranstaltung am 13. November 1995 (Reproduktion).

- richtet Forschungsverbände ein und überwacht ihre Arbeit;
- begleitet Leitprojekte;
- überwacht Qualitätssicherungsverfahren (Strukturkommissionen, Berufungsverfahren, Begutachtungsverfahren);
- beruft das Direktorium auf Vorschlag der Mitgliederversammlung.

Angesichts der Tatsache, dass andere Forschungsinstitutionen wie die Max-Planck-Gesellschaft, die Deutsche Forschungsgemeinschaft oder die Physikalisch-Technische Bundesanstalt bereits ähnliche und gut funktionierende Aufsichtsgremien besaßen, konnte man sich diese als Vorbild nehmen und sich über das Aufgabenspektrum des künftigen Senats relativ schnell einig werden. Längere Diskussionen scheint es aber um die konkrete Zusammensetzung des aus 25 Mitgliedern bestehenden Gremiums gegeben zu haben. Schließlich verständigte man sich darauf, dass ihm jeweils vier Repräsentanten der großen Wissenschaftsorganisationen (MPG, FhG, HRK, DFG) und der Ministerialbürokratie (Bundesforschungsministerium, Bundesfinanzministerium und Vertreter der Länder) angehören, dazu neun hochkarätige Wissenschaftler aus dem In- und Ausland sowie acht hochrangige Vertreter aus Wirtschaft und Gesellschaft. Der Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft gehört dem Gremium *ex officio* an und hat die Senatssitzungen vorzubereiten und zu leiten. Darüber hinaus können weitere Gäste mit beratender Stimme, aber ohne Stimmrecht in den Senat kooptiert werden. Eine solche Zusammensetzung des Senats stellte sicher, dass die Vertreter der Wissenschaft immer eine Stimme mehr als die der Wirtschaft und Politik haben. Die Amtszeit der Senatsmitglieder wurde auf drei Jahre befristet, mit der Option der einmaligen Wiederwahl, wobei die Berufung in den Senat nicht direkt durch den Staat bzw. das Ministerium, sondern auf Vorschlag der Mitgliederversammlung offiziell durch den Ausschuss der



Die „Erste Reihe“ im Schauspielhaus am Gendarmenmarkt in Berlin beim Festakt zur Umbenennung von AGF in HGF (v.l.n.r.): DFG-Präsident Wolfgang Frühwald, Bundespräsident Roman Herzog, AGF-Vorsitzender Joachim Treusch, Ministerpräsident Heide Simonis. (Reproduktion)

Zuwendungsgeber erfolgt, einem Gremium von Vertretern des Bundes und der Sitzländer. Dies führt zu einer weiteren Relativierung des Zugriffs der Politik auf die Helmholtz-Gemeinschaft. Kritiker sprachen in diesem Zusammenhang von einer zu weitgehenden Schwächung des Staates, denn bis dahin hatte die Politik vor allem in Gestalt des BMFT und seiner Mittelzuweisungen die zentralen Forschungsrichtungen zwar nicht selbstherrlich und auch nicht ohne Konsultation mit den Fachvertretern vorgegeben, aber eben doch in erheblichem Maße bestimmt. Als Mitglieder des Senats konnten so renommierte Wissenschaftler wie der Biochemiker Max Burger aus Basel, der Marburger Physiker Siegfried Grossmann und der Direktor des MPI für Informatik in Saarbrücken Kurt Mehlhorn gewonnen werden. Diese wurden durch prominente Vertreter der Wirtschaft wie den Verleger Hubert Burda, Lothar Späth von Jenoptik und den Bahnvorstandsvorsitzenden Heinz Dürr ergänzt. Von den *ex officio*-Mitgliedern waren Wolfgang Frühwald als Präsident der DFG, der sächsische Wissenschaftsminister Hans Joachim Meyer und der MPG-Präsident Hans Zacher wissenschaftspolitisch Meinungsführend und einflussreich. Der Senat konstituierte sich am Vormittag des 13. November 1995 in Berlin. Am Nachmittag fand im Schauspielhaus am Gendarmenmarkt in Anwesenheit des Bundespräsidenten Roman Herzog der Festakt zum 25-jährigen Bestehen der „Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen“ statt, auf dem öffentlichkeitswirksam die Umbenennung in „Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren“ vollzogen wurde. In seinem Festvortrag referierte DFG-Präsident Frühwald über die Verpflichtungen, die der Name Helmholtz bedeutete.<sup>82</sup> Darin ging er nicht nur auf die hohe wissenschaftliche Messlatte ein, die mit dem neuen Namen an die Tätigkeit der Gemeinschaft angelegt werde, sondern gab auch eine wissenschafts- und forschungspolitische Bewertung der neuen Helmholtz-Gemeinschaft (HGF):<sup>83</sup> „Auch wenn der Gründungsgedanke der HGF zunächst der Not gehorcht haben mag, wenn die Arbeitsgemeinschaft der Groß-

forschungseinrichtungen, die AGF, das ‚G‘ anders definieren wollte als bisher, um das Odium der Größe loszuwerden und damit der sichtbaren Gefahr zu entgehen, bei allen kommenden Sparmaßnahmen wieder als Steinbruch des Personalabbaus verwendet zu werden, so ist der Helmholtz-Gemeinschaft mit der Namensgebung doch eine institutionelle Innovation gelungen. Sie gibt ein Reform- und Leistungsversprechen, das ich – im Namen der deutschen und europäischen Wissenschaftsorganisationen – mit Bewunderung und Respekt entgegennehme. Die Helmholtz-Gemeinschaft bekennt sich nämlich, wie ich zu zeigen versuchte und was sie selbst vielleicht noch nicht so deutlich gesehen hat, durch ihren neuen Namen zur Wissenschaft als einer internationalen Kultur, zur Einheit von Praxis und Theorie, zur engen, auf den Grundsatz der Unabhängigkeit und Gleichheit beruhenden Kooperation von Wissenschaft und Wirtschaft, zur sozialen Verantwortung bei der Generierung und Nutzung neuen Wissens und zur ständigen institutionellen Erneuerung.“

Weiterhin führte Frühwald in seiner programmatischen Festrede aus, dass der Staat und konkret die für die Großforschungseinrichtungen zuständige Ministerialbürokratie des Bundes und der Länder mit ihrer Zustimmung zur Bildung der Helmholtz-Gemeinschaft und der neuen Führungsgremien „ein großes Stück Macht und Einfluß aus der Hand gegeben und dieses Stück in die Selbstverwaltung der Wissenschaft gelegt hat. Dies ist in einer Zeit, in der ringsum, nicht allein in Europa, governmentale Strukturen gestärkt werden, in der die Politik- und die Wirtschaftshörigkeit der Wissenschaft kommandiert wird, ein bemerkenswerter Vertrauensbeweis in die Leistungsfähigkeit und den Leistungswillen selbstverwalteter Forschung.“

Frühwald schrieb der Helmholtz-Gemeinschaft zudem eine hohe wissenschaftspolitische Verantwortung in ihr Stammbuch. Als DFG-Präsident wusste er, dass auch die AGF bereits an der „Heiligen Allianz“ beteiligt und damit in die korporative Gestaltung bundesdeutscher Wissenschaftspolitik eingebunden gewesen war. Doch war die AGF und damit deren jeweiliger Vorsitzender in der informellen Hierarchie der Forschungsorganisationen gegenüber der Max-Planck-Gesellschaft, der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Fraunhofer-Gesellschaft und deren Präsidenten nachgeordnet. Frühwald erkannte scharfsinnig, dass die Konstituierung der Helmholtz-Gemeinschaft die weitere Integration der Großforschung in die Solidargemeinschaft der sich als autonom verstehenden Wissenschaftsorganisationen befördern würde. Von nun an sitze man gemeinsam „in einem – von stürmischer Brandung bedrohten – Boot“ und werde für gesellschaftliche Grundfragen wie die friedliche Nutzung der Kernenergie, die Reaktorsicherheit oder die Wirtschaftlichkeit von alternativen Energiequellen – „alles sehr heiße politische Themen, zu denen Wissenschaftsorganisationen gemeinsam bisher nicht Stellung nehmen mußten“ – eine gemeinsame Antwort finden müssen.

Als Literaturwissenschaftler beherrschte Frühwald das Metier der Sprache, und die Dramatik seiner Ausführungen mochten dem Charakter seiner Festrede vor großem politischen Publikum geschuldet sein. Und doch lag er mit der Betonung des Charakters einer Gründung der Helmholtz-Gemeinschaft als markante, nachgerade epochale Zäsur der Großforschungsgeschichte richtig. Im Grunde holte die Großforschung nun nach, was sie bei der Gründung der AGF ein knappes Vierteljahrhundert zuvor noch nicht hatte durchsetzen können. Zwar wurde die Frage der Balance zwischen Dezentralität auf der einen Seite und Zentralität auf der anderen Seite in den Großforschungseinrichtungen nach wie vor kontrovers diskutiert. Unter dem gewachsenen Druck drohender staatlicher Regulierung obsiegte nun aber die Position, einen Teil der je eigenen institutionellen Autonomie gegen die gemeinsame wissenschaftliche Unabhängigkeit einzutauschen. Mit der Einrichtung eines Senats der Helmholtz-Gemeinschaft verzichteten die einzelnen Großforschungseinrichtungen auf einen Teil ihrer Kompetenzen und ordneten sich dem Rat eines von den Zentren unabhängigen Gremiums unter. Für die bislang eher auf ihre Unabhängigkeit bedachten Institute bedeutete dies einen gravierenden und kaum zu überschätzenden Wandel sowohl ihres Selbstverständnisses als auch ihrer Rolle im nationalen Wissenschafts- und Innovationssystem.

Ob es einer dezidierten Strategie entsprang, historischer Kontingenz geschuldet oder gar Zufall war, dass die Helmholtz-Gemeinschaft im Unterschied zu MPG und FhG nicht den Begriff der Gesellschaft, sondern den der Gemeinschaft wählte, mag dahingestellt bleiben. Ferdinand Tönnies, der Begründer der Soziologie in Deutschland, hatte 1887 in seinem Grundlagenwerk „Gemeinschaft und Gesellschaft“ zwischen diese beiden Formen willentlicher kollektiver Gruppierung unterschieden: Die Gemeinschaft genüge sich selbst, während die Gesellschaft von den jeweiligen Akteuren instrumentell genutzt werden könne.<sup>84</sup> Im weiteren Verlauf der deutschen Geschichte, insbesondere in den „Ideen von 1914“, wurde daraus bisweilen eine fatale Dichotomie von reiner und tiefer Gemeinschaft, die dem Wesen des deutschen Volkes eigen sei, und oberflächlich-nutzenbezogener Gesellschaft, die dem Krämertum der angelsächsischen Welt entspreche, konstruiert. Ein Jahrhundert nach Tönnies grundlegender Abhandlung wurden Gemeinschaft und Gesellschaft längst nicht mehr in dieser kategorischen Dichotomie gedacht, wohl aber gezielt als unterschiedliche Formen der Vergesellschaftung verstanden.<sup>85</sup> Für die Mitgliedseinrichtungen der Helmholtz-Gemeinschaft bot der Gemeinschafts- gegenüber dem Gesellschaftsbegriff den Vorteil, die Freiwilligkeit des Zusammenschlusses autonomer Akteure zu betonen und sich damit von den stärker integrierten Strukturen von MPG und FhG abzuheben.

Der wohl einschneidendste Wandel in der jüngeren Geschichte der deutschen Großforschungseinrichtungen stand diesen aber noch bevor. Um der potenziellen Gefahr entgegenzusteuern, das



*„Die Entwicklung der Helmholtz-Gemeinschaft habe ich von Beginn an begleitet und von 1998 bis 2005 als zuständige Bundesministerin auch mitgestalten dürfen. Als ich 1999 bis 2001 für eine grundlegende Reform der Helmholtz-Gemeinschaft mit festen Strukturen und die Einführung der programmorientierten Förderung warb, war der Widerstand beträchtlich. Manche sahen gar die Freiheit der Forschung gefährdet. Heute glaube ich, sagen zu dürfen, die Reform von 2001 hat die Position der Helmholtz-Gemeinschaft in der deutschen Forschungslandschaft deutlich gestärkt, den wissenschaftlichen Wettbewerb, Exzellenz und Qualität befördert. Mit dem 2005 vereinbarten Pakt für Forschung und Innovation haben wir schließlich dafür gesorgt, dass die Helmholtz-Gemeinschaft wie die anderen Forschungseinrichtungen über die nötige Planungssicherheit verfügt.“*

**EDELGARD BULMAHN**

Vizepräsidentin des Deutschen Bundestages,  
1998 bis 2005 Bundesministerin für Bildung und Forschung

neue Gremium könne zu einem „zahnlosen Tiger“ oder gar Honorarenszirkel degenerieren, wurde 1997 ein Strategiefonds eingerichtet. Dieser gab dem Senat konkrete Gestaltungs- und Steuerungsmöglichkeiten im Sinne der strategischen Ausrichtung der Forschung und einer weiteren Steigerung der Innovationskraft der Helmholtz-Gemeinschaft. In den Fonds hatten alle Helmholtz-Zentren bis zu fünf Prozent ihrer Budgets einzuzahlen, sodass jährlich etwa 150 Millionen DM zur Verteilung kommen konnten. Der Philosophie des Fonds und der Neuausrichtung der Gemeinschaft folgend, sollten vor allem interdisziplinäre und zentrenübergreifende Forschungsprojekte gefördert werden. In der ersten Runde wurden beispielsweise von einem speziell dafür eingerichteten Senatsausschuss elf Projekte ausgewählt, deren Laufzeit in der Regel drei Jahre betrug und die ein Gesamtbudget von 77 Millionen Euro hatten. Das Spektrum der Themen reichte von Krebsforschung („Impfstoff gegen Krebs“, „Die Rolle von Genen bei der Tumorentstehung“) über die Klimaforschung („Von natürlichen Klimazeugnissen zur Klimavorhersage“) und der Mikrosystemtechnik („Kleinste Teile von höchster Qualität“) bis zur physikalischen Grundlagenforschung im Bereich der Neutronenphysik.<sup>86</sup> Es fällt auf, dass in der Mehrzahl solche Projekte ausgewählt wurden, in denen verschiedene Helmholtz-Zentren kooperierten oder bei denen eine Zusammenarbeit mit der Industrie vorgesehen war. Rückblickend lässt sich feststellen, dass der Fonds ganz wesentlich dazu beigetra-

gen hat, neue Themen zu definieren, wissenschaftliche Schwerpunkte zu setzen und sowohl den Wettbewerb zwischen den Großforschungseinrichtungen als auch ihre Vernetzung zu befördern – oder wie der Vorsitzende der Helmholtz-Gemeinschaft, Detlev Ganten, auf der Jahrestagung 1999 im Sinne einer Zukunftsoption feststellte: „Mit dem Strategiefonds und der thematischen Ausrichtung werden stärker erkennbar nationale Forschungsschwerpunkte auf Zeit geschaffen, die zentren- und organisationsübergreifend interdisziplinär bearbeitet werden und Anlaufpunkte bieten sollen für andere Interessenten aus Wissenschaft und Wirtschaft.“<sup>87</sup>

## **6. Auftakt in das neue Jahrtausend: Die Einführung der Programmorientierten Förderung**

Die Helmholtz-Gemeinschaft begann das dritte Jahrtausend mit einer neuerlichen Änderung ihrer Governance-Strukturen, die ein Jahrzehnt der Reformen zu einem vorläufigen Abschluss bringen sollte. Aus dem losen Verband wurde 2001 ein eingetragener Verein mit rechtlich selbstständigen Mitgliedern, den Helmholtz-Zentren. Dies war nicht nur ein juristischer Akt, den das Verwaltungsrecht forderte. Vielmehr wurde damit der Tatsache Rechnung getragen, dass sich in dem Jahrfünft nach der Umbenennung die Helmholtz-Gemeinschaft mehr und mehr über

einen reinen Interessenverband der einzelnen Zentren hinaus entwickelt und ihre interne Kooperationen und Kohärenz deutlich verstärkt hatte. Mit der neuen Rechtsform war zudem die Voraussetzung geschaffen, ein grundlegend neues Finanzierungsprinzip von Forschung einzuführen, denn nach wie vor war es schwierig bzw. nahezu unmöglich, sowohl intern zwischen den Zentren als auch extern seitens der Zuwendungsgeber Forschungsprioritäten zu setzen. Dieser faktische Verzicht auf eine inhaltliche Prioritätensetzung stellte sich mehr und mehr als das zentrale Entwicklungsproblem der Helmholtz-Gemeinschaft dar. Die triviale, aber praktisch kaum durchsetzbare Lösung des Problems wäre die Neugliederung der Gemeinschaft gewesen, die in ministeriellen Runden wohl diskutiert, aber schnell wieder verworfen wurde. Sie hätte sicher zu erheblichen und unkalkulierbaren Verwerfungen geführt und wahrscheinlich nur neue starre Strukturen geschaffen.<sup>88</sup> Stattdessen wurde ein weniger radikaler Weg begangen, um globale Forschungsprioritäten zu setzen – die programmorientierte Finanzierung bzw. Steuerung der Forschungseinrichtungen. Doch auch hier waren der Eingriff in den Betrieb und die Organisation der Forschung tief, denn mehr oder weniger wurde die gesamte bisherige Forschung auf den Prüfstand gestellt und strategisch-programmatisch neu ausgerichtet. Bei der programmorientierten Förderung werden innerhalb der Forschungsbereiche Programme aufgestellt, die im Wettbewerb einer externen Begutachtung unterliegen und dann für mehrere Jahre bewilligt werden. Damit wird nicht nur ein wissenschaftlicher Qualitätswettbewerb etabliert, sondern durch die entsprechende Dotierung der Forschungsbereiche erfolgte auch eine Prioritätensetzung. Damit die Programme nicht zum Korsett erstarren, wurden Freiräume von etwa 20 Prozent des Budgetvolumens vorgesehen, die für andere zukunfts-trächtige Forschungsthemen verwandt werden können und deren Vergabe allein in der Verantwortung der einzelnen Zentren liegt. „Mehr Flexibilität in der Forschung und weniger Gängelung beim Ressourceneinsatz bei klarer inhaltlicher Prioritätensetzung“ war nach Maßgabe des Ministeriums und anderer wissenschaftsleitender Organe das wesentliche Ziel bei der Einführung der programmorientierten Förderung.<sup>89</sup>

Es nimmt nicht Wunder, dass dieser tief in die institutionellen Strukturen und die Wissenschaftskultur der Großforschung einschneidende Reformschritt gerade auch unter den Mitarbeitern Sorge und Kontroversen auslöste. Viele Wissenschaftler sahen darin weniger einen in die Zukunft weisenden Reformschritt, als vielmehr den Versuch der Bürokratie, die Forschung im Sinne der Administration zu gestalten und wie einen Produktionsprozess zu organisieren. In diesem Sinne stellte Walter Kröll als Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft im Jahre 2001 in einer ersten Bilanz fest, „dass bis heute viele Mitarbeiter nur zögerlich bereit sind, sich auf dieses neue System einzulassen“.<sup>90</sup> Aber auch auf der Leitungsebene wurden Bedenken laut. So wiesen die Wissenschaftlich-Technischen Räte der Gemeinschaft darauf hin, dass damit ihre Einflussmöglichkeiten nachgerade existen-

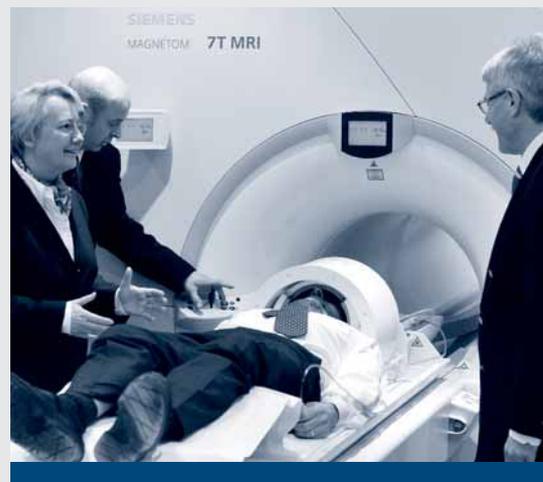
ziell eingeschränkt würden, da die Ressourcen künftig an ihren Mitwirkungsmöglichkeiten vorbei allein durch den Senat zugeteilt würden. In einer gemeinsamen Stellungnahme warnten sie Ende Oktober 2000, dass die „Effizienz und Freiheit der Forschung“ durch die geplante Einführung der Programmsteuerung massiv gefährdet sei.<sup>91</sup> Dazu komplementär forderte eine Stellungnahme der Mitgliederversammlung vom Mai 2001, dass „die Selbstorganisation der Wissenschaft für das gesamte Verfahren bis in die Programme hinein gewährleistet sein (müsse). Eine Selbstbeschränkung und Bindung der Zuwendungsgeber hinsichtlich ihrer Rolle im Verfahren ist unverzichtbar.“<sup>92</sup>

Als wenig später der Wissenschaftsrat seine lang erwartete Stellungnahme zur Systemevaluation der Helmholtz-Gemeinschaft vorlegte, mochten sich die Skeptiker einer Einführung der programmorientierten Steuerung bestätigt fühlen. Der Wissenschaftsrat äußerte die Befürchtung, dass „bei einer inkonsequenten Umsetzung eine Verbesserung ausbleibt und die aufwendigeren Verfahren nicht zu rechtfertigen wären“. Sein Anforderungskatalog an die programmbezogene Finanzierung umfasste nicht weniger als zehn Punkte, die erfüllt werden müssten, um der Reform zu einem Erfolg zu verhelfen. Sie reichten von höherer Transparenz über eine wachsende Flexibilität der Mittelbewirtschaftung für die Wissenschaft bis zur Einführung von begleitenden Verfahren der Forschungsprospektion. Letztlich aber stützte der Wissenschaftsrat die mit der Programmsteuerung auf den Weg gebrachten Reformen, versprach er sich doch davon „ein erhebliches Potential, die großen Ressourcen der Helmholtz-Gemeinschaft noch besser als bislang nutzbar zu machen“.<sup>93</sup> Gleichzeitig stellte er aber auch in aller Deutlichkeit fest, dass das „Verfahren einer programmbezogenen Finanzierung nur über zuverlässige Strukturen implementierbar sein (wird). Die Aufgaben der Helmholtz-Gemeinschaft liegen hier unter anderem in der Koordination der zentrenübergreifenden Programmentwicklung und im Controlling.“<sup>94</sup>

Mit Einführung der programmorientierten Förderung werden seit 2003 in der Helmholtz-Gemeinschaft nicht mehr einzelne Zentren durch einen Globalhaushalt finanziert, sondern inhaltlich definierte Programme, die im Wettbewerb und auf der Basis strategischer Begutachtungen identifiziert werden. Sie erhalten für fünf Jahre finanzielle Planungssicherheit und werden danach evaluiert. Dies schuf die Voraussetzung für eine wesentlich verbesserte und verbreiterte Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Zentren und über Disziplinengrenzen hinweg. Damit konnten durch Wettbewerb und Kooperation die Leistungsfähigkeit und Effizienz der Forschung in den Helmholtz-Zentren gesteigert und besser miteinander vernetzt werden. Dass die programmorientierte Förderung schließlich und trotz aller im Vorfeld geäußerten Bedenken doch ein Erfolg wurde und ungewöhnlich gut funktioniert, hat natürlich auch damit zu tun, dass die Wissenschaftler lernten, mit dem neuen Instrumentarium pragmatisch umzugehen und unter dem Label der programmorientierten

*„Die Helmholtz-Gemeinschaft hat zur konsequenten Internationalisierung des Forschungsstandortes Deutschland beigetragen. Ein Beispiel dafür ist die strukturelle Weiterentwicklung der Gesundheitsforschung – mit der Gründung der Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung und dem Berliner Institut für Gesundheit. Das war ein anspruchsvoller Prozess, der allen Beteiligten viel abverlangt hat. Er steckt zugleich voller Chancen. Damit werden die Sichtbarkeit einer zentralen Forschungslandschaft und die Attraktivität für internationale Partner erhöht. Darauf lässt sich aufbauen, wenn es um europäische Strategien geht.“*

**ANNETTE SCHAVAN**  
Bundesministerin für Bildung und Forschung  
von 2005 bis 2013



Förderung auch jene Dinge unterzubringen, die sie wissenschaftlich für besonders wichtig empfanden, die aber eigentlich nicht in die Programmstruktur passten. Darüber hinaus wurde die Reform in der wissenschaftlichen Öffentlichkeit sehr gut kommuniziert und fand eine hohe gesellschaftliche Akzeptanz, was ganz wesentlich und nachhaltig den Druck von der Helmholtz-Gemeinschaft nahm. Eine wichtige Rolle spielte sicherlich auch, dass parallel zur Einführung der Programmorientierten Förderung und nach einem Jahrzehnt der Kürzungen und Plafondierung des Etats der Gemeinschaft es für diesen wieder signifikante Aufwüchse gab. Waren diese zunächst weitgehend konjunkturbedingt, so konnte dann im Jahre 2005 mit dem sogenannten Pakt für Forschung und Innovation dieser Zuwachs forschungspolitisch verstetigt und festgeschrieben werden. Der Pakt gewährte der Helmholtz-Gemeinschaft für die nächsten zehn Jahre eine jährliche Steigerung des Budgets von fünf Prozent, womit man bei der Gestaltung der Reform auch über angemessene finanzielle Gestaltungsmöglichkeiten verfügte, um strategische Maßnahmen und Instrumente auszubauen und neue zu etablieren. Im Gegenzug verpflichtete sich die Gemeinschaft programmatisch, „ihren Beitrag zu Wachstum und Wohlstand zu leisten, indem sie das Wissenschaftssystem dynamisch weiterentwickelt, Vernetzungen ausbaut und neue strategische Partnerschaften etabliert, die internationale Zusammenarbeit stärkt, Wertschöpfung durch die Förderung von Wissenstransfer in Gesellschaft und Wirtschaft ermöglicht“.<sup>95</sup>

In historischer Perspektive ist man versucht, Parallelen zur Debatte der späten 1960er Jahre zu ziehen, als Wolfgang Cartellieri in seinem vieldiskutierten Gutachten zur Großfor-

schung und der Staat die Idee der Globalsteuerung in Ansätzen präformierten.<sup>96</sup> In einer solchen Sicht ist es kein Zufall, dass die ersten Vorschläge für dieses grundsätzlich neue Finanzierungsprinzip von Wissenschaft aus der staatlichen Forschungsadministration kamen und dieses nicht zuletzt auch durch erheblichen ministeriellen Druck umgesetzt wurde. Vereinfacht kann man resümieren, dass die Inauguration der Helmholtz-Gemeinschaft intrinsisch und *top down* durch reformorientierte Vorsitzende der Großforschungseinrichtungen und namentlich den damaligen Vorsitzenden der AGF Joachim Treusch erfolgte, der dabei eine kleine Gruppe von Gleichgesinnten um sich geschart hatte. Das zentrale Element der Ressourcenallokation der neuen Gemeinschaft, die Programmsteuerung, wurde dagegen primär extrinsisch eingeführt und durchgesetzt, begleitet von der Umwandlung in einen e. V. Es war keineswegs zufällig, dass diese Reform unter der seit 1998 amtierenden Bundesregierung von Gerhard Schröder und unter einem sozialdemokratisch geführten Bundesministerium für Bildung und Forschung geschah. Als Impulsgeber darf man dabei wohl weniger die Bundesministerin Edelgard Bulmahn vermuten als ihren Staatssekretär Uwe Thomas<sup>97</sup> und wohl auch seinen Kollegen Wolf-Michael Catenhusen, der sich immer wieder um neue Konzepte und Instrumente bemüht hat, die bundesdeutsche Forschungspolitik zukunftsfähig zu machen.<sup>98</sup> In der programmgesteuerten Forschung der Helmholtz-Gemeinschaft wurde ein solches Instrument ausgemacht und diese war eine nachgerade radikale institutionelle Innovation, mit der durch ein innovatives Modell der Ressourcenlenkung die Leistungs- und auch Konkurrenzfähigkeit gegenüber den anderen institutionellen Säulen des bundesrepublikanischen Wissenschafts- und

Innovationssysteme ganz wesentlich und nachhaltig gesteigert werden konnte. Dies erfolgte im Übrigen um den Preis, dass die Helmholtz-Gemeinschaft in einem weit stärkeren Maße als die anderen institutionellen Forschungssäulen der Bundesrepublik wissenschaftlicher Partner der Politik ist, denn bei der Aufstellung der Programmvorhaben sitzt diese ja immer mit „am Tisch“ – und dies keineswegs als Juniorpartner. Wissenschaftler, aber auch Institutionen wie die Max-Planck-Gesellschaft haben in diesem Zusammenhang immer wieder von der Gefährdung der Freiheit der Forschung gesprochen. Dem wurde seitens der Politik, aber auch durch maßgebliche Vertreter der Gemeinschaft vehement mit dem Hinweis widersprochen, dass die politikgeleitete Implementierung der Programme stets unter maßgeblicher Mitwirkung der Wissenschaft geschieht und die Ausfüllung des so definierten Forschungsrahmens wissenschaftsgeleitet und autonom erfolgt.

In der ersten Runde der Programmorientierten Förderung, die die Jahre 2004/05 bis 2008/09 umfasst, wurden von den damals 16 Forschungszentren 30 Forschungsprogramme entwickelt und etabliert, die im Wettbewerb von einem renommierten internationalen Gutachtergremium auf ihre wissenschaftliche Exzellenz und strategische Relevanz evaluiert und ausgewählt wurden. In der zweiten Programmperiode, die 2009 begann, waren es dann weitere 13 neue Programme.<sup>99</sup> Ein Beispiel solch strategischer Neuausrichtung und Bündelung der Forschungsaktivitäten ist das Engagement der Helmholtz-Gemeinschaft bei der Erforschung von Volkskrankheiten. Vor Einführung der Programmorientierten Förderung bestand auf diesem Gebiet eine gravierende Forschungslücke im Bereich der Infektionsforschung. Diese wurde im Rahmen der strategischen Begutachtung identifiziert und ein Prozess zur verstärkten Bearbeitung dieses Bereichs angeregt. Die GBF in Braunschweig, bislang auf biotechnologische Forschung zur Lösung biomedizinischer Probleme und auf Umweltbiotechnologie zum Schutz und zur Sanierung der Umwelt fokussiert, nahm die Anregung auf und zog sich sukzessive aus ihren bisherigen Forschungsprogrammen zurück, um ihre Forschungskompetenzen auf das Programm Infektion und Immunität zu fokussieren. Damit konnte man sich erfolgreich von einem biotechnologisch orientierten Standort zu einem international anerkannten Forschungszentrum für Infektionskrankheiten entwickeln, das sich im Zuge der Reorganisation in Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung umbenannte und heute auf diesem Gebiet zu den Top 15 der Welt zählt.<sup>100</sup>

Kooperation und Konkurrenz, Leitmotiv der Programmorientierten Förderung, werden häufig als sich ausschließende Handlungsmuster beschrieben. Gerade die Dynamik der modernen Wissenschaft wird verbreitet auf Wettbewerb zurückgeführt. Bei näherer Betrachtung zeigt sich die Wissenschaft freilich als ein Bereich von Gesellschaft, in dem Kooperation und Konkurrenz fast unauflöslich miteinander verbunden sind. Selbst in Konkurrenzkonstellationen ist meist die Einbindung der Wissen-

schaftler in kooperative Strukturen unabdingbar, zumal sich Kooperation schon aus epistemischen Gründen mittelfristig als die bessere Alternative erweist. Welcher Handlungsmodus überwiegt, ist situativ variabel und historisch wandelbar. Kurzum, die Balance von Kooperation und Wettbewerb muss stets neu austariert werden. Diese Notwendigkeit galt auch für die Helmholtz-Gemeinschaft zu Beginn der Jahrtausendwende, als Kooperationen zwischen den am Markt der Forschung häufig miteinander konkurrierenden Helmholtz-Zentren durch die Einführung der Programmsteuerung gestärkt und kohärenter werden und damit Kooperation und Wettbewerb Spitzenleistungen befördern sollten.

Für diesen Neuanfang in Strategie und Finanzierung der Forschung hat ebenfalls das Jahr 2001 eine weitere Voraussetzung gebracht, in dem – bei formaler und juristischer Beibehaltung der damaligen 16 Forschungszentren – die Helmholtz-Gemeinschaft ihre Forschungsaktivitäten in sechs Forschungsbereiche<sup>101</sup> gliederte:

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

Sieht man vom Forschungsbereich Verkehr und Weltraum einmal ab, der allein vom DLR bestritten wird, so kooperieren in allen Forschungsbereichen immer mehrere Forschungszentren, was auch die Vernetzung der Zentren befördern und die Identitätsfindung der Gemeinschaft stärken sollte.

Neben der Industrie und Wirtschaft sind die Hochschulen und Universitäten der Bundesrepublik besonders wichtige Kooperationspartner der Helmholtz-Gemeinschaft bzw. der einzelnen Helmholtz-Zentren. Eine solche Zusammenarbeit gibt es seit Gründung der Großforschungseinrichtungen in den 1950er Jahren, waren doch einige aus universitären Einrichtungen hervorgegangen; auch haben gerade die Universitäten maßgeblich zum raschen Ausbau der Großforschungszentren beigetragen. Für die beiden letzten Jahrzehnte lässt sich eine bedeutende Erweiterung der Kooperation hinsichtlich ihrer Intensität und Tiefe konstatieren. Dabei hat sich ein ungewöhnlich breites Spektrum an Kooperationen herausgebildet. Dieses umfasst sowohl gemeinsam betriebene Forschungsprojekte oder die Beteiligung von Helmholtz-Wissenschaftlern an Sonderforschungsbereichen und Exzellenzclustern sowie die intensive Nutzung von Infrastruktur, namentlich der Großgeräte der Helmholtz-Zentren durch universitäre Arbeitsgruppen, als auch gemeinsame Berufungen von leitenden Wissenschaftlern sowie ein umfangreiches Engagement von Helmholtz-Forschern in der universitären Lehre und Ausbildung. So sind mehr als die Hälfte der C-Stellen an den



Horst Hippler, Rektor der Universität Karlsruhe, Peter Frankenberg, Minister für Wissenschaft, Forschung und Kunst des Landes Baden-Württemberg, Annette Schavan, Bundesministerin für Bildung und Forschung und Eberhard Umbach, Vorsitzender des Vorstandes des Forschungszentrums Karlsruhe, bei der Gründungsfeier des Karlsruher Instituts für Technologie am 22. Februar 2008 (v.l.n.r.). Foto: KIT

Helmholtz-Zentren durch gemeinsame Berufungen besetzt, und die Zahl der sich in der Lehre engagierenden Helmholtz-Wissenschaftler hat sich über die Jahre kontinuierlich erhöht und man braucht auch in diesem Bereich den Vergleich zu den anderen außeruniversitären Forschungseinrichtungen der Bundesrepublik nicht zu scheuen und agiert auch hier in Augenhöhe mit ihnen.

Zu den besonders engen und intensiven Formen der Kooperation gehören gemeinsam betriebene Institute, von denen manche bis in die Gründungsphase der Großforschungseinrichtungen in den 1950er Jahren zurückgehen. Sehr erfolgreich war auch das im Rahmen der Reform der Helmholtz-Gemeinschaft um 2005 entwickelte Konzept der Virtuellen Institute, in denen ausgewiesene Forschergruppen aus Universitäten und Helmholtz-Zentren ihr Potenzial und ihre wissenschaftliche Kompetenz zusammenführen, um Forschungsziele von strategischer Bedeutung zu verfolgen. Ein Virtuelles Institut wird für die Anlaufphase von drei Jahren mit jährlich 250.0000 Euro budgetiert, wobei zwei Drittel der Fördermittel dem Hochschulpartner zugutekommen und damit der Nachwuchsförderung. In der Strategie der Helmholtz-Gemeinschaft sind die Virtuellen Institute „Bausteine zukünftiger Exzellenzcluster universitären Charakters am Forschungsstandort Deutschland“.<sup>102</sup>

Noch stärker institutionalisiert wurde die Kooperation mit den Hochschulen in den seit 2009 gegründeten Helmholtz-Instituten. Hier wird nicht nur virtuell, sondern am Standort einer Universität eine Außenstelle eines Helmholtz-Zentrums gegründet, das die Kompetenz beider Einrichtungen zusammenführt. Es können so in enger Zusammenarbeit Forschungen auf solchen Gebieten durchgeführt werden, die von großer wissenschaftlicher und strategischer Bedeutung sind und für beide Institutionen besonderes Gewicht haben. Im Jahre 2014 gab es sieben

solcher Helmholtz-Institute – in Münster, Erlangen, Freiberg, Jena, Mainz, Saarbrücken und Ulm. Diese werden institutionell mit drei bis fünf Millionen Euro pro Jahr gefördert, und ihr Themenspektrum reicht von der Laserphysik über die Pharmazie bis zu Problemen der Energietechnik.

Mit der Gründung solcher Helmholtz-Institute folgte man nicht nur einer Empfehlung des Wissenschaftsrats,<sup>103</sup> vielmehr sind all diese institutionellen Neuerungen in jene forschungspolitische Prozesse einzuordnen, die ab 2005 durch die Exzellenzinitiative angestoßen wurden. Da letztere auch ein globaler Ressourcenwettbewerb ist, blieben seine Wirkungen nicht auf den Hochschulbereich beschränkt, sondern betrafen das gesamte bundesrepublikanische Wissenschaftssystem und zeigten gerade auch im außeruniversitären Bereich nachhaltige Wirkung. Von besonderer Wirkungsmacht war dabei die Gründung des Karlsruher Instituts für Technologie im Jahre 2009. Wie bei kaum einem anderen Standort waren in Karlsruhe das Kernforschungszentrum bzw. Helmholtz-Zentrum und die Universität (TH) miteinander vernetzt. Schon die Gründung des Kernforschungszentrums im Jahre 1956 erfolgte in enger Abstimmung mit der damaligen Technischen Hochschule, der Fridericiana, die in den folgenden Jahrzehnten ihren Niederschlag in einer sehr engen Kooperation bei der Berufung von wissenschaftlichem Führungspersonal – dem sogenannten Karlsruher „Personalunion-Modell“ – und in einer intensiven Wechselwirkung auf der Forschungsebene fand, die bis zu gemeinsam betriebenen Instituten reichte. Letztere waren die Grundlage für die Idee, das Forschungszentrum und die Universität Karlsruhe zu fusionieren. Diese Idee entstand im Rahmen der Karlsruher Diskussionen zur Exzellenzinitiative. Mit ihr griff man nicht nur eine Empfehlung des Wissenschaftsrats auf, die außeruniversitäre Forschung enger mit den Universitäten zu verknüpfen, sondern die Fusion war nicht zuletzt ein geschickter Schachzug, im Exzellenzwettbewerb ein Alleinstellungsmerkmal gegenüber den anderen Konkurrenten zu erringen – insbesondere in der Konkurrenz zur RWTH Aachen.<sup>104</sup>

Zu den Erwartungen, die mit der Fusionsidee verknüpft waren, gehörte, dass es zu Synergieeffekten bei der Fokussierung und Optimierung der Forschung am Standort Karlsruhe, insbesondere bei der Harmonisierung von Forschung und Lehre, bei der Berufung herausragender Wissenschaftler oder der Rekrutierung von Drittmitteln, kommen würde; auch sollte sich Karlsruhe damit zu einem der führenden Zentren der Energieforschung profilieren und zudem in der Mikro- und Nanotechnologie sowie in der Materialforschung sein Forschungsprofil maßgeblich stärken. Insgesamt will man „in die Weltliga der Forscher“ aufsteigen.<sup>105</sup> Mit solchen Visionen wurde die Fusionsidee zum zentralen Bestandteil des Karlsruher Exzellenzanspruchs. Die Universität Karlsruhe wurde im Herbst 2006 in der ersten Wettbewerbsrunde zu einer von sieben deutschen Exzellenzuniversitäten gekürt. Danach bedurfte es weiterer zwei Jahre, um



Erste Pressekonferenz nach der Amtsübernahme von Präsident Jürgen Mlynek, November 2005. Foto: Helmholtz-Gemeinschaft



Helmholtz-Jahrestagung 2005: Seit 2005 finden die jährlichen Treffen der Gemeinschaft mit Vertretern aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft in Berlin statt. Foto: Helmholtz-Gemeinschaft/D. Ausserhofer

den Fusionsplan umzusetzen, der eine wissenschaftspolitische Sensation bzw. Revolution darstellt, denn der Bund kooperiert dabei erstmals direkt mit einem Bundesland. In dieser Zeit mussten schwierige juristische und finanzrechtliche Probleme bewältigt werden, denn aus verfassungsrechtlichen Gründen war es dem Bund untersagt, sich an der Finanzierung einer Hochschule zu beteiligen. Dies bedeutete, dass die Zuwendungen von Bund und Land weiterhin getrennt zu führen und zu bilanzieren sind. Weiterhin musste die Zusammenlegung der Verwaltung beider Institutionen bewältigt werden und die Einbindung der Mitarbeiter in den Gründungsprozess erfolgen, vor allem aber waren zwei Forschungsstrukturen zu vereinen und höchst unterschiedliche Missionen und Forschungsmentalitäten – Helmholtz programmorientierte Forschungsfinanzierung und die freie universitäre Forschung – unter einen Hut zu bringen, um so die Schaffung einer gemeinsamen Identität zu realisieren. All dies geschah vergleichsweise schnell und wurde sehr pragmatisch umgesetzt, sodass – nachdem die zuständigen Bundes- und Landesministerien im Februar 2008 den Fusionsplänen endgültig zugestimmt und damit Neuland beschritten werden konnte – am 1. Oktober 2009 das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) seine Tätigkeit aufnehmen konnte. Mit nunmehr über 8.000 Mitarbeitern und einem Jahresetat von 700 Millionen Euro wurde das KIT zur größten eigenständigen Wissenschaftseinrichtung Deutschlands, von der national wie international eine Signalwirkung ausging.<sup>106</sup>

International wurde das KIT als ein ernstzunehmender Konkurrent im globalen Forschungswettbewerb wahrgenommen, nicht zuletzt von den US-amerikanischen Eliteuniversitäten oder der ETH Zürich. National sah man es als eine in die Zukunft weisende Neuerung bzw. Ergänzung des deutschen Wissenschaftssystems und nicht zuletzt als ein probates Mittel, gegen dessen vielfach beschworene Versäulung anzugehen. Es gab aber auch Kritiker, die im KIT ein Mammutinstitut sehen, das wegen seiner schiereren Größe zu träge auf wissenschaftliche Herausforderun-

gen reagiere und kaum optimal steuerbar sei. Darüber hinaus erzeugte das KIT aber auch Ängste und Anfeindungen bei Universitätsvertretern, denn Bundesforschungsministerin Annette Schavan hatte das neue Forschungszentrum als Vorbild für die deutsche Wissenschaftslandschaft bezeichnet: „Das KIT wird in dieser Form solitär bleiben, es hat jedoch Pilotfunktion für andere Universitäten und Forschungseinrichtungen“.<sup>107</sup> In der politisch forcierten und großflächigen Zusammenführung von universitärer und außeruniversitärer Forschung witterte man so das forschungspolitische Zukunftskonzept, das dem deutschen Wissenschaftssystem über kurz oder lang aufgezwungen werden würde. Nahrung erhielten solche Befürchtungen nicht nur durch ministerielle Statements, sondern auch durch Diskussionen, die im Zusammenhang mit der KIT-Gründung in Berlin um die Bündelung der Forschungen des Max-Delbrück-Centrums mit der Charité geführt wurden und im Sommer 2013 auch zur Gründung des Berliner Instituts für Gesundheitsforschung (BIG) führten. Das neue Institut soll die klinische Forschung der Charité und die molekular- und systembiologische Expertise des MDC zusammenführen. Für Bundesforschungsministerin Johanna Wanka war die Gründung „ein wichtiger Schritt in der deutschen Gesundheitsforschung und ein Baustein für die Zukunftsfähigkeit unseres Gesundheitssystems“.

Auch an den Helmholtz-Standorten in Dresden und Potsdam entwickelten sich mit Blick auf die Gründung des KIT Diskussionen um eine engere und kostensparende Verbindung von außeruniversitären Instituten und den Universitäten vor Ort. Allerdings kam es (bislang) zu keinen sichtbaren Konsequenzen, wie überhaupt die befürchtete Kettenreaktion von Fusionen ausblieb. Dazu hat vielleicht auch das Schicksal des BIG beigetragen – obwohl offiziell gegründet, konnte es bisher nicht rechtlich abgesichert werden, und im Frühjahr 2013 stand das Projekt sogar überraschend vor dem Scheitern. Das BIG hat so seinen Forschungsbetrieb noch nicht aufnehmen können, und man erhofft dies für das Jahr 2015. Insgesamt scheint es offenbar



Peter Grünberg bei der Nobelpreisverleihung in Stockholm 2007.  
Foto: Copyright © The Nobel Foundation 2007/H. Mehlin



Harald zur Hausen bei der Nobelpreisverleihung in Stockholm 2008.  
Foto: Copyright © The Nobel Foundation 2008/H. Mehlin

keinen forschungspolitischen Druck für eine gesteuerte Zusammenführung von universitärer und außeruniversitärer Forschung zu geben, zumal Bund und Länder auch nicht mit einer Stimme sprechen und wichtige haushaltstechnische Fragen bestehen, die aus der verfassungsrechtlich geforderten Trennung von Landes- und Bundesmitteln resultieren und nach wie vor nicht zufriedenstellend gelöst werden konnten. Die kontroversen Diskussionen um die KIT-Gründung sind so relativ rasch wieder verebbt, womit auch die damit verknüpften Befürchtungen zumindest vorerst ausgeräumt scheinen.

Nach fünf Jahren seiner Tätigkeit gilt das KIT als Erfolgsstory in der Geschichte der Helmholtz-Gemeinschaft – erfolgreich vor allem, weil damit ein wissenschaftliches Schwergewicht entstand, das auf vielen Gebieten Spitzenforschung betreibt. Damit reiht sich dieser Erfolg ein in die anderen institutionellen Innovationen und Neuerungen, die insbesondere nach und im Zusammenhang mit der Einführung der Programmorientierten Förderung die Helmholtz-Gemeinschaft zu einer Führungskraft bei der Modernisierung des deutschen Wissenschafts- und Innovationssystems gemacht haben. Die Wandlung der Helmholtz-Gemeinschaft vom Aschenputtel zum Prinzen des deutschen Wissenschaftssystems hat deren institutionelles Selbstbewusstsein in den letzten beiden Jahrzehnten nachhaltig befördert.

Zur Stärkung dieses Selbstbewusstseins trug nicht zuletzt bei, dass zwei Wissenschaftler der Gemeinschaft mit dem Nobelpreis ausgezeichnet wurden. Im Jahr 2007 erhielt Peter Grünberg vom Forschungszentrum Jülich den Nobelpreis für Physik für die Entdeckung des Riesenmagnetwiderstandseffektes in übereinandergeschichteten Stapeln von dünnen Schichten, womit eine bedeutende Steigerung der Speicherkapazität von Festplatten ermöglicht wird. Die Auszeichnung war nicht nur eine hohe Ehre für den Ausgezeichneten, sondern wurde auch als eine Bestätigung für die erfolgreiche Umstrukturierung des

Forschungszentrums Jülich vom Kernforschungszentrum zu einem Kompetenzzentrum festkörperphysikalischer Forschung gewertet. Im folgenden Jahr erhielt dann der Heidelberger Immunologe und Krebsforscher Harald zur Hausen den Nobelpreis für Medizin, womit seine Forschungsarbeiten zum Zusammenhang von Gebärmutterhalskrebs und Virusinfektionen und die darauf fußende Entwicklung eines Impfstoffs gegen eine der häufigsten Krebserkrankung bei Frauen geehrt wurden. Zur Hausen gehört nicht nur zu den herausragenden Forschern der Helmholtz-Gemeinschaft, sondern er ist auch „Urgestein“ der Gemeinschaft und wirkt seit 1983 am Deutschen Krebsforschungszentrum, dessen Vorstandsvorsitzender er über 20 Jahre war. In den schwierigen und fordernden Jahren der deutschen Wiedervereinigung agierte er zudem als Vorsitzender der AGF (1989–1991).

Mit der programmbezogenen Finanzierung war eine Verstärkung der inhaltlich statt der regional ausgerichteten Strukturen der Gemeinschaft verbunden, was auch Konsequenzen für die Organisationsstruktur der Gemeinschaft hatte. Insbesondere war eine Professionalisierung des Managements angesagt, denn die Fülle der neuen Aufgaben war mit der alten Geschäftsstelle in Bonn, die nur über eine Handvoll von Mitarbeitern verfügte hatte, nicht mehr zu bewältigen. Die Administration der Helmholtz-Gemeinschaft wurde den neuen Aufgaben entsprechend ausgestattet und erweitert. Neben dem Ausbau der Bonner Geschäftsstelle wurde in Berlin eine neue Verwaltung und Repräsentanz mit über 50 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aufgebaut, die auch der Sitz des Präsidenten wurde. Ebenfalls erzwangen die Struktur der Helmholtz-Gemeinschaft und die neue Finanzierungsform einen zentrenunabhängigen Vorsitzenden bzw. Präsidenten. Dem wurde dadurch Rechnung getragen, dass nach den Vorsitzenden Joachim Treusch (1993–1997) und Detlev Ganten (1997–2001) mit Walter Kröll im Jahre 2001 der erste Präsident berufen wurde, der sein Amt hauptamtlich ausübte. Allerdings verfügte Kröll als ehemaliger Vorstandsvorsitzender des DLR noch über ein Standbein und eine Hausmacht in der

Helmholtz-Gemeinschaft, was mit dem seitens des Senats und der Politik artikulierten Wunsch, der Präsident solle zentrenunabhängig und keinesfalls ein Diener der Mitgliedseinrichtungen sein, eigentlich kollidierte. Dieser Widerspruch wurde dann mit der Berufung des Physikers Jürgen Mlynek aufgehoben. Dieser wechselte im Sommer 2005 überraschend aus dem Amt des Präsidenten der Humboldt-Universität zu Berlin in das Präsidentenamt der Helmholtz-Gemeinschaft und war damit auch der erste Präsident bzw. Vorsitzende, der von außen kam. Eine Satzungsänderung stellt diesem seit 2006 zudem Vize-Präsidenten an die Seite – jeder von den sechs Forschungsbereichen ist durch einen Vize-Präsidenten im Präsidium der Helmholtz-Gemeinschaft vertreten, und außerdem gibt es noch zwei weitere Vize-Präsidenten für den kaufmännischen Bereich. Mlynek hat in seiner zehnjährigen Amtszeit nicht nur die Früchte der von seinen Vorgängern auf den Weg gebrachten Reformen geerntet. Er hat auch entscheidend dazu beigetragen, dass das Reformprojekt verstetigt worden ist und nichts von seiner Dynamik verloren, eher noch gewonnen hat. Darüber hinaus expandierte in seiner Amtszeit die Gemeinschaft durch die Integration von drei neuen Zentren: des Deutschen Zentrums für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE) in Bonn im Jahre 2009, des Helmholtz-Zentrums Dresden-Rossendorf im Jahre 2011 und des GEOMAR Helmholtz-Zentrums für Ozeanforschung Kiel im Jahre 2012. Ebenfalls wurde im Jahre 2009 die Fusion der Berliner

Elektronen-Speicherring Gesellschaft für Synchrotronstrahlung (BESSY) mit dem Hahn-Meitner-Institut zum Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie vollzogen.

Die Helmholtz-Gemeinschaft legte so endgültig die Aura des „morschen Kahns“ oder „behäbigen Tankers“ ab und profilierte sich vom wissenschaftspolitischen Zwerg und Sorgenkind der Politik zum Musterknaben um. Sie ist heute unter den deutschen Wissenschaftseinrichtungen mit 37.000 Mitarbeitern, davon etwa 20.000 Wissenschaftler, und einem Jahresetat von 3,99 Milliarden Euro, davon über ein Viertel Drittmittel, nicht nur quantitativ die größte, sondern gehört in diesem Verbund auch zu den Meinungsführern und Schrittmachern. Damit wurde die Integration der Großforschungseinrichtungen in die Solidar- und Konkurrenzgemeinschaft der Wissenschaftsorganisationen – das erklärte Ziel der Reformen der Helmholtz-Gemeinschaft – erfolgreich umgesetzt.

### 7. Die Helmholtz-Gemeinschaft im Lichte des systemischen Wandels der Großforschung: ein Fazit

Aus der Rückschau der Beteiligten präsentiert sich die Vorgeschichte, Entstehung und Entwicklung der Helmholtz-Gemeinschaft als ein zwar „manchmal schwieriger Prozess“, der gleich-



Der Speicherring BESSY II in Berlin-Adlershof. Foto: HZB



Das Deutsche Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE) an seinem vorläufigen Sitz im Bonner Forschungszentrum caesar. Foto: caesar/C. Richters



Das GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel. Foto: GEOMAR/J. Steffen



Das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf. Foto: HZDR/O. Killing

„Nur das Handeln giebt dem Manne ein würdiges Dasein; also entweder die praktische Anwendung des Gewussten, oder die Vermehrung der Wissenschaft selbst muss sein Ziel sein. Denn auch das letztere ist ein Handeln für den Fortschritt der Menschheit.“ (Hermann von Helmholtz)

*„Forscherinnen und Forscher unterschiedlichster Disziplinen zu vereinen, die beitragen ‚zur Gestaltung unserer Zukunft‘ und damit ganz im Sinne von Hermann von Helmholtz ‚für den Fortschritt der Menschheit‘ handeln – mit dieser Mission übernimmt die Helmholtz-Gemeinschaft seit ihrer Gründung eine zentrale Rolle im deutschen Wissenschaftssystem. In dieser Rolle hat sie die Grenzen von außeruniversitärer und universitärer Forschung überwunden und erfolgreich neue, innovative Formen der wissenschaftlichen Kooperation erprobt und realisiert. Exemplarisch seien hier nur das KIT und die Jülich Aachen Research Alliance oder die Beteiligung der Helmholtz-Gemeinschaft an den Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung genannt. Spitzenforschung zum Wohle der Gesellschaft zu betreiben und dabei im internationalen Wettbewerb zu bestehen, erfordert auch künftig Wandlungsfähigkeit und große Anstrengungen. Die Helmholtz-Gemeinschaft ist hervorragend aufgestellt, um diese Herausforderungen zu meistern.“*

**JOHANNA WANKA**

Bundesministerin für Bildung und Forschung seit 2013

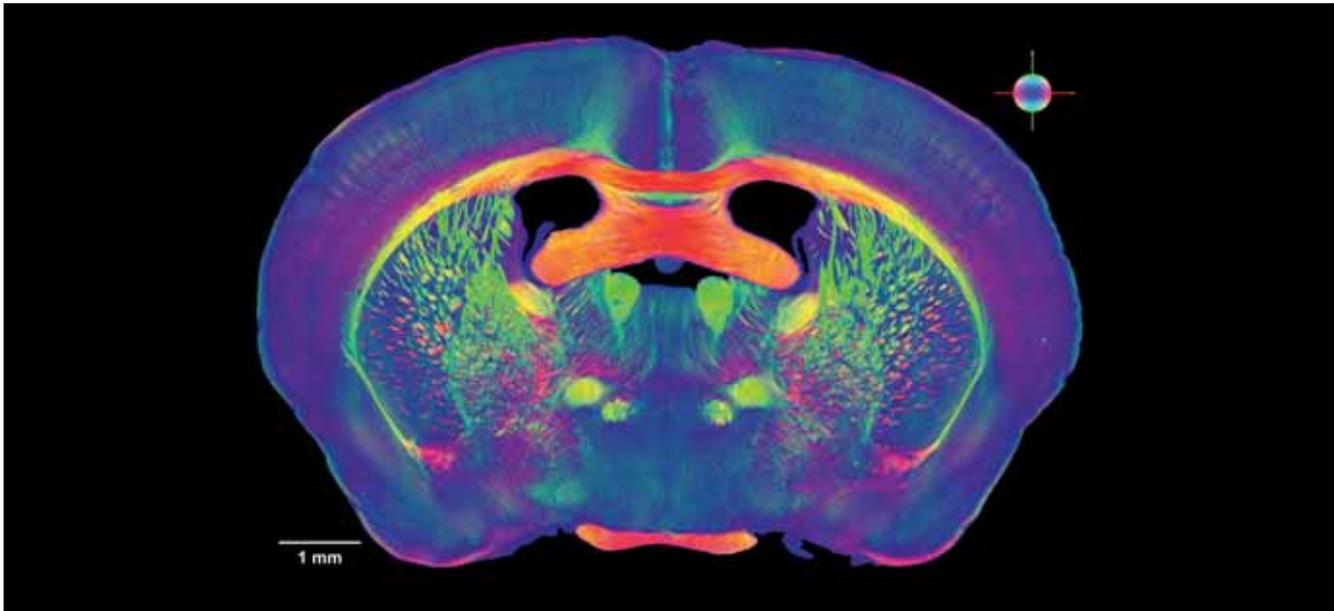


wohl aber linear von der Herausbildung der Großforschung in den 1950er Jahren „über die Gründung der Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen 1970, die Umwandlung in die Helmholtz-Gemeinschaft 1995 und schließlich die Einführung des neuen Finanzierungs- und Qualitätssicherungsmodells der Programmorientierten Förderung und Gründung der Helmholtz-Gemeinschaft e.V.“ führte und die Helmholtz-Gemeinschaft schließlich „zu einer modernen und reaktionsschnellen Forschungsorganisation“ werden ließ.<sup>108</sup>

Historische Prozesse sind freilich selten so linear und inhärent logisch, wie sie den beteiligten Akteuren retrospektivisch erscheinen mögen. So auch im Falle des langen Übergangs von der AGF zur HGF, bei dem interne Impulse und externe Wirkungsfaktoren in einer komplexen Gemengelage zusammenwirkten. Bei näherer Betrachtung weist auch die Geschichte der Helmholtz-Gemeinschaft die für komplexe historische Prozesse so typische Vielfalt von Umwegen, Sackgassen und Verzweigungen auf. Statt einer linearen Entwicklung präsentiert sie sich uns als episches Ringen um wissenschaftliche Kohärenz und ins-

titutionelle Stabilität im Spannungsfeld von Zentralität und Dezentralität, Autonomie und Steuerung. Hinzu trat der Faktor historische Kontingenz, insbesondere in Gestalt des Endes des Kalten Krieges und der deutschen Wiedervereinigung. Ohne die Effekte der Transformation des Wissenschafts- und Innovationsystems in den neuen Bundesländern und deren Rückwirkungen auf die etablierten bundesrepublikanischen Forschungseinrichtungen ist die Geburt der Helmholtz-Gemeinschaft in der Form, wie sie sich vollzog, kaum denkbar.

Ein maßgeblicher Faktor, der gleichsam von außen auf die Helmholtz-Gemeinschaft einwirkte, war der systemische Wandel der Großforschung selbst. Wie an anderer Stelle gezeigt, kann Forschung, die im Rahmen von Großforschungsstrukturen unternommen wird, bisweilen dazu neigen, sich in kleine Einheiten und Gruppierungen auszudifferenzieren.<sup>109</sup> „Big Science“ muss nicht immer groß sein. Die Großforschung hat, wie es der US-amerikanische Wissenschaftshistoriker Peter Galison treffend formuliert hat, zahlreiche Gesichter, die ganz unterschiedlich sein können,<sup>110</sup> und James H. Capshaw und Karen A. Rader



Gehirn einer Maus, Human Brain Projekt. Foto: Amunts, Zilles, Axer et. al./Forschungszentrum Jülich

haben die verschiedenen Phänomene von Big Science in einer langen Liste konkretisiert: Großforschung als wissenschaftliches Phänomen; Großforschung als Typus institutionalisierter Wissenschaft; Großforschung als Phänomen der Wissenschaftspolitik; Großforschung als industrielle Produktion; Großforschung als Instrument; Großforschung als Pathologie; Großforschung als ethisches Problem im Massenbetrieb der Wissenschaft; Großforschung als Wissenschaftskultur; schließlich: Großforschung als Lebensform.<sup>111</sup> Der Fokus auf Größe verstellt dabei eher den Blick auf die unterschiedlichen Dimensionen und Kulturen von Großforschung, welche die Großforschungshistorikerin Catherine Westfall am Beispiel der US-amerikanischen Nuklear- und Teilchenphysik in eine Skala einsortiert hat, die von „modest“, über „mezzo“ bis „grand“ reicht.<sup>112</sup>

Die Großforschung entstand im zweiten Drittel des 20. Jahrhunderts vor allem in der Physik, die über weite Strecken dieses Jahrhunderts die Leitwissenschaft bildete. Mit der zunehmenden Ablösung der Physik durch die Lebenswissenschaften als Leitwissenschaft im letzten Drittel des Jahrhunderts begann sich die Großforschung nicht nur als wissenschaftliches Phänomen, sondern auch als Wissenschaftskultur zu verändern. Die Dynamik dieses Wandels manifestierte sich in Deutschland in der Etablierung von lebenswissenschaftlichen Großforschungseinrichtungen sowie auch in der Diversifizierung von zunächst durch die Physik geprägten Einrichtungen in die Lebenswissenschaften hinein, wofür das Forschungszentrum Jülich ein signifikantes Beispiel abgibt. Dieser systemische Wandel zeigte sich aber auch in einer stärker netzwerkartigen Struktur von Projekten der Großforschung: Auch hier gaben die Lebenswis-

senschaften die Richtung vor, und die Biologie zumal wandelte sich zur „Big Biology“. Das Human Genom Project mit seiner netzförmigen Kooperation von Forschungszentren über disziplinäre und nationale Grenzen hinweg gilt als Referenzprojekt für diese säkulare Transformation lebenswissenschaftlicher Forschung. Als „supersizing science“ hat die Wissenschaftsforscherin Niki Vermeulen diesen Kultur- und Gestaltwandel der Großforschung bezeichnet und dabei neuerlich das konstitutive Element der netzwerkförmigen Kooperation herausgearbeitet.<sup>113</sup> Das Human Brain Project, das als wissenschaftliches Flaggschiff-Projekt der Europäischen Union die Simulation des menschlichen Gehirns zum Ziel hat, ist ein weiteres Beispiel für die wachsende Entfaltung dezentral organisierter Strukturen von Großforschung. An diesem milliardenschweren Vorhaben sind 112 Partner in 24 Ländern beteiligt, darunter auch die drei Helmholtz-Zentren Forschungszentrum Jülich, KIT und DLR. Kurzum: Das für die Großforschung konstitutive Koordinatensystem von Kooperation und Konkurrenz verschiebt sich in der Helmholtz-Gemeinschaft in Richtung der Kooperationsachse. Die Führung der Helmholtz-Gemeinschaft brachte diesen Gestaltwandel mit den folgenden Worten auf den Punkt: Die Helmholtz-Gemeinschaft stehe „für eine konzertierte Forschung, die die Vernetzung als Prinzip für forschendes Denken und Handeln“ voraussetze.<sup>114</sup> In der Tat, deutlicher als je zuvor gewinnt das für die Wissenschaft konstitutive Kooperationsparadox an Gestalt: Der intensivierte Wettbewerb um Forschungsressourcen führt zu einer verstärkten Kooperation der Zentren untereinander, wodurch die Binnenkohärenz der Helmholtz-Gemeinschaft weiter gestärkt wird.

Die Promotoren mögen auch diesen systemischen Wandel der Großforschung im Sinn gehabt haben, als sie Mitte der 1990er Jahre die Helmholtz-Gemeinschaft auf den Weg brachten. Im Vordergrund stand dabei freilich eine wissenschaftspolitische Argumentation: Der Rekurs auf die Größe als Konstituens von Großforschung drohte insbesondere in Zeiten des knappen Geldes die Mitgliedseinrichtungen der Gemeinschaft in eine Budgetkrise zu stürzen. Allzu häufig hatten sie erlebt, dass die staatlichen Zuwendungsgeber vor allem bei der Großforschung den Rotstift ansetzten, wenn es darum ging, Mittel einzusparen. Umso mehr galt es, „das Odium der Größe“ loszuwerden, wie Wolfgang Frühwald dies bereits 1995 beim Festakt der Helmholtz-Gemeinschaft formuliert hatte.<sup>115</sup> Anstelle der Größe trat nun die Vernetzung als bestimmendes Merkmal der Helmholtz-Gemeinschaft. Ob intendiert oder nicht: Mit der Helmholtz-Gemeinschaft hat die Großforschung in Deutschland die epistemische Transformation der Forschung aufgenommen und institutionell umgesetzt.

Heute bereitet sich die Gemeinschaft auf eine Zukunft des deutschen Wissenschafts- und Innovationssystems vor, das nach dem Auslaufen der Exzellenzinitiative und des Pakts für Forschung und Innovation einem intensivierten Wettbewerb um Ressourcen unterworfen sein wird. Die Helmholtz-Führung hat in ihrem Strategiepapier „Helmholtz 2020“ proaktiv Perspektiven für die Weiterentwicklung ihres eigenen Profils und Portfolios sowie auch des nationalen Wissenschaftssystems generell entwickelt. Das instruktive, jedoch aus Kreisen der Universitäten ob eines vermeintlichen Führungsanspruchs der Helmholtz-Gemeinschaft kritisierte Strategiepapier zeigt eine Fülle sowohl von wissenschaftlichen und technischen als auch von institutionellen und gesellschaftlichen Innovationen auf. Umso bemerkenswerter ist, dass die Helmholtz-Gemeinschaft ihr Alleinstellungsmerkmal jedoch primär „im Management, Bau und Betrieb komplexer nationaler und internationaler Forschungsinfrastrukturen“ und in deren Weiterentwicklung sieht. Auch wenn sie hierbei auf die Perspektive von zunehmend europäisch und damit transnational ausgerichteten Forschungsinfrastrukturen verweist, an deren Spitze sich die Helmholtz-Zentren stellen sollen, fällt doch das hohe Maß an historischer Kontinuität auf. Als vor mittlerweile mehr als einem halben Jahrhundert eine Handvoll von Großforschungseinrichtungen rund um die damals grassierende Atomeuphorie gegründet wurde, verfügten diese über handfeste Großgeräte wie Forschungsreaktoren oder Teilchenbeschleuniger, und ihre Identität speiste sich zum Gutteil aus der Rolle als Kompetenzträger im Bau und Betrieb solcher komplexer Großgeräte der Forschung. Das aktuelle Verständnis von Forschungsinfrastrukturen mag darüber hinausgehen und beispielsweise auch den Betrieb von komplexen Datenbanken beinhalten, und doch macht es sich vor allem am Vorhalten solch aufwendiger Großgeräte fest, deren Bau und Betrieb, Unterhalt und Weiterentwicklung enorme Ressourcen binden. Ob sie will oder nicht: Die Helmholtz-Gemeinschaft

Deutscher Forschungszentren wird ihr historisch gewachsenes Profil als Gemeinschaft von Einrichtungen, an denen Großforschung betrieben wird, nicht los – und sie tut gut daran, sich an dieses tief in ihrer Geschichte verankerte Profil immer wieder zu erinnern.

---

## Die Autoren

### Dieter Hoffmann (geb. 1948)

*ist seit 1995 Mitarbeiter des Max-Planck-Instituts für Wissenschaftsgeschichte in Berlin, ab 2014 im Ruhestand. Er lehrte zugleich als apl. Professor an der Humboldt-Universität, wo er auch in Physik diplomiert (1972) und mit wissenschaftshistorischen Arbeiten promoviert (1976) und habilitiert (1989) wurde.*

*Sein Forschungsschwerpunkt ist die Wissenschafts- und Physikgeschichte des 19. und 20. Jahrhunderts, insbesondere die Geschichte wissenschaftlicher Institutionen und die wissenschaftshistorische Biografie. Darüber hinaus forscht er zu den gesellschaftlichen Rahmenbedingungen wissenschaftlicher Forschung in totalitären Regimen, namentlich während des Dritten Reiches und in der ehemaligen DDR.*

*Anlässlich der Namensgebung der Helmholtz-Gemeinschaft hat er 1996 eine Ausstellung zu Hermann von Helmholtz im Deutschen Museum Bonn kuratiert, die anschließend auch in vielen Forschungszentren der Gemeinschaft gezeigt wurde.*

*Er ist seit 2002 Mitglied der International Academy of the History of Science und seit 2010 der Leopoldina, Nationale Akademie der Wissenschaften. 2010 wurde er mit der Ehrennadel der Deutschen Physikalischen Gesellschaft geehrt.*

### Helmuth Trischler (geb. 1958)

*ist seit 1990 Mitarbeiter des Deutschen Museums in München und seit 1993 in der Museumsleitung für den Bereich Forschung verantwortlich. Daneben leitet er das 2009 gegründete Rachel Carson Center for Environment and Society, ein Käte Hamburger Kolleg des BMBF, und lehrt als apl. Professor für Neuere und Neueste Geschichte sowie Technikgeschichte an der Ludwig-Maximilians-Universität München, wo er auch promoviert (1986) und habilitiert (1991) wurde.*

*Seine Forschungsschwerpunkte liegen in der Wissenschafts-, Technik- und Sozialgeschichte des 19. und 20. Jahrhunderts, insbesondere der vergleichenden Geschichte nationaler Wissenschaftssysteme und Innovationskulturen im 20. Jahrhundert. Im Zusammenhang mit seiner Habilitation, die sich mit der Geschichte der Luft- und Raumfahrtforschung in Deutschland beschäftigte, war er an der Wende zu den 1990er Jahren leitend am großangelegten Forschungsprojekt zur Geschichte der deutschen Großforschungseinrichtungen beteiligt.*

*Sein 2014 erschienenes Buch „Building Europe on Expertise. Innovators, Organizers, Networkers“ wurde mit dem Freeman Award der European Society for the Study of Science and Technology ausgezeichnet.*

## Anmerkungen

- 1 Dank eines langjährigen Projekts zur „Geschichte der Großforschungseinrichtungen in der Bundesrepublik Deutschland“ zählt die Großforschung zu den am besten dokumentierten Feldern der Wissenschafts- und Technikentwicklung in Deutschland. Neben einem guten Dutzend von Einzelstudien entstanden zwei übergreifende Sammelbände: Margit Szöllösi-Janze und Helmut Trischler (Hrsg.): *Großforschung in Deutschland*, Frankfurt a. M. und New York 1990 und Gerhard A. Ritter, Margit Szöllösi-Janze und Helmut Trischler (Hrsg.): *Antworten auf die amerikanische Herausforderung. Forschung in der Bundesrepublik und der DDR in den „langen“ siebziger Jahren*, Frankfurt a. M. und New York 1999. Als Forschungsüberblicke dienen Rüdiger vom Bruch: *Big Science – Small Questions? Zur Historiographie der Großforschung*, in: Ritter/Szöllösi-Janze/Trischler (Hrsg.): *Antworten*, S. 19–42, und Ingrid von Stumm: *Historisches Projekt „Geschichte der Großforschung in der Bundesrepublik Deutschland“: eine Zwischenbilanz*, in: Michael Winkler (Hrsg.): *Festschrift für Ernst-Joachim Meusel*, Baden-Baden 1997, S. 263–285.
- 2 Vgl. Robert Seidel: *A Home for Big Science. The Atomic Energy Commissions's Laboratory System*, in: *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 16/1 (1986), S. 135–175; ders.: *The National Laboratories of the Atomic Energy Commission in the Early Cold War*, in: *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 32/1 (2001), S. 145–162; Peter Galison und Bruce Hevly (Hrsg.): *Big Science: The Growth of Large Scale Research*, Stanford/CA 1992.
- 3 Lew Kowarski: *Psychology and Structure of Large-Scale Physical Research*, in: *Bulletin of the Atomic Scientists* 5 (Aug./Sept. 1949), S. 186–204; Alwin Weinberg: *Reflections on Big Science*, Cambridge/MA 1967; Derek de Solla Price: *Litte Science, Big Science*, New York 1963; Wolfgang Cartellieri: *Die Großforschung und der Staat*, in: Bundesminister für wissenschaftliche Forschung (Hrsg.): *Die Projektwissenschaften*, München 1963, S. 3–16; Wolf Häfele: *Neuartige Wege naturwissenschaftlich-technischer Entwicklung*, in: ebd., S. 17–38.
- 4 Vgl. dazu mit weiterführender Literatur Margit Szöllösi-Janze: *Wissensgesellschaft in Deutschland. Überlegungen zur Neubestimmung der deutschen Zeitgeschichte über Verwissenschaftlichungsprozesse*, in: *Geschichte und Gesellschaft* 30 (2004), S. 277–313.
- 5 Theodor Mommsen in der öffentlichen Sitzung der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin vom 3. Juli 1890, zitiert nach Gerhard A. Ritter, *Großforschung und Staat in Deutschland. Ein historischer Überblick*, München 1992, S. 13; vgl. auch Thorsten Kahlert: *„Große Projekte“: Mommsens Traum und der Diskurs um Big Science*, in: Harald Müller und Florian Eßer (Hrsg.): *Wissenskulturen. Bedingungen wissenschaftlicher Innovation*, Kassel 2012, S. 67–86.
- 6 Dieter Hoffmann: *„... im Frieden der Menschheit, im Krieg dem Vaterland“: Universität und Wissenschaft im Ersten Weltkrieg*, in: G. Metzler (Hrsg.): *Die Berliner Universität im Ersten Weltkrieg*, Berlin 2014, S. 7–31.
- 7 Vgl. Margit Szöllösi-Janze: *Fritz Haber 1868–1934: Eine Biographie*. München 1998, und Jeremiah James, Thomas Steinhauser, Dieter Hoffmann und Bretislav Friedrich: *Hundert Jahre an der Schnittstelle von Chemie und Physik: Das Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft zwischen 1911 und 2011*, Berlin 2011. Vgl. allg. Helmut Trischler: *Die neue Räumlichkeit des Krieges: Wissenschaft und Technik im Ersten Weltkrieg*, in: *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 19 (1996), S. 95–103, und ders.: *Innovationsmotor oder Fortschrittsbremse? Der Erste Weltkrieg*, in: *Kultur und Technik* 38/2 (2014), S. 4–9.
- 8 Alexei Kojewnikov: *The Great War, the Russian Civil War, and the Invention of Big Science*, in: *Science in Context* 15 (2002), S. 239–275.
- 9 Siehe dazu Michael J. Neufeld: *The Rocket and the Reich. Peenemünde and the Coming of the Ballistic Missile Era*, New York 1995, sowie Burghard Ciesla und Helmut Trischler: *Legitimation through use: rocket and aeronautics research in the Third Reich and the USA*, in: Mark Walker (Hrsg.): *Science and Ideology: A Comparative History*, London 2002, S. 156–185.
- 10 Siehe dazu Margit Szöllösi-Janze und Helmut Trischler: *Entwicklungslinien der Großforschung in der Bundesrepublik Deutschland*, in: dies. (Hrsg.), *Großforschung*, S. 13–20.
- 11 Helmut Trischler: *Aeronautical Research under National Socialism: Big Science or Small Science?*, in: Margit Szöllösi-Janze (Hrsg.): *Science in the Third Reich*, London 2001, S. 79–110; vgl. auch Catherine Westfall und Lillian Hoddeson: *Thinking Small in Big Science: The Founding of Fermilab, 1960–1972*, in: *Technology and Culture* 37 (1996), 457–492, und Peter Galison: *The Many Faces of Big Science*, in: ders. und Bruce Hevly (Hrsg.): *Big Science. The Growth of Large-Scale Research*, Stanford 1992, S. 1–17.
- 12 Vgl. dazu Peter Weingart: *Die Stunde der Wahrheit? Zum Verhältnis der Wissenschaft zu Politik, Wirtschaft und Medien in der Wissensgesellschaft*, Weilerswist 2001.
- 13 Cathryn Carson: *New Models for Science in Politics. Heisenberg in West Germany*, in: *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 30/1 (1999), S. 115–171; dies. und Michael Gubser: *Science Advising and Science Policy in Postwar West Germany: The Example of the Deutscher Forschungsrat*, in: *Minerva* 40 (2002), S. 147–179; Michael Eckert: *Primacy Doomed to Failure. Heisenberg's Role as Scientific Advisor for Nuclear Policy in the FRG*, in: *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 21/1 (1990), S. 29–58.
- 14 Ulrich Wengenroth: *Die Technische Hochschule nach dem Zweiten Weltkrieg. Auf dem Weg zu High-Tech und Massenbetrieb*, in: ders. (Hrsg.): *Die Technische Universität München. Annäherung an ihre Geschichte*, München 1993, S. 261–298; Michael Eckert: *Neutrons and Politics. Maier-Leibnitz and the Emergence of Pile Neutron Research in the FRG*, in: *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 19/1 (1988), S. 81–113; Stephan Deutinger: *Vom Agrarland zum High-Tech-Staat. Zur Geschichte des Forschungsstandorts Bayern 1945–1980*, München 2001; Rolf-Jürgen Gleitsmann: *Im Widerstreit der Meinungen. Zur Kontroverse um die Standortfindung für eine deutsche Reaktorstation (1950–1955)*, Karlsruhe 1986; Michael Eckert: *Das „Atomei“*. Der erste bundesdeutsche Forschungsreaktor als Katalysator nuklearer Interessen in Wissenschaft und Politik, in: ders. und Maria Osietzki: *Wissenschaft für Macht und Markt. Kernforschung und Mikroelektronik in der Bundesrepublik Deutschland*, München 1989, S. 74–95; Wolfgang D. Müller: *Geschichte der Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland*, Bd. 1: *Anfänge und Weichenstellungen*, Stuttgart 1990, S. 112–135; Helmut Trischler: *Nationales Innovationssystem und regionale Innovationspolitik. Forschung in Bayern im westdeutschen Vergleich 1945 bis 1980*, in: Thomas Schlemmer und Hans Woller (Hrsg.): *Bayern im Bund*, Bd. 3.: *Politik und Kultur im föderativen Staat 1949 bis 1973*, München 2004, S. 117–194.
- 15 Anne-Lydia Edingshaus: *Heinz-Maier-Leibnitz. Ein halbes Jahrhundert experimentelle Physik*, München und Zürich 1986, S. 73–85.
- 16 Jürgen Brautmeier: *Forschungspolitik in Nordrhein-Westfalen 1945–1961*, Düsseldorf 1983, S. 149–177; vgl. hierzu und zum Folgenden Bernd-A. Rusinek: *Das Forschungszentrum. Eine Geschichte der KFA Jülich von ihrer Gründung bis 1980*, Frankfurt am Main und New York 1996.
- 17 Bernd-A. Rusinek: *Zwischen Himmel und Erde. Reaktorprojekte der Kernforschungsanlage Jülich (KFA) in den „langen“ siebziger Jahren*, in: Ritter/Szöllösi-Janze/Trischler (Hrsg.), *Antworten*, S. 188–216, hier S. 188.
- 18 Vgl. dazu Günther Oetzel: *Forschungspolitik in der Bundesrepublik Deutschland. Entstehung und Entwicklung einer Institution der Großforschung am Modell des Kernforschungszentrums Karlsruhe (KfK) 1956–1963*, Frankfurt am Main und New York 1996, S. 242–277, und Ulrich Kirchner: *Der Hochtemperaturreaktor. Konflikte, Interessen, Entscheidungen*, Frankfurt am Main und New York 1991.
- 19 Vgl. dazu Joachim Radkau: *Aufstieg und Krise der deutschen Atomwirtschaft. Verdrängte Alternativen in der Kerntechnik und der Ursprung der nuklearen Kontroverse*, Reinbek 1983.

- 20 Vgl. Monika Renneberg: Gründung und Aufbau des GKSS-Forschungszentrums Geesthacht, Frankfurt a. M. und New York 1995, und Luciene F. Justo: Großforschung im Kontext. Die GKSS und ihre forschungspolitischen Ziele in den siebziger Jahren, in: Ritter/Szöllösi-Janze/Trischler (Hrsg.), Antworten, S. 163-187. Vgl. Lucienne F. Justo: Großforschung im Kontext: Die GKSS und ihre forschungspolitischen Ziele in den siebziger Jahren, in: Ritter/Szöllösi-Janze/Trischler (Hrsg.), Antworten, S. 163-187; Christiane Reuter-Boysen: Diversifizierung von Großforschung, in: Szöllösi-Janze/Trischler (Hrsg.), Großforschung, S. 161-177. Für die USA siehe die Fallstudie von Albert H. Teich und W. H. Lambright: The Redirection of a Large National Laboratory, in: *Minerva* 14 (1976), S. 447-474.
- 21 Vgl. Andreas Stucke: Institutionalisation der Forschungspolitik: Entstehung, Entwicklung und Steuerungsprobleme des Bundesforschungsministeriums, Frankfurt a. M. und New York 1993, sowie Peter Weingart und Niels C. Taubert (Hrsg.): Das Wissensministerium. Ein halbes Jahrhundert Forschungs- und Bildungspolitik in Deutschland, Weilerswist 2006.
- 22 Vgl. Szöllösi-Janze, Geschichte der AGF, S. 276-301, sowie Susanne Mutert: Großforschung am Markt. Auftragsvergabe zwischen staatlicher Steuerung und Selbstregulation am Beispiel des Deutschen Elektronen-Synchrotrons (DESY), in: Ritter/Szöllösi-Janze/Trischler (Hrsg.), Antworten, S. 81-106.
- 23 Vgl. Ritter, Großforschung und Staat, S. 100-117.
- 24 Thomas J. Misa und Johan Schot: Inventing Europe: Technology and the Hidden Integration of Europe, in: *History and Technology*, 21 (2005), S. 1-18, und Helmuth Trischler und Hans Weinberger: Engineering Europe: Big Technologies and Military Systems in the Making of 20th Century Europe, in: ebd., 49-83. Vgl. allgemein Martin Kohlrusch und Helmuth Trischler: Building Europe on Expertise. Innovators, Organizers, Networkers, Basingstoke 2014.
- 25 Wolfgang Gentner: Großforschung als Problem moderner europäischer Zusammenarbeit, in: Ruprecht Kurzrock (Hrsg.): Physik und Kosmologie. Stand und Zukunftspunkte naturwissenschaftlicher Forschung in Deutschland, Berlin 1971, S. 137-148; vgl. Helmuth Trischler: Wolfgang Gentner und die Großforschung im bundesdeutschen und europäischen Raum, in: Dieter Hoffmann und Ulrich Schmidt-Rohr (Hrsg.): Wolfgang Gentner. Festschrift zum 100. Geburtstag, Berlin und Heidelberg 2006, S. 95-120.
- 26 Vgl. Armin Hermann u. a.: History of CERN, 3 Bde., Amsterdam 1987, 1990 und 1996; John Krige: American Hegemony and the Postwar Reconstruction of Science in Europe, Cambridge und London 2006; Bruno J. Strasser: The Coproduction of Neutral Science and Neutral State in Cold War Europe: Switzerland and International Scientific Cooperation, 1951-69, in: *Osiris* 24 (2009), S. 165-187.
- 27 Siehe dazu bes. die instruktive Fallstudie von John Krige: The Peaceful Atom as Political Weapon: Euratom and American Foreign Policy in the Late 1950s, in: *Historical Studies in the Natural Sciences* 38/1 (2008), S. 5-44.
- 28 Vgl. John Krige und Arturo Russo: A History of the European Space Agency 1958-1987, 2 Bde., Noordwijk 2000.
- 29 Helmuth Trischler: Luft- und Raumfahrtforschung in Deutschland 1900-1970. Politische Geschichte einer Wissenschaft, Frankfurt a. M. und New York 1992; ders.: The „Triple Helix“ of Space. German Space Activities in a European Perspective, Paris 2002; Niklas Reinke: Geschichte der deutschen Raumfahrtspolitik. Konzepte, Einflussfaktoren und Interdependenzen 1923-2002, München 2004.
- 30 Szöllösi-Janze, Geschichte der AGF, S. 21. Das Folgende nach ebd., S. 22-164.
- 31 Vgl. Keeps Gispén: Poems in Steel. National Socialism and the Politics of Inventing from Weimar to Bonn, New York 2002, und Rudolf Boch (Hrsg.): Patentschutz und Innovation in Geschichte und Gegenwart, Frankfurt a. M. und Berlin 1999.
- 32 Szöllösi-Janze, Geschichte der AGF, S. 69; zum Folgenden ebd., S. 70-77.
- 33 Anselm Doering-Manteuffel und Lutz Raphael: Nach dem Boom. Perspektiven auf die Zeitgeschichte seit 1970, Göttingen 2008. Die große Lösung der Einrichtung einer gemeinsamen Patentstelle kam nicht zustande. Stattdessen einigte sich der Unterausschuss auf die kleine Lösung einer halbjährlich erscheinenden Informationsschrift „FORPAT“, die in einem vertraulichen Teil A alle noch nicht bekannt gemachten Patentanmeldungen enthielt und in einem öffentlichen Teil B die nicht-vertraulichen Daten publizierte.
- 34 Vgl. Michael Ruck: Ein kurzer Sommer der konkreten Utopie. Zur westdeutschen Planungsgeschichte der langen 60er Jahre, in: Axel Schildt u. a. (Hrsg.): Dynamische Zeiten. Die 60er Jahre in den beiden deutschen Gesellschaften, Hamburg 2000, S. 362-401 und bes. Karin Orth: Autonomie und Planung der Forschung. Förderpolitische Strategien der Deutschen Forschungsgemeinschaft 1949-1968, Stuttgart 2011.
- 35 Siehe dazu Josef Wiegand: Informatik und Großforschung. Geschichte der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung, Frankfurt a. M. und New York 1994, und Hans-Willy Hohn: Kognitive Strukturen und Steuerungsprobleme der Forschung. Kernphysik und Informatik im Vergleich, Frankfurt a. M. und New York 1998.
- 36 Margit Szöllösi-Janze: Die Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen. Identitätsfindung und Selbstorganisation, 1958-1970, in: dies./Trischler (Hrsg.), Großforschung, S. 140-160, hier S. 149.
- 37 Wolfgang Cartellieri: Die Großforschung und der Staat, in: Bundesminister für wissenschaftliche Forschung (Hrsg.): Die Projektwissenschaften, München 1963, S. 3-16.
- 38 Wolfgang Cartellieri: Die Großforschung und der Staat. Gutachten über die zweckmäßige rechtliche und organisatorische Ausgestaltung der Institutionen für die Großforschung, Teil 1, München 1967.
- 39 Hans Slemeyer: Erinnerungen an die Gründung der AGF (23.7.1984), zit. nach Szöllösi-Janze, Arbeitsgemeinschaft, S. 158. Die zehn Dobeler Thesen sind abgedruckt in Szöllösi-Janze, Geschichte der AGF, S. 340-342.
- 40 Ernst-Joachim Meusel: Großforschung und Autonomie, in: GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit (Hrsg.): Großforschung und Autonomie. Die Geschichte der Helmholtz-Gemeinschaft, München-Neuerberg 2006, S. 11-20, hier S. 14; ähnlich bereits ders.: Geschichte, Bedeutung und Aufgaben der Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen (AGF), in: Geschäftsführender Vorstand der DFVLR (Hrsg.): Forschungsförderung und Selbstverwaltung. Festschrift für Horst Niemeyer, Köln 1973, S. 143-158.
- 41 Szöllösi-Janze, Geschichte der AGF, S. 164; vgl. zum Folgenden ebd., S. 154-335.
- 42 Butenandt an Schlüter vom 4.2.1970, zit. nach ebd., S. 156.
- 43 Siehe dazu ausführlich Helmuth Trischler: Harnacks „Großbetrieb der Wissenschaft“ in der Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Gesellschaft, in: Dieter Hoffmann, Birgit Kolboske und Jürgen Renn (Hrsg.): „Dem Anwenden muss das Erkennen vorausgehen“: Auf dem Weg zu einer Geschichte der Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Gesellschaft, Berlin 2014, S. 242-259.
- 44 Vgl. Trischler/vom Bruch, Forschung für den Markt, S. 98-120.
- 45 Aktenvermerk von Staatssekretär Hans von Heppel vom 2.2.1970, zit. nach Szöllösi-Janze, Geschichte der AGF, S. 157.
- 46 AGF-Vorsitzender Herwig Schopper, zit. nach Szöllösi-Janze, Geschichte der AGF, S. 334.

- 47 Vgl. Trischler/vom Bruch, *Forschung für den Markt*, S. 120–125.
- 48 BMFT-interner Aktenvermerk vom 14.4.1976, zit. nach Szöllösi-Janze, *Geschichte der AGF*, S. 328.
- 49 Wissenschaftsrat: *Empfehlungen des Wissenschaftsrates zu Organisation, Planung und Förderung der Forschung*, Köln 1975, S. 60.
- 50 Beckurts an Meusel vom 12.10.1979, zit. nach Szöllösi-Janze, *Geschichte der AGF*, S. 334.
- 52 Siehe dazu Susanne Mutert: *Großforschung zwischen staatlicher Politik und Anwendungsinteresse der Industrie*, Frankfurt a. M. und New York 2000.
- 52 Bundesregierung: *Bericht über die Umsetzung des Berichts der Bundesregierung über „Status und Perspektiven der Großforschungseinrichtungen“ vom 22.10.1986 (BT-Drucksache 10/6225)*, S. 6.
- 53 Meusel, *Großforschung und Autonomie*, S. 14.
- 54 *BerlinNews*, *Forschungspolitik* vom 15.1.2001.
- 55 Hertek, Thomas, *Jahrestagung Berlin 1998*, S. 14 und 18.
- 56 *Stellungnahme der Mitgliederversammlung*, Bonn 12.11.1991, *Archiv Geschäftsstelle der Helmholtz-Gemeinschaft*, Bonn, Ordner IX, 3. MGv, 3.1 Sitzungen der MGv 1991/92.
- 57 *Vermerk Gespräch der Kaufmännischen Geschäftsführer mit Dr. Baumgarten*, BMFT, Bonn 1.3.1991, *Archiv Geschäftsstelle der Helmholtz-Gemeinschaft*, Bonn, Ordner.
- 58 Ebd.
- 59 Vgl. Schot/Misa, *Inventing Europe*; Thomas Naumann: *Teilchen ohne Grenzen*, in: Chr. Forstner, D. Hoffmann (Hrsg.): *Physik im kalten Krieg*. Wiesbaden 2013, S. 63f.
- 60 Vgl. Hermann u. a., *History of CERN*, sowie John Krige: *Atoms for Peace, Scientific Internationalism, and Scientific Intelligence*, in: *Osiris* 21 (2006), 161–181; siehe auch oben S. 16.
- 61 Zur *Geschichte der Institute und ihrer Kooperationen* vgl. Claus Habfast: *Großforschung mit kleinen Teilchen*, Heidelberg 1989; Thomas Stange: *Institut X*, Stuttgart 2001; Erich Lohrmann und Paul Söding: *Von schnellen Teilchen und hellem Licht*, Weilheim 2009; Thomas Naumann: *Teilchen ohne Grenzen*, in: Chr. Forstner und D. Hoffmann (Hrsg.): *Physik im kalten Krieg*, Wiesbaden 2013, S. 63 f.; *DESY in Brandenburg. Symposium zum 20-jährigen Jubiläum der Unterzeichnung des Staatsvertrages*. DESY, Hamburg Zeuthen 2013.
- 62 Siehe dazu Renate Mayntz: *Deutsche Forschung im Einigungsprozess. Die Transformation der Akademie der Wissenschaften der DDR 1989 bis 1992*, Frankfurt a. M. und New York 1994; Jürgen Kocka und Renate Mayntz (Hrsg.): *Wissenschaft und Wiedervereinigung. Disziplinen im Umbruch*, Berlin 1998. *Instruktiv auch die Kritik der späteren Bundesforschungsministerin Edelgard Bulmahn* (Hrsg.): *Vereinheitlicht? Die deutsch-deutsche Wissenschaftslandschaft – Chancen und Herausforderungen*, Münster 1997.
- 63 Siehe dazu Johannes Abele: *Großforschung in der DDR. Das Zentralinstitut für Kernforschung Rossendorf in den siebziger Jahren*, in: Ritter/Szöllösi-Janze/Trischler (Hrsg.), *Antworten*, S. 316–338, und Peter Liewers, Johannes Abele und Gerhard Barkleit (Hrsg.): *Zur Geschichte der Kernenergie in der DDR*, Frankfurt a. M. 2000.
- 64 Wissenschaftsrat: *Stellungnahme zu den außeruniversitären Forschungseinrichtungen in den neuen Ländern und in Berlin – Allgemeiner Teil*, Düsseldorf 5.7.1991 (Drs. 320/91).
- 65 Vgl. Leipzig *Permoserstraße. Zur Geschichte eines Industrie- und Wissenschaftsstandorts*, Leipzig 2001.
- 66 Vgl. Hans-Walter Schmuhl (Hrsg.): *Rassenforschung an Kaiser-Wilhelm-Instituten vor und nach 1933*, Göttingen 2003, mit weiterführender Literatur.
- 67 Josef Reindl: *Akademieform und biomedizinische Forschung in Berlin-Buch*, in: Ritter/Szöllösi-Janze/Trischler (Hrsg.), *Antworten*, S. 339–360; Heinz Bielka: *Geschichte der medizinisch-biologischen Institute Berlin-Buch*, Berlin und Heidelberg 1997, 2002.
- 68 Bielka, *Geschichte der medizinisch-biologischen Institute Berlin-Buch*, S. 117.
- 69 Zu den *Details der Gründung* vgl. Ralph Bloch: *Der Potsdamer Telegrafenberg. Ein traditionsreicher Forschungsstandort zwischen DDR und wiedervereinigtem Deutschland*, Potsdam 2008, S. 35.
- 70 Wissenschaftsrat: *Stellungnahme zu den außeruniversitären Forschungseinrichtungen in der ehemaligen DDR auf dem Gebiet der Geo- und Kosmoswissenschaften*, Köln 1992, S. 37.
- 71 Siehe dazu Achim Wickler: *Weltraumforschung in der DDR*, in: Helmut Trischler und Kai-Uwe Schrogl (Hrsg.): *Ein Jahrhundert im Flug. Luft- und Raumfahrtforschung in Deutschland 1907–2007*, Frankfurt a. M. und New York 2007, S. 460–478.
- 72 Vgl. Kohlrausch/Trischler, *Building Europe on Expertise*, S. 243–247. Hierzu und zum Folgenden bes. Katharina Hein-Weingarten: *Das Institut für Kosmosforschung der Akademie der Wissenschaften der DDR*, Berlin 2000, S. 271–282 u. 51–57.
- 73 *Vermerk über das Gespräch der Kaufmännischen Geschäftsführer mit Dr. Baumgarten (BMFT)* vom 1.3.1991, *Ablage Geschäftsstelle der Helmholtz-Gemeinschaft*, Bonn.
- 74 *Überlegungen zu einer künftigen Struktur der AGF*, 2.11.1994, *Ablage Geschäftsstelle der Helmholtz-Gemeinschaft*, Bonn.
- 75 Ebd.
- 76 *Ergebnisvermerk über die Klausurtagung der Vorstände der Mitglieder der AGF am 4.2.1995 auf Schloss Ringberg*, *Ablage Geschäftsstelle der Helmholtz-Gemeinschaft*, Bonn.
- 77 Vgl. David Cahan (Hrsg.): *Hermann von Helmholtz and the Foundations of Nineteenth-Century Science*, Berkeley 1994; Dieter Hoffmann (Hrsg.): *Hermann von Helmholtz (1821 bis 1894)*. Berliner Kolloquium zum 100. Todestag, Bremerhaven 1996.
- 78 Specht, Tilzer und Wiik an Treusch, 9.1.1995, *Ablage Geschäftsstelle der Helmholtz-Gemeinschaft*, Bonn.
- 79 Vgl. das Interview mit Joachim Treusch im vorliegenden Band, S. 52–55.
- 80 Detlev Ganten: *Die Geschichte der Helmholtz-Gemeinschaft*, in: GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit (Hrsg.): *Großforschung und Autonomie. Die Geschichte der Helmholtz-Gemeinschaft*, München-Neuherberg 2006, S. 24–31, hier S. 27.

- 81 Ergebnisvermerk der Klausurtagung am 4.2.1995, Ablage Geschäftsstelle der Helmholtz-Gemeinschaft, Bonn.
- 82 Wolfgang Frühwald: Das „Friedensband der zivilisierten Nationen“ oder: Welche Verpflichtung der Name Helmholtz bedeutet. Festakt Berlin 1995. Tagungsdokumentation S. 26–35.
- 83 Die folgenden Zitate ebd., S. 34.
- 84 Ferdinand Tönnies: Gemeinschaft und Gesellschaft. Abhandlung des Communismus und des Socialismus als empirischer Culturformen, Berlin 1887; ab der zweiten Auflage von 1912 erschien das Werk dann mit dem politisch unverfänglicheren Untertitel: Grundbegriffe der reinen Soziologie.
- 85 Vgl. Lars Clausen und Carsten Schlüter (Hrsg.): Hundert Jahre „Gemeinschaft und Gesellschaft“. Ferdinand Tönnies in der internationalen Diskussion, Opladen 1991.
- 86 Strategiefonds mobilisiert innovatives Potential, in: Naturwissenschaften 85 (1998), 464.
- 87 Jahrestagung der Helmholtz-Gemeinschaft, Bonn 1999. Tagungsdokumentation, S. 25.
- 88 Antworten auf Fragen der Programmförderung der HGF, Bonn 14.5.2001, BMFT-Material.
- 89 Siehe dazu Michael Steiner: Programmorientierung der Helmholtz-Gemeinschaft, in: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft (Hrsg.): Foresight. Prioritätensetzung in der Forschungsfinanzierung, Essen 2002, S. 69–73.
- 90 Helmholtz-Gemeinschaft, Jahresheft 2002, S.2.
- 91 Stellungnahme der Vereinigung der Wissenschaftlich-Technischen Räte der HGF zum gegenwärtigen Stand der geplanten Programmsteuerung vom 30.10.2000, BMFT-Material
- 92 Position der Mitgliederversammlung der Helmholtz-Gemeinschaft zu den Voraussetzungen einer programmorientierten Förderung, Bonn 15.5.2001, BMFT-Material.
- 93 Wissenschaftsrat: Systemevaluation der HGF – Stellungnahme des Wissenschaftsrates zur Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren, Berlin 2001 (Drs. 4755/01), S. 4 und 8.
- 94 Ebd., S. 25.
- 95 Geschäftsbericht der Helmholtz-Gemeinschaft 2012, S. 8.
- 96 Cartellieri, Großforschung und der Staat; siehe oben.
- 97 Vgl. das Interview von Dieter Hoffmann mit Uwe Thomas am 11. September 2014 in München.
- 98 Siehe etwa die Einführung des Forschungsprospektionsinstruments FUTUR; Wolf-Michael Catenhusen: Prioritätensetzung in der Forschungsförderung, in: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft (Hrsg.): Foresight. Prioritätensetzung in der Forschungsfinanzierung, Essen 2002, S. 49–60.
- 99 Die Programmorientierte Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft. Eine Leistungsbilanz. 2010 (Helmholtz-Gemeinschaft 2006, S. 4; 2008, S. 47.
- 100 Ebd., S. 11.
- 101 Siehe die Kurzporträts der Forschungsbereiche in diesem Buch, S. 73ff.
- 102 Helmholtz-Gemeinschaft 2005, S. 9.
- 103 Wissenschaftsrat: Systemevaluation der HGF, Stellungnahme des Wissenschaftsrates zur Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren, Berlin 2001 (Drs. 4755/01), S. 65.
- 104 Michael Hartmann: Der Weg zum KIT, Karlsruhe 2013, S.70ff.
- 105 Aufstieg in die Weltliga der Forscher, Süddeutsche Zeitung v. 31.7.2009.
- 106 Vgl. Michael Hartmann: Der Weg zum KIT, Karlsruhe 2013. Dennis Nitsche: Die Gründung des Karlsruher Instituts für Technologie, in: Badische Heimat 2 (2008), S. 166–175.
- 107 Vorbild für Dresden und Potsdam, FAZ v. 30.7. 2009, S. 4.
- 108 Jürgen Mlynek: Vorwort, in: GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit (Hrsg.): Großforschung und Autonomie. Die Geschichte der Helmholtz-Gemeinschaft, München-Neuherberg 2006, S. 7.
- 109 Helmut Trischler: Aeronautical Research under National Socialism: Big Science or Small Science?, in: Margit Szöllösi-Janze (Hrsg.): Science in the Third Reich, London 2001, S. 79–110; vgl. auch Catherine Westfall und Lillian Hoddeson: Thinking Small in Big Science: The Founding of Fermilab, 1960–1972, in: Technology and Culture 37 (1996), 457–492.
- 110 Peter Galison: The Many Faces of Big Science, in: ders. und Bruce Hevly (Hrsg.): Big Science. The Growth of Large-Scale Research, Stanford 1992, S. 1–17.
- 111 James H. Capshaw und Karen A. Rader: Big Science: Price to the Present, in: Osiris 7 (1992), S. 3–25.
- 112 Catherine Westfall: Rethinking Big Science. Modest, Mezzo, Grand Science and the Development of the Bevalac, 1971–1993, in: Isis 94 (2003), S. 30–56.
- 113 Niki Vermeulen: Supersizing Science. On Building Large-Scale Research Projects in Biology, Boca Raton 2010; vgl. auch Bart Penders: The Diversification of Health. Politics of Large-Scale Cooperation in Nutrition Science, Bielefeld 2010, und John N. Parker, Niki Vermeulen und Bart Penders (Hrsg.): Collaboration in the New Life Sciences, London 2010.
- 114 GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit (Hrsg.): Großforschung und Autonomie. Die Geschichte der Helmholtz-Gemeinschaft, München-Neuherberg 2006, S. 33.
- 115 Wolfgang Frühwald: Das „Friedensband der zivilisierten Nationen“.
- 116 Siehe zum Beispiel Josef Pfeilschifter: Hybris 2020. Die Helmholtz-Gemeinschaft gestaltet die deutsche Wissenschaft – Eine Polemik, in: Forschung & Lehre vom 1.1.2013, und Pressemitteilung des Deutschen Hochschulverbandes vom 12.12.1012: DHV warnt vor „Helmholtzifizierung“ des Wissenschaftssystems, <http://www.hochschulverband.de/cms1/pressemitteilung+M51c76b6e14d.html>.
- 117 Helmholtz-Gemeinschaft: Helmholtz 2020 – Zukunftsgestaltung durch Partnerschaft. Der Beitrag der Helmholtz-Gemeinschaft zur Weiterentwicklung des Wissenschaftsstandorts Deutschland, 2012, S. 5.

**2014**

Nobelpreis für Chemie an Prof. Dr. Stefan Hell  
Start der dritten Runde der Programmorientierten Fö

**2012**

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel neues  
Berliner Institut für Gesundheitsforschung (BIG) von MDC und  
100. Virtuelles Institut der Helmholtz-Gemeinschaft gegründet

**2011**

Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf neues Mitglied in der Helm

**2009**

Start der zweiten Runde der Programmorientierten Förderung 2009/10–2013  
Fusion von Hahn-Meitner-Institut und BESSY zum Helmholtz-Zentrum Berlin  
Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen in der Helmholtz-  
Karlsruher Institut für Technologie fusioniert aus dem Forschungszentrum  
Erste Helmholtz-Institute in Mainz, Jena und Saarbrücken gestartet

**2008**

Nobelpreis für Medizin für Prof. Dr. Harald zur Hausen

**2007**

Nobelpreis für Physik für Prof. Dr. Peter Grünberg  
Erste Helmholtz-Allianz ins Leben gerufen

**2005**

Prof. Dr. Jürgen Mlynek zum Präsidenten der Gemeinschaft gewählt

**2003**

Start für die erste Runde der Programmorientierten Förderung 2004/05–2008/09  
Erste Ausschreibungsrunde für die Virtuellen Helmholtz-Institute und die  
Helmholtz-Nachwuchsgruppen

**2002**

Impuls- und Vernetzungsfonds gegründet  
Konstituierung der Senatskommission und Beginn der ersten Programmbegutachtungsrunde

**2001**

Prof. Dr. Walter Kröll zum ersten Präsidenten der Gemeinschaft gewählt  
Gründung des Vereins Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e. V.  
Reform der Gemeinschaft und Einführung der Programmorientierten Förderung

**1999**

Einrichtung der Forschungsbereiche Energie, Gesundheit, Struktur der Materie, Schlüsseltechnologien,  
Umwelt- und Geoforschung, Verkehr und Raumfahrt

**1998**

Erste Förderung von Forschungsprojekten durch den Strategiefonds

**1997**

Prof. Dr. Detlev Ganten zum Vorsitzenden der Gemeinschaft gewählt  
Gründung des Strategiefonds für innovative Forschungsschwerpunkte  
Beginn der ersten zentrenübergreifenden Begutachtung durch den Helmholtz-Senat

**1995**

Prof. Dr. Joachim Treusch zum ersten Vorsitzenden der Gemeinschaft gewählt  
Gründung des Helmholtz-Senats unter Berufung von Persönlichkeiten aus Wissenschaft, Politik und Wirtschaft  
Umbenennung der Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen in Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren

1995

# 2015

...forderung 2014/15–2018/19

Mitglied in der Helmholtz-Gemeinschaft  
Charité eröffnet  
et

...holtz-Gemeinschaft

.../14  
für Materialien und Energie  
Gemeinschaft (DZNE) gegründet  
Karlsruhe und der Universität Karlsruhe (TH)

## IM GESPRÄCH – VORSITZENDE UND PRÄSIDENTEN VON 1995–2015

Es sind die Menschen, die Strukturen schaffen, sie mit Leben füllen und so zum Wirken bringen. Die Vorsitzenden und Präsidenten haben die Helmholtz-Gemeinschaft seit 1995 wesentlich geprägt: vom Zusammenschluss unter neuem Namen über die Gründung der sechs Forschungsbereiche bis hin zur Umsetzung der Programmorientierten Förderung. Welche Ereignisse, Protagonisten und Verhandlungen bemerkenswert waren und welche Hindernisse sie zu überwinden hatten, erzählen die vier Amtsinhaber.

GESPRÄCH MIT JOACHIM TREUSCH  
ÜBER SEINE ZEIT ALS ERSTER VORSITZENDER  
DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT DEUTSCHER  
FORSCHUNGSZENTREN VON 1995 BIS 1997

50 Herr Treusch, wie sind Sie zur Helmholtz-Gemeinschaft gekommen?

Joachim Treusch Von 1984 bis 1986 bin ich in meiner Funktion als Präsident der Deutschen Physikalischen Gesellschaft zu den Jahresversammlungen aller großen Wissenschaftsgesellschaften gefahren. Auf diese Weise war ich auch bei der Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen (AGF) zu Gast, bevor ich selbst Mitglied wurde. Darüber hinaus war ich seit 1979 im Gemeinsamen Wissenschaftlichen Beirat der Institute für Festkörperphysik der Max-Planck-Gesellschaft und der Kernforschungsanlage Jülich (KFA), heute Forschungszentrum Jülich, einem Mitglied der AGF, der späteren Helmholtz-Gemeinschaft. Später wurde ich als Vorstandsmitglied der KFA vorgeschlagen und war zuständig für die Physik und die neu eingerichtete Informationstechnik. Von da an war ich also mittendrin. Das war mein endgültiger Übergang in das Wissenschaftsmanagement und ich habe das nie bereut.

Wie sahen Sie in dieser Zeit die Situation der AGF?

Joachim Treusch Ich habe 1987 angefangen. Damals bestimmten zwei Ereignisse die Stimmung unter den Großforschungszentren: Das erste war die Ermordung von Karl Heinz Beckurts. Die hat die Menschen in den Zentren massiv berührt. Zwar war Beckurts zu dieser Zeit schon lange im Vorstand von Siemens, doch hatte er als langjähriger Vorstand der KFA Jülich die AGF stark mitgeprägt. Der zweite Einschnitt war der Reaktorunfall in Tschernobyl und die damit verbundene Nuklear-Problematik in der Bundesrepublik. Kurz gesagt: Die Großforschung war zu der Zeit, als ich in die Gemeinschaft kam, weder in guter Form noch hoch angesehen in der Gesellschaft und den Medien. Die vorherrschende Meinung war, dass Großforschung etwas von gestern sei.

Und wie waren Großforschung und Kernforschung verknüpft?

Joachim Treusch Die ersten Forschungszentren (Karlsruhe, Jülich und Geesthacht) waren für die Forschung auf diesem Gebiet gegründet worden.

War die Erweiterung der AGF durch neue Forschungszentren in den fünf neuen Bundesländern nach 1989 politisch gesteuert oder setzte sich die Organisation durch, die die besten Ideen oder Kontakte hatte?

Joachim Treusch In der ehemaligen DDR gab es einige fachlich wirklich großartige Akademie-Institute, die unbedingt gerettet werden mussten. Wir haben zum Beispiel von Jülich aus das sehr gute Festkörper-Institut in Dresden unterstützt. Das fand alles sehr unkonventionell statt und hat sich gelohnt. Umwelt und Geoforschung wurden politisch wichtig und so war es für uns eine Möglichkeit, auf relativ einfache Weise etwas Richtiges zu tun und mit Potsdam, Leipzig und Halle gleich drei Bundesländer zu versorgen und eine gute Struktur aufzubauen. Die Geoforschung von Potsdam und die Umweltforschung von Halle-Leipzig passten gut ins Portfolio der Großforschungseinrichtungen. Das war für unsere Mitgliedszentren evident. Und dass auch in Berlin ein Standort sein sollte, war ebenso klar. Da bot sich eigentlich nur das spätere Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch an. Insbesondere vom Deutschen Krebsforschungszentrum wurde das neue Zentrum als erwünschte Erweiterung der AGF betrachtet.

Das Wachsen der Arbeitsgemeinschaft war also der besonderen Situation nach der Wende geschuldet. Hatte die AGF denn vor zu wachsen?

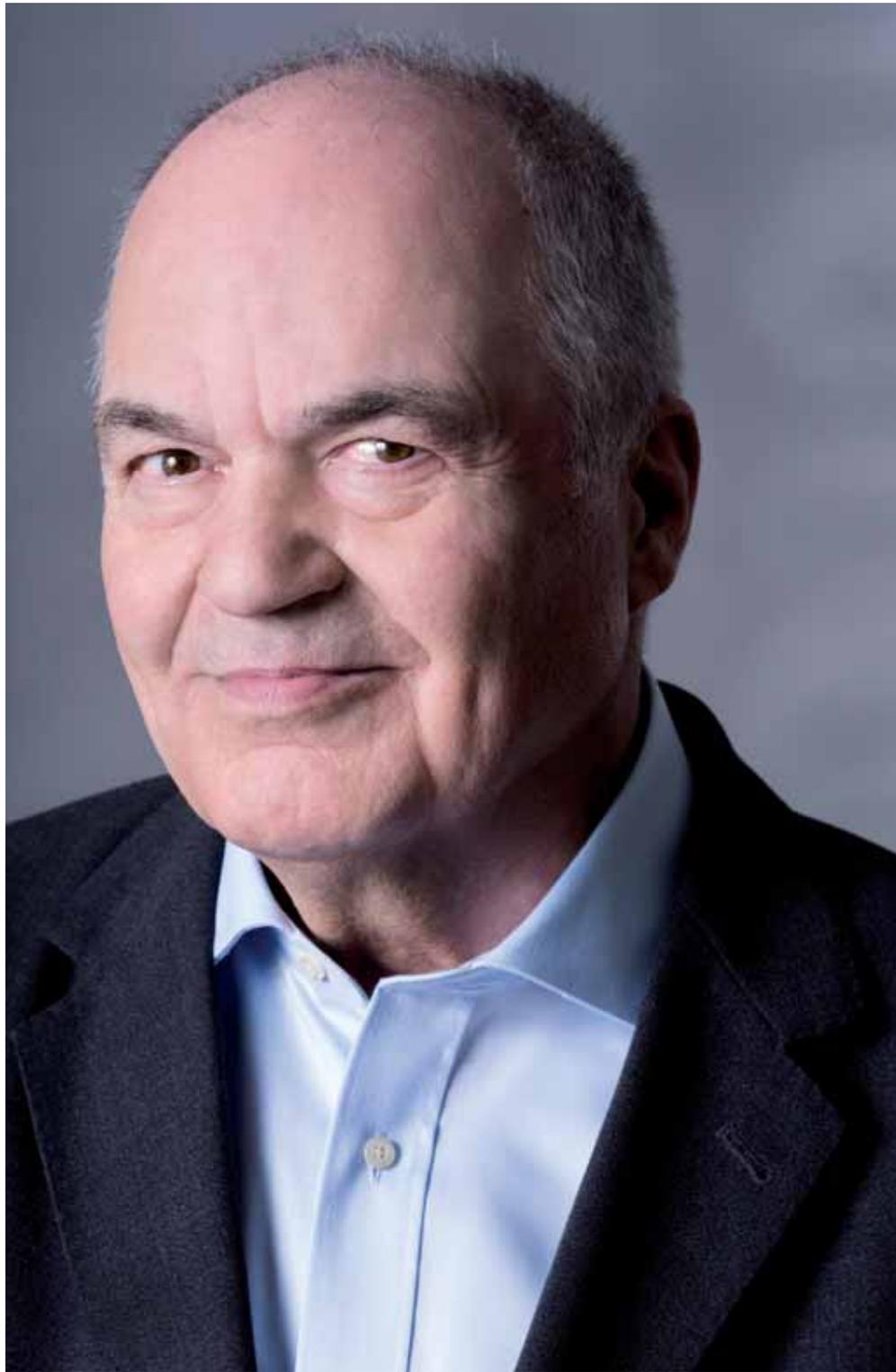
Joachim Treusch Eigentlich bestand dafür in dieser Zeit kaum Spielraum: Um eine 90:10-Finanzierung, also 90 Prozent vom Bund und zehn Prozent vom Land, zu erhalten und ein neues, großes Institut zu gründen, musste man nicht nur eine Gründungsidee haben, sondern auch bereitwillige Geldgeber. Doch bereits zu Beginn der 1980er Jahre waren die Interessen der Bundesländer weitgehend ausgehandelt und das Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) mit seinen nationalen und internationalen Verpflichtungen ausgelastet. Deshalb bedeutete die Erweiterung der AGF um die neuen Zentren eine starke finanzielle Belastung für die bestehenden Zentren.

### Wie war das damalige Verhältnis der AGF zum Ministerium?

Joachim Treusch Obwohl es politische Vorgaben wie die Reduktion der Kernenergieforschung gab, galt zugleich: Je besser die Wissenschaft in den Zentren ist, desto leichter ist es, den Einfluss des Ministeriums gering zu halten. Damals hatte jedes einzelne Zentrum im damaligen Bundesministerium für Forschung und Technologie seinen zuständigen Fachreferenten und zudem seinen zuständigen Aufsichtsratsvorsitzenden. Das war in Jülich traditionell ein Staatssekretär, hinzu kamen zwei Minister des Landes und einige hochrangige Vertreter aus der Wirtschaft und der Wissenschaft. Die Macht der Aufsichtsräte war sehr groß, aber durch die Balance zwischen Bund und Sitzland handhabbar. Die Zentren waren mehr oder weniger autonom. Jedes Zentrum hat zusammen mit dem zuständigen Landesministerium beim Bund darum gerungen, dass es finanziell gut ausgestattet war. Im Vergleich zur heutigen Situation besaß die AGF selbst keine eigentliche Machtposition.

### Gab es dennoch Konflikte zwischen den Zentren?

Joachim Treusch Wenn wir uns zu den AGF-Meetings getroffen haben, dann ist man überraschend gut miteinander umgegangen. Man hat zwar darauf geachtet, dass einem niemand zu viel vom eigenen Kuchen wegnimmt. Man hat aber auch –



Prof. Dr. Joachim Treusch war von 1995 bis 1997 erster Vorsitzender der neuen Helmholtz-Gemeinschaft. Treusch studierte Physik an der Universität Marburg und wurde 1970 mit 29 Jahren Professor an der Universität Frankfurt am Main, später ging er an die Universität Dortmund. Von 1984 bis 1986 war er Präsident der Deutschen Physikalischen Gesellschaft und von 1990 bis 2006 Vorsitzender des Vorstandes des Forschungszentrums Jülich. Nach seiner Zeit bei Helmholtz wurde er Präsident der Jacobs University Bremen.



*„Im Grunde stärkte die Entwicklung zur Helmholtz-Gemeinschaft auch die Autonomie der Großforschungseinrichtungen.“*

JOACHIM TREUSCH

52

und dies zunehmend nach der Wiedervereinigung und den damit verbundenen Kürzungen – begriffen, dass das Problem der Größe des gemeinsamen Kuchens wichtiger ist und dass deswegen ein gemeinsamer Auftritt der Forschungszentren eine wesentliche Rolle spielt. Im Übrigen war die Wirksamkeit der AGF nach innen wie nach außen immer sehr stark mit der Persönlichkeit ihres jeweiligen Vorsitzenden verbunden.

#### Welches Profil hatte die Arbeitsgemeinschaft in dieser Zeit?

Joachim Treusch Anfang der 1990er Jahre, also vor und kurz nach der Wiedervereinigung, war völlig klar: Die Max-Planck-Gesellschaft spielt in einer eigenen Liga. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hatte als weltweit beneidete Selbstorganisation der Ressourcenverteilung für die Wissenschaft ebenfalls eine Sonderrolle. Die Fraunhofer Gesellschaft war wegen ihrer Wirtschafts- und Praxishnähe in einer, allerdings erfolgreichen, Außenseiterrolle. Im Vergleich dazu waren die Großforschungszentren ein bisschen die Schmutzkinder und mussten um ihren guten Ruf kämpfen.

#### Dann hat sich durch die Wiedervereinigung das Gleichgewicht der Forschungsorganisationen verändert?

Joachim Treusch Ja. Es ging damals um eine glaubwürdige und vermittelbare Aufgabenverteilung der im Vergleich zu anderen Ländern sehr hoch differenzierten deutschen Forschungslandschaft: Wofür stehen Max-Planck-Gesellschaft, Fraunhofer-Gesellschaft, Helmholtz-Gemeinschaft und die Universitäten? In der Folge betraf diese Frage auch die Leibniz-Gemeinschaft. Das Stichwort für Helmholtz wurde später dann die Programmorientierte Förderung, die natürlich Grundlagenforschung, Großgerätebetrieb, Ausbildung und internationale und nationale Kooperation mit umfasst.

Als ich 1993 als Vorsitzender der AGF Mitglied in der Allianz der Forschungsorganisationen wurde, waren die wesentlichen Akteure in der Allianz der Max-Planck-Präsident Hans F. Zacher und der DFG-Präsident Wolfgang Frühwald. Beide wurden meine natürlichen Verbündeten. Sie wollten das deutsche Wissenschaftssystem klarer und damit stabiler strukturieren und sie wussten, dass dabei den Großforschungszentren eine wichtige

Rolle zukommen müsste. Deswegen waren sie sehr hilfreich bei der Umorganisation der AGF vom losen Interessenverbund zur Helmholtz-Gemeinschaft als stärkerer Gemeinschaft. Und das 1994 umbenannte Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Technologie und Forschung (BMBF) – genauer gesagt: entscheidende Personen in der Leitung des BMBF – haben schnell erkannt, dass eine organisierte Großforschung ein gutes Instrument für gezielte Forschungspolitik sein könnte. Das galt ganz besonders auch im internationalen Kontext, wo das DESY für das CERN ebenso unverzichtbar war wie München oder Jülich für die Fusionsforschung, um nur zwei Beispiele zu nennen. Das sagt nicht, dass das BMBF uns hier im Detail gesteuert hätte. Aber die Politik sah das Potenzial, mit den Forschungszentren gemeinsame Ziele zu verfolgen. So wurde aus der AGF die Helmholtz-Gemeinschaft. Sie war also auch ein Ergebnis der forschungspolitischen Prozesse, die sich auch durch die Wiedervereinigung entwickelt hatten.

#### In diesem Prozess haben Sie eine maßgebliche Rolle gespielt. Wie würden Sie diese Rolle beschreiben?

Joachim Treusch Wir haben im Vorfeld lange über die Strategie geredet und ich habe mir auch Rat geholt, insbesondere bei Zacher und Frühwald. Das Ministerium war in diesen Prozess zunächst nicht eingebunden. Ich habe dann im Februar 1995 zu einer Mitgliederversammlung der AGF auf Schloss Ringberg eingeladen. Informiert und außerordentlich hilfreich war Klaus Fleischmann, der damalige Geschäftsführer der AGF. Diese Sitzung war extrem intensiv: von morgens 9 Uhr bis abends 9 Uhr ohne Unterbrechung, aber nach einem gut vorbereiteten „Drehbuch“. Am Ende waren alle überzeugt, dass jeder etwas Autonomie an die Zentrale abgeben muss, sonst können wir nach außen keine starke Gemeinschaft bilden. Dazu brauchen wir einen Senat, der uns kritisch begleitet und nach außen vertritt, und einen Namen, hinter dem sich alle sammeln können. Der Name Helmholtz wurde in einem Brainstorming mit meinem Jülicher Vorstandskollegen Ernst Pöppel ins Spiel gebracht – vor allem wegen Helmholtz' fachlicher Vielfalt, in der sich alle wiederfinden konnten, aber auch weil die Verwandlung von AGF zu HGF rein sprachlich für jedermann leicht zu bewältigen war. All das wurde auf Schloss Ringberg am 4. Februar 1995 beschlossen. Der Vertrauensvorschuss, den ich damals bekommen habe, war unendlich groß.

### War damit auch eine forschungspolitische Vision verbunden?

Joachim Treusch Primär für uns war der Leidensdruck der immer wieder erfahrenen Missachtung der Fähigkeiten der Großforschung und zudem natürlich der finanzielle Druck. Wir wussten alle, dass wir weit besser sind als unser Ruf. Dies wollten wir einem prominenten Senat mit einem organisierten internen Wettbewerb beweisen. Die Idee war damals, einen Strategiefonds von fünf Prozent zu gründen, d. h. jedes Zentrum gibt fünf Prozent seiner Mittel in einen zentralen Topf. Um diese Mittel wird ein Wettbewerb entfacht und dann scheidet sich die Spreu vom Weizen. Das war eine typische Physikeridee, an deren Wirksamkeit ich noch heute glaube, aber sie war dauerhaft weder der Politik noch den anderen externen Akteuren vermittelbar. Die meinten, man könne nur über einen viel größeren Zugriff wirksam steuern.

### Wenn man wie Sie Vorsitzender eines großen Zentrums war, lief dies dann automatisch darauf hinaus, dass Sie auch die Leitung der Arbeitsgemeinschaft übernehmen?

Joachim Treusch Der Vorsitzende wurde nach Vorabsprachen für zwei Jahre gewählt. Es gab hierbei keine Präferenz der großen Zentren. In der Zeit, die ich überschaue, waren die kleinen und mittelgroßen Zentren sogar häufiger im Vorsitz vertreten als die drei großen Zentren.

### Sie waren dann der erste Vorsitzende der neuen Gemeinschaft.

Joachim Treusch Ich war Gründungsvorsitzender der neu benannten Helmholtz-Gemeinschaft. Aber es war klar, dass wir bald den Sprung von der Gemeinschaft zum eingetragenen Verein mit einem Präsidenten würden machen müssen. Ebenso klar war, dass das BMBF jetzt eingebunden werden musste. Das geschah am Tage nach der Ringberg-Sitzung und stieß in der Spitze des Ministeriums auf Beifall, weil insbesondere der für uns zuständige Staatssekretär Gebhard Ziller verstand, dass eine Stärkung der Großforschung das Ministerium stärken würde. Im Grunde stärkte die Entwicklung zur Helmholtz-Gemeinschaft auch die Autonomie der Großforschungseinrichtungen.

### Nach der Gründung waren Sie zwei Jahre Vorsitzender der Gemeinschaft. Was waren die wichtigsten Entwicklungen in dieser Zeit?

Joachim Treusch In den zwei Jahren wurde zum einen die Programmatik mit den noch heute gültigen sechs Schwerpunkten in der Forschung formuliert: Energie, Erde und Umwelt, Gesundheit, Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr, Schlüsseltechnologien und Struktur der Materie. Der Strategiefonds wurde entwickelt, der Senat wurde gegründet und von der Mitgliederversammlung bestätigt und in die Ideen der Programmatik und des Strategiefonds eingebunden.

### Welche Rolle übernahm der neu gegründete Senat?

Joachim Treusch Ein hochrangiger Senat konnte sowohl Anfeindungen von außen als auch den politischen Druck etwas weg-dämpfen durch das Renommee der in diesem Gremium sitzenden Leute. Wir waren überzeugt davon, dass sie die Qualität der Zentren erkennen würden. Der Senat hat dann zweimal im Jahr getagt. Er bekam von uns einen Bericht und diskutierte diesen, benannte die Gutachtergremien für den Strategiefonds, ließ sich über die Ergebnisse der Begutachtungen berichten und entschied darüber. Der Übergang zur Programmorientierten Förderung, die im Gegensatz zum Strategiefonds alle Mittel der Zentren in den Wettbewerb stellte, kam erst nach meiner Zeit.

### 1997 verließen Sie den Posten als Vorsitzender der Helmholtz-Gemeinschaft. War das ein von ihnen gewähltes Datum?

Joachim Treusch Nein, das war das beschlossene Ende meiner Amtszeit, die wegen der Gründung der Helmholtz-Gemeinschaft statt der üblichen zwei auf fünf Jahre verlängert worden war. Ich hatte aber früh deutlich gemacht, dass ich den Weg zu einer stärkeren Zentralisierung mit einem letzten Endes hauptamtlichen Präsidenten zwar begleiten würde, selbst jedoch für dieses Amt nicht zur Verfügung stände. Ich fand das damals völlig richtig und finde das auch heute noch.

### Und wie wurde die Nachfolge geregelt?

Joachim Treusch Es war meine Aufgabe, mit dem Richtigen zu reden, ihn zu überzeugen und der Mitgliederversammlung vorzustellen.

### Und wie würden Sie aus heutiger Sicht Ihre Rolle als Wegbereiter und Gründungsvorsitzender der Helmholtz-Gemeinschaft einordnen?

Joachim Treusch Das war sicherlich die größte Gestaltungsaufgabe, die ich in meinem Leben hatte.

GESPRÄCH MIT DETLEV GANTEN  
ÜBER SEINE ZEIT ALS VORSITZENDER  
DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT DEUTSCHER  
FORSCHUNGSZENTREN VON 1997 BIS 2001

54

Herr Ganten, bevor Sie Vorsitzender der Helmholtz-Gemeinschaft wurden, haben Sie ein neues Forschungszentrum mitgegründet. Wie kam es dazu?

Detlev Ganten Ich war Mitglied im Wissenschaftsrat. Nach der für alle unerwarteten Wiedervereinigung wurde der Wissenschaftsrat 1989 von der Bundesregierung beauftragt, die Institute in der ehemaligen DDR zu begutachten. Mit dem Medizinausschuss des Wissenschaftsrates haben wir 1990/91 ein halbes Jahr lang alle DDR-Institute besucht. Es war eine unglaublich emotionale Zeit der nationalen Aufbruchsstimmung und der Neuorientierung in vielerlei Hinsicht. So meinten viele von uns, dass das Forschungssystem in Deutschland an die internationale Entwicklung angepasst werden sollte. Die Zeit der Wiedervereinigung war eine Gelegenheit, die gesamtdeutsche Forschungslandschaft noch einmal komplett zu überdenken und teilweise zu reorganisieren. Viele von uns waren der Ansicht, wie natürlich auch die DDR-Wissenschaftler, es dürfe nicht alles vom Westen in gleicher Weise in den Osten übertragen werden. Auf meinem Gebiet, der Herz-Kreislauf-Forschung, wie auch in den anderen Fächern war und ist es besonders wichtig, Klinik, klinische Forschung und Grundlagenforschung miteinander zu verbinden. Viele Institute der medizinischen Grundlagenforschung leiden darunter, dass es keinen strukturell angelegten Zugang zu den Patienten gibt. Es gab in der Zeit der Wiedervereinigung aber einen engagierten Einsatz – auch der Bundesministerien –, neue Strukturen zu erproben. Wir haben mit den Mitarbeitern aus dem Bund und den Ländern gemeinsam diskutiert und neue Konzepte entworfen. Das heutige Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch ist ein solches neues Modell für klinische Forschung. Hier bot sich die Chance für eine exzellente klinische Herz-Kreislauf-Forschung, aber auch für Krebs und Hirnerkrankungen. Ich habe mich dann von heute auf morgen entschieden das Angebot anzunehmen und war am 1. September in Berlin-Buch als einer der ersten Gründungsdirektoren in den neuen Bundesländern. Es galt die Aufbruchsstimmung zu nutzen für neue Konzepte der Wissenschaft.

Welche Folgen hatte die Wiedervereinigung für die spätere Helmholtz-Gemeinschaft?

Detlev Ganten Die Wiedervereinigung hat viel in Bewegung gesetzt.

Die Helmholtz-Gemeinschaft ist eine ganz andere Einrichtung geworden, auch mit anderem Anspruch an sich selber, als ihre Vorgängerin, die Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen. Es wurde in dieser Zeit viel diskutiert über Strukturen und Entwicklungen im wiedervereinigten Deutschland als bedeutsamer Wissenschaftsnation. Es war offensichtlich, dass man mehr zusammenarbeiten musste. In der Helmholtz-Gemeinschaft waren die Bedeutung und Rolle der damals 15 großen Zentren gegenüber der zentralen Organisation der Gemeinschaft sowie die Außenvertretung und die gemeinsamen Forschungsthemen wichtige Themen.

Das Akademie-Institut in Berlin-Buch war ein großer „Tanker“. Wie haben Sie ihn umstrukturiert?

Detlev Ganten Die Institute der Akademie der Wissenschaften der DDR in Berlin-Buch waren das wichtigste und größte Biomedizinische Zentrum der DDR mit den Zentralinstituten für Krebsforschung, für Herz-Kreislauf-Forschung und für Molekularbiologie. Sie waren auch international bekannt und bauten eine bedeutende Wissenschaftstradition auf. Mich hat die dort gewonnene Erkenntnis der Bedeutung von Geschichte und Tradition für den realen Erfolg der Wissenschaft stark geprägt. Auch in der DDR-Zeit gab es in Buch ein hohes Geschichtsbewusstsein und berechtigten Stolz auf die deutsche Wissenschaft. Auf dieser Basis ist Buch, glaube ich, ein Erfolg geworden, denn wir haben nicht versucht, westdeutsche Forschungsstandorte zu kopieren, sondern wir haben die exzellente Basis bewusst genutzt, um die Institute weiterzuentwickeln, allerdings mit zum Teil ganz neuen Ideen, wissenschaftlichen Konzepten und Strukturen.

Dennoch war der Umbau auch aus verschiedenen Gründen schwierig. Es arbeiteten über 2.000 Menschen in Buch, es waren aber nur 250 Personalstellen für das neue Institut genehmigt. Ich habe natürlich für mehr Stellen gekämpft, aber das bekamen wir nicht durch, da es unter anderem die politische Vorgabe gab, keine neuen Großforschungsinstitute „alten Stils“, also keine großen „Tanker“ einzurichten. Diese hatten damals nicht den besten Ruf in Deutschland. Auf Empfehlung des Wissenschaftsrates wurde das MDC nach dem Helmholtz-Schlüssel bundesfinanziert, aber mit einer neuartigen, kleineren, flexibleren und moderneren Struktur. Buch sollte eine vorbildhafte klinische Forschungseinrichtung werden unter Nutzung modernster Methoden der Zellbiologie und der Genomforschung. Mit der Molekularen Medizin folgten wir der Erkenntnis, dass die Grundmoleküle des Lebens, die Gene, ein wichtiges Grundverständnis für viele verschiedene Krankheiten, für die Diagnose und Therapie, aber auch für die Bewahrung von Gesundheit und die Prävention ermöglichen. Einer der entscheidenden Punkte für den Erfolg des MDC war, dass wir ein Helmholtz-Zentrum „neuen Stils“ waren, mit flachen Hierarchien, großer Selbstständigkeit und Selbstverantwortlichkeit auch der ganz jungen Forscher, keine Bürokratie, eine schlanke Verwaltung, maximale

Freiheiten, modernste Infrastruktur und leistungsorientierte Finanzierung. Das hat sich bewährt und ist noch heute ein Markenzeichen, das das MDC für die besten Forscher der Welt attraktiv macht.

#### Wie sahen Sie damals die Helmholtz-Gemeinschaft?

**Detlev Ganten** In den Helmholtz-Zentren gibt es eine vorbildliche Leitungsstruktur mit dem wissenschaftlichen Vorstand und einen administrativen Vorstand. Diese entscheiden alles sehr effizient im operativen Tagesgeschäft. Davon konnten Universitäten nur träumen. Natürlich wurde der Vorstand über ein Kuratorium oder einen Aufsichtsrat kontrolliert und es gab die üblichen internen Gremien der Zentren. Die Helmholtz-Zentren haben wahrscheinlich die beste wissenschaftliche Managementstruktur. Bis heute ist das einer der Gründe, warum gute Wissenschaftler und gute Manager gerne zu Helmholtz gehen. Dort können sie etwas bewegen. In der Mitgliederversammlung der Helmholtz-Gemeinschaft wird nicht selten sehr kontrovers diskutiert und es gibt grundsätzliche Auseinandersetzungen, die auch durchaus scharf geführt werden. Mit scharfer Klinge zwar, aber immer auf einem hohen und konstruktiven Niveau, nie persönlich, niemals unversöhnlich oder gemein. Hier konnte ich mit meiner Erfahrung im Ausland und an Universitäten schon als neues Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft viel lernen. Dabei gab es ein großes Maß an Bereitschaft, mit Management-erfahrung und besten Kontakten zu helfen.

#### Wie kam es, dass Sie 1997 – gerade war die erste Aufbauphase des MDC vorbei – Vorsitzender der Helmholtz-Gemeinschaft wurden?

**Detlev Ganten** Ich war ein Befürworter der Idee, dass aus der losen Arbeitsgemeinschaft die verbindlichere Helmholtz-Gemeinschaft gegründet wurde und fand, dass der Mediziner und Physiker Hermann von Helmholtz der richtige Namensgeber war. Es war damals eine Zeit der intensiven Diskussion zur Bedeutung der unabhängigen Zentren gegenüber einer stärkeren zentralen Organisation, der „Macht“ des Vorsitzenden, und dem Verhältnis zur Politik. Ich war in diesen Diskussionen natürlich stolz auf „mein MDC“ und hatte ein großes Interesse daran, vorrangig das Max-Delbrück-Centrum zu profilieren. Wichtig war dabei, dass natürlich die Zentren die wichtigen operativen Einheiten sind, in denen die wissenschaftliche Leistung erarbeitet wird.



Prof. Dr. Detlev Ganten war von 1997 bis 2001 Vorsitzender der Helmholtz-Gemeinschaft. Ganten ist Facharzt für Pharmakologie und molekulare Medizin und war Gründungsdirektor und später Vorstand des Max-Delbrück-Centrums für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch (1991 bis 2004). Von 2004 bis 2008 war er Vorstandsvorsitzender der Charité – Universitätsmedizin Berlin. Seit 2005 ist er Vorsitzender des Stiftungsrats der Stiftung Charité und seit 2009 Präsident des World Health Summit.

„Es war schnell Konsens aller Vorstände, dass Helmholtz für interdisziplinäre Zusammenarbeit, langfristige Strategien und komplexe Systemlösung steht.“

DETLEV GANTEN



56

Genauso wichtig war mir aber der Zusammenhalt zwischen den Zentren, die inhaltliche Kooperation in den gemeinsamen Forschungsprogrammen, die Vertretung der gemeinsamen Interessen nach innen und nach außen. Insofern habe ich mich über die Wahl zum Vorsitzenden gefreut. Ich denke, es war auch gut, dass jemand aus den neuen Zentren bereit war, eine solche Aufgabe zu übernehmen.

#### Warum wollten Sie eine starke Gemeinschaft?

Detlev Ganten Ich bin ein Teamplayer. Ich bin fest überzeugt, dass wir unbedingt versuchen sollten, an die große Tradition der deutschen Wissenschaft im 19. Jahrhundert anzuschließen mit den großen Namen wie unter anderem Helmholtz, Virchow, Koch, Ehrlich, Behring, Einstein, Planck. Dazu bedarf es des gesellschaftlichen und politischen Willens und überzeugender Strukturen, die einen solchen Gedanken tragen. Zersplitterung des Wissenschaftssystems ist dabei hinderlich. Der Zusammenschluss der Helmholtz-Zentren sollte eine solche Entwicklung befördern und die deutsche Forschungslandschaft zusammenführen und stärken, um die großen Themen der Zukunft und der nationalen Vorsorge wissenschaftlich zu bearbeiten. Dafür war es wichtig, dass eine zentrale Koordination über einen starken Vorsitzenden oder Präsidenten die Zukunftsstrategien gemeinsam mit den Zentrumsvorständen entwirft und auf deren Umsetzung achtet. Neben der Max-Planck-Gesellschaft und der Deutschen Forschungsgemeinschaft wurde so die Helmholtz ein wichtiger Tonangeber in der Wissenschaft und Politik.

#### Wie wurde man Vorsitzender der Gemeinschaft?

Detlev Ganten Das müssen Sie andere fragen. Natürlich gab es eine Wahl durch die Vorstände der Zentren. Das Ergebnis hat mich damals überrascht. Ich fühlte mich eigentlich noch zu jung und war eher ein Labor-Wissenschaftler. Am MDC war ich zwar Chef, aber ich hatte mein Labor aus Heidelberg und Mitarbeiter mitgebracht und weiter geforscht. Dann wurde ich nach meiner Bereitschaft gefragt und in der damaligen Aufbruchstimmung in der Mitgliederversammlung war alles möglich. Ich habe das dann mit großer Freude angenommen wegen der beschriebenen fantastischen Kollegialität zwischen den Vorständen und ich hatte viel Unterstützung.

#### Wie wurde das am MDC aufgenommen?

Detlev Ganten Ich glaube, die meisten Mitarbeiter haben es als Anerkennung angesehen für das MDC und für die geleistete Aufbauarbeit: Das MDC wurde so ein sehr sichtbarer Teil dieser neuen wichtigen Gemeinschaft. Die zusätzliche Arbeit als Vorsitzender der Helmholtz-Gemeinschaft war allerdings sehr zeitintensiv – ich war häufiger damals noch in der Zentrale in Bonn oder in den anderen Helmholtz-Zentren. Einer meiner Leitsätze im Management war aber, ein Vorstand soll nur dafür sorgen, dass die Wissenschaftler frei und unabhängig arbeiten können – der Vorstand darf dabei nicht stören. Das habe ich im MDC weiterhin gewährleistet.

#### Wovon war Ihre Zeit als Vorsitzender geprägt?

Detlev Ganten Wir diskutierten, auf breiter Basis, auch mit dem Bund, die strategische Orientierung der Gemeinschaft und der großen Forschungsbereiche. Dabei ging es unter anderem um die gesellschaftliche Verantwortung und die Relevanz der Ergebnisse, die Organisation interdisziplinärer Arbeit über die Helmholtz-Zentren hinaus und natürlich die Qualitätssicherung der Forschung. Die Helmholtz-Gemeinschaft ist ja eine Forschungsorganisation, die sich auch mit der Politik und Zukunftssicherung Deutschlands befassen muss, wenn es um die Vorsorgesicherung zum Beispiel in so wichtigen Bereichen wie Gesundheit, Energie, Umwelt und anderen geht. Es ergibt sich für die Helmholtz-Gemeinschaft die Frage: Wie werden wissenschaftliche Prioritäten und nationale und internationale Strategien Deutschlands ausbalanciert? Wie gehen wir mit politischen Vorgaben um? Wie balanciert man Bund- und Länderinteressen aus? Welche Rolle spielt der Helmholtz-Senat? Wer führt den Senat? Wie bindend sind Senatsbeschlüsse für die Zentren? Das waren intensive Diskussionen – vor den Mitgliederversammlungen, in Ausschusssitzungen, am Rande der Jahresversammlungen, mit den Zuwendungsgebern, im Ministerium, die bei meinen Vorgängern begonnen hatten und die zu meiner Zeit als Vorsitzender fortgesetzt wurden.

#### Welche Rolle spielten Sie als Vorsitzender in diesen Diskussionen?

Detlev Ganten Als Vorsitzender hat man eine Moderatorenrolle. Irgendwann muss aber auch entschieden werden. Auch das ist

Aufgabe des Vorsitzenden. Für unpopuläre Entscheidungen muss geworben werden. Vertrauen ist wichtig – ebenso Zuverlässigkeit und Berechenbarkeit. Wir hatten häufige Klausurtagungen, bei denen es auch um das Wachstum der Gemeinschaft ging: Erst waren wir 13, dann 14, dann 15, jetzt 18 Zentren. Wie werden diese in sechs Forschungsbereiche gegliedert? Wer gehört zur Gesundheit? Wer gehört zur Energie? Luft- und Raumfahrt ist relativ einfach, aber wer gehört zur Materie? Zu Schlüsseltechnologien? Wer entscheidet das? Wie wird begutachtet? Es gab ausreichend Themen und Arbeit für den Vorsitzenden.

#### Wann hat sich die thematische Profilierung in den sechs Forschungsbereichen weiterentwickelt?

Detlev Ganten Der Prozess begann in meiner Zeit als Vorsitzender. Der Ausgangspunkt war, dass die Bereiche wie Energie, Gesundheit, Erde und Umwelt und so weiter als Themenbereiche über die Zentren hinaus und unabhängig von den Institutionen organisiert wurden. Es war schnell Konsens aller Vorstände, dass Helmholtz für interdisziplinäre Zusammenarbeit, langfristige Strategien und komplexe Systemlösung steht. Später wurde dann die Programmorientierte Förderung mit ihren strategischen Zielen eingerichtet. Damit wurden Forschungsschwerpunkte in der Bundesrepublik wissenschaftlich sichtbar und qualitativ sicher auch besser.

#### Was war die Rolle der Bundesländer in diesen Entscheidungen?

Detlev Ganten Unter den Zentren hatte sich eine klare Mehrheit für eine Bund-Länder-Balance in einem föderalen System ausgesprochen. Es gibt sehr engagierte Länder, die etwas für die Wissenschaft tun wollen, andere Länder haben begrenzte Möglichkeiten der Finanzierung. Ein gewisser Ausgleich der Bundesinteressen und der Länderinteressen ist bei großen strategischen Entscheidungen wichtig. Besonders bedeutsam ist für mich persönlich, aber ich denke für uns alle, die Tatsache, dass natürlich die Universitäten die Basis des deutschen Forschungs- und Ausbildungssystems sind. Diese müssen gestützt und gefördert werden. Helmholtz und die anderen Forschungsorganisationen müssen mit den Universitäten eng zusammenarbeiten. Das geht aber nur gemeinsam mit den Bundesländern. Insofern waren und sind die Länder für uns sehr wichtig.

#### Was waren Ihre wichtigsten Ziele als Vorsitzender?

Detlev Ganten Ich wollte eine starke Gemeinschaft selbstbewusster und eigenständiger Zentren schaffen. Es sollte eine gemeinsame überzeugende Vision mit klaren Profilierungsbereichen für alle Zentren entstehen. Das haben wir mit dem Statut für die Helmholtz-Gemeinschaft gut vorbereitet und auch mit der Politik abgestimmt. Zu meiner Zeit als Vorsitzender war Edelgard Bulmahn die verantwortliche Bundesministerin. Die vertrauensvolle und offene Zusammenarbeit habe ich in bester Erinnerung. Ich habe

auch gelernt, wie Politik funktioniert. Die Etablierung der Helmholtz-Gemeinschaft nach innen und außen war natürlich eine wichtige Aufgabe. Es ging auch um die Vertretung der neuen Wissenschaftsorganisation im wiedervereinigten Deutschland und die Vertretung im Ausland. Da gab es großes Interesse. Offizielle Reisen nach Israel, Polen, China, Frankreich und andere Länder waren dabei wichtig und, ich denke, erfolgreich.

#### Gab es eine generelle Idee, die Sie mit dem Vorsitz der Gemeinschaft verbanden?

Detlev Ganten Mein Traum war und ist es, Deutschland als Wissenschaftsland und als wichtigen Teil Europas wieder ganz nach vorne zu bringen. Die Wiedervereinigung war für mich eine Zäsur, in der ich neue Gestaltungsmöglichkeiten für die große deutsche Wissenschaftstradition erkannte. Es gab das Ziel, Deutschland wieder zu einem Forschungsland zu machen und eine Identität eines wiedervereinigten Deutschlands als eines kulturreichen Wissenschaftslandes aufzubauen, das humanitären Zielen in der Forschung und in deren Anwendung verpflichtet ist. In meiner Zeit als Vorsitzender sah ich dann die Chance, die Helmholtz-Gemeinschaft als wichtige Einrichtung in der Forschungslandschaft zu positionieren. Dazu reicht es nicht, im Wissenschaftssystem selber tätig zu sein, sondern man muss die ganze Gesellschaft mitnehmen und überzeugen. Damals haben wir daher die Agentur „Wissenschaft im Dialog“ mit den anderen großen Forschungsorganisationen gegründet, um Wissenschaft öffentlich und verständlich darzustellen und einen gesellschaftlichen Dialog zu initiieren.

#### Haben Sie die von Ihnen gesteckten Ziele erreichen können?

Detlev Ganten In vielen der oben genannten Themen sind wir gut vorangekommen. Bei langfristigen großen Zielen kann man aber nie wirklich an einem konkreten Ziel ankommen und sich zur Ruhe setzen und sagen: Es ist geschafft. Forschung und ihre Strukturen müssen sich immer wieder erneuern und wandeln mit den neuen Fragestellungen und Herausforderungen.

#### Herr Ganten, was hat Sie in Ihrer Zeit als Vorsitzender der Helmholtz-Gemeinschaft am meisten beeindruckt?

Detlev Ganten Als Helmholtz-Vorsitzender ist man Vertreter einer großen deutschen Wissenschaftsorganisation. Unvergesslich ist meine Reise mit dem Bundespräsidenten Johannes Rau zum Staatsbesuch nach China in seiner Präsidentenmaschine. Die sehr persönlichen Vorbereitungen und Gespräche und die Möglichkeit, die Bundesrepublik Deutschland als Wissenschaftsland zu vertreten und Kontakte für die Zukunft zu knüpfen, sind etwas ganz Besonderes im Leben eines Wissenschaftlers. Die Helmholtz-Gemeinschaft spielt dabei nach innen und nach außen in der Struktur, die sie sich selber vor 20 Jahren gegeben hat, eine herausragende Rolle. Das freut mich.

GESPRÄCH MIT WALTER KRÖLL,  
ÜBER SEINE ZEIT ALS ERSTER PRÄSIDENT  
DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT DEUTSCHER  
FORSCHUNGSZENTREN VON 2001 BIS 2005

58

Herr Kröll, in welchem Zustand befand sich die Helmholtz-Gemeinschaft als Sie Präsident wurden?

Walter Kröll Unsere Forschungszentren standen in den 1990er Jahren immer noch unter kritischer Beobachtung, insbesondere aus den Universitäten, weil sie als sehr gut ausgestattet galten, mit vielen Dauerstellen und beträchtlichen Mitteln, sich jedoch nicht in allen Bereichen als entsprechend leistungsstark und produktiv zeigten. Dann gab es die Übergangszeit, in der schon der Name geändert war, aber nicht die Organisation und die Struktur und in der es noch keine ausformulierte Mission und Strategie der Gemeinschaft gab. Jedes Zentrum verhandelte mit dem Ministerium getrennt über seinen Haushalt und politische Vorgaben. Das alles änderte sich erst ab 2001. Mit dem eingetragenen Verein entstand aus dem lockeren Verbund die organisierte Gemeinschaft in der heutigen Form mit einem hauptamtlichen Präsidenten. Zuvor war der Präsident wie früher der Vorsitzende der Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen ein auf zwei Jahre gewählter Sprecher, ein *primus inter pares*.

In der neuen Helmholtz-Satzung sind für den Präsident, abgesehen von der Vertretung nach außen, im Wesentlichen zwei Aufgaben verankert: Er moderiert den zentralen Prozess der programmorientierten Förderung (PoF), also die wettbewerbliche Vergabe der Forschungsmittel in der Gemeinschaft, und er koordiniert die Entwicklung der Gesamtstrategie der Gemeinschaft. Was bedeutete das praktisch für Sie?

Walter Kröll Der Präsident hat, wie jeder Vorstand eines eingetragenen Vereins, dafür zu sorgen, dass der Verein seine satzungsgemäßen Aufgaben wahrnimmt. Dafür haftet er im Ernstfall auch. Nach der Gründung der Helmholtz-Gemeinschaft als Verein waren neue Strukturen und Prozesse zu entwickeln. Die programmorientierte Förderung musste als zentrales Element der Finanzierung völlig neu konzipiert und erstmalig implementiert werden. Das war mit beträchtlichem Aufwand verbunden. Auch die Strategie der Gemeinschaft wurde in einem aufwendigen Diskussionsprozess formuliert. Zudem musste die Geschäftsstelle – am Ende meiner Amtszeit fast 30 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter – aufgebaut und auf die neuen Aufgaben eingestellt werden.

Was hat sich mit dieser Struktur im Verhältnis zwischen den Zentren geändert?

Walter Kröll Es wurden die sechs Forschungsbereiche Energie, Erde und Umwelt, Gesundheit, Raumfahrt und Verkehr, Struktur der Materie sowie Schlüsseltechnologien gebildet. In den Forschungsbereichen stimmten sich die dort tätigen Zentren strategisch eng ab und brachten ihre Kapazitäten in gemeinsam definierte Programme ein. Die Programme sollten signifikante Beiträge zur Lösung der großen Herausforderungen leisten. Sie wurden im Rahmen der PoF von internationalen Gutachtergremien nach Qualität und Relevanz differenziert beurteilt. Das Verhältnis zwischen den Zentren war fortan von Kooperation und Wettbewerb bestimmt.

Der neue konzeptionelle Ansatz zielte darauf ab, Beiträge zu leisten, die exzellenten kleineren Gruppen beispielsweise in Universitäten, die unabhängig voneinander agieren, kaum möglich sind: nämlich Systemlösungen zu erbringen. So ging es zum Beispiel in der Raumfahrt darum, über die Klärung wichtiger Einzelfragen wie der Entwicklung von Robotergelenken oder Steuerungsalgorithmen eine Robotik-Mission in den Weltraum zu konzipieren und mit dem vereinten Wissen und Können aller Partner realisierbar zu machen.

Von den Großgeräten zur Forschung in Programmen: Wann setzte der Wandel von einem traditionellen Verständnis von Großforschung hin zu einem neuen Verständnis ein?

Walter Kröll Die Großgeräte und großen Infrastrukturen, die das traditionelle Bild der Großforschung prägten, sind nach wie vor ein zentrales Charakteristikum der Gemeinschaft und ein unverzichtbares Instrument, um Systemlösungen zu großen Herausforderungen zu erarbeiten. Aber für mich war die wichtigste Entwicklung der Gemeinschaft, die Kapazitäten und Potenziale der Zentren und exzellenter externer Partner in Programme zusammenzuführen und dadurch Qualität und Relevanz der Arbeiten zu steigern.

Prof. Dr. Walter Kröll war von 2001 bis 2005 erster Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft. Er hatte Professuren für theoretische Physik an den Universitäten Bochum, Essen und Marburg inne. Von 1972 und 1979 war Kröll Gründungsrektor der Universität-Gesamthochschule Essen, von 1979 bis 1987 Präsident der Philipps-Universität Marburg. 1987 übernahm er den Vorstandsvorsitz des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt. Er erhielt das Große Bundesverdienstkreuz mit Stern und den Bayerischen Verdienstorden.





*„Für mich war die wichtigste Entwicklung der Gemeinschaft, die Kapazitäten und Potenziale der Zentren und exzellenter externer Partner in Programme zusammenzuführen und dadurch Qualität und Relevanz der Arbeiten zu steigern.“*

WALTER KRÖLL

60

### Nahm die Politik Einfluss auf den Umwandlungsprozess, aus einer als behäbig wahrgenommenen Großforschung flotte Schiffe zu machen?

Walter Kröll Die Politik förderte diesen Prozess nachdrücklich. Grundlage dafür war meines Erachtens die wachsende Überzeugung, mit der Helmholtz-Gemeinschaft eine Hilfe an der Hand zu haben, um forschungspolitische Ziele für Deutschland umzusetzen und den großen Herausforderung von Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft wirkungsvoll zu begegnen. Darin sahen auch wir unsere Mission. Wir begaben uns ganz bewusst in eine gewisse Politiknähe. Es ging uns darum, wissenschaftlich definierte Themen zu bearbeiten, die auch ganz oben auf der Prioritätenliste der Politik, insbesondere des Bundes, stehen und zu diesen Themen international anerkannte Forschungsergebnisse zu liefern. Diese Haltung resultierte aus der Analyse unserer Situation und wurde durch viele Gespräche mit der Politik bekräftigt. Ich denke, den allermeisten Mitgliedern der Gemeinschaft war klar: Wir müssen etwas tun; die Gemeinschaft muss ihr beträchtliches Potenzial in einer auch die Politik und Öffentlichkeit überzeugenden Weise nutzen.

Es gab zu der Zeit eine Reihe von Zentren, darunter das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), das Deutsche Krebsforschungszentrum und das Deutsche Elektronen-Synchrotron, die gewissermaßen auf der sicheren Seite waren, weil sie eine klare und allgemein anerkannte Mission hatten. Andere Zentren, insbesondere ehemalige Kernforschungszentren fühlten sich infrage gestellt und hatten Existenzsorgen. Allen aber war klar, dass man gemeinsam stärker sein könnte – nicht nur in der Wissenschaft, sondern auch gegenüber der Politik.

### Was waren dann die ersten Schritte dahin?

Walter Kröll Ein wichtiger erster Schritt war es, für die Gemeinschaft eine überzeugende Mission zu formulieren und dazu eine Strategie zu entwickeln. In beidem mussten sich alle Zentren wiederfinden, denn die rechtlich selbstständigen Zentren mussten diesen Prozess mittragen. Daher ging das nicht per präsidentialer Verfügung. Es wurde lange und ausführlich diskutiert, letztlich jedoch einstimmig beschlossen. Ein weiterer wichtiger Schritt war die Aktivierung des sogenannten Impuls- und Vernetzungsfonds, der zunächst mit 25 Millionen Euro dotiert war,

später signifikant aufwuchs und wesentliches Gestaltungsinstrument des Präsidenten ist. Er hatte – wie der Name sagt – zum Ziel, Impulse zu geben. Mit seiner Hilfe konnten selbstständige Nachwuchsgruppen und die Schülerlabore an den Zentren eingerichtet werden, neue Themen angestoßen und innovative Entwicklungen wie die Partikeltherapie gegen Krebs unterstützt werden. Auch die Vernetzung mit externen Partnern, insbesondere mit exzellenten Forschergruppen in Universitäten beispielsweise, wurde durch Virtuelle Institute und Helmholtz-Allianzen gefördert.

### Sie mussten also Überzeugungsarbeit leisten als Präsident?

Walter Kröll Ja, aber das war nicht sonderlich schwer. Für die Entwicklung des zentralen Instruments, der PoF, gab es positive Erfahrungen mit der sogenannten programmatischen Steuerung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). Auch der Rückgriff auf diese Erfahrungen führte dazu, dass gelegentlich von einer DLR-isierung der Helmholtz-Gemeinschaft gesprochen wurde.

### Damit waren Sie gemeint, weil Sie vom DLR kamen?

Walter Kröll Ja. Als ich 1987 Vorstandsvorsitzender des DLR wurde, gab es dort eine Struktur, die gewisse Ähnlichkeiten mit der Helmholtz-Gemeinschaft hatte. Mehr als 20 große und selbstbewusste Institute an verschiedenen Orten, die weitgehend eigenständig und unabhängig voneinander, manchmal sogar im Wettbewerb miteinander agierten. Der neue DLR-Vorstand hat dann mit der sogenannten Programmsteuerung eine Art Matrixorganisation etabliert. Die Institute waren gehalten, ihr Know-how und ihre Kapazitäten in gemeinsam definierte Programme einzubringen, die auf Grundlage einer internationalen Begutachtung finanziert wurden. An diesen Programmen wurden auch starke externe Partner, insbesondere aus Universitäten und internationalen Forschungseinrichtungen der Luft- und Raumfahrt, beteiligt. Das hat die Leistungsfähigkeit, die internationale Sichtbarkeit und das Ansehen des DLR in Wissenschaft, Wirtschaft und Politik gefördert. Die Situation in der Helmholtz-Gemeinschaft war, abgesehen von der rechtlichen Eigenständigkeit der Helmholtz-Zentren, strukturell vergleichbar. Das war für mich ein wichtiges Argument für die Einführung und

Etablierung der PoF. Die Zentren sollten in der neuen Gemeinschaft, ähnlich wie die Institute der DLR, Kapazitäten und Know-how in international sichtbaren und wissenschaftlich überzeugenden Programmen bündeln, die signifikante Beiträge zu den großen Herausforderungen in den Forschungsbereichen leisten. Dabei ging es nicht nur um interne Kooperation, sondern auch um die Vernetzung mit leistungsfähigen Partnern – insbesondere aus den Universitäten. Kooperation und Wettbewerb waren – wie gesagt – die zentralen Begriffe, obwohl diese im ersten Moment antagonistisch erscheinen mögen. Wenn man kooperiert, möchte man nicht zugleich miteinander im Wettbewerb stehen und wenn man im Wettbewerb steht, ist die Kooperationsneigung meistens gering. In der neuen Helmholtz-Gemeinschaft ging es gerade darum, beide Begriffe in einer guten Balance zu verbinden: Durch Kooperation gemeinsame Programme zu erstellen, die dann in einem wettbewerblichen Verfahren begutachtet und finanziert werden.

### In welche Richtung zielte die neue Strategie?

Walter Kröll In beide Richtungen, nach innen wie nach außen. Nach außen wollten wir zum Beispiel der Politik verdeutlichen, dass wir wissenschaftlich definierte Ziele verfolgen, die in Einklang stehen mit dem, was die Politik bewegt: Wie kann die Energieversorgung der Zukunft sicher, umweltfreundlich und bezahlbar gestaltet werden? Wie besiegen wir die großen Volkskrankheiten wie Krebs oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen? Wie reagieren wir auf die zunehmenden Umwelt- und Klimaprobleme? Ein wichtiger externer Adressat der Strategie waren auch die Universitäten. Dort arbeiteten zahlreiche exzellente Arbeitsgruppen, die zu den Programmen der Helmholtz-Gemeinschaft wichtige Beiträge leisten können. Die Vernetzung mit diesen Gruppen war, wie bereits gesagt, eines der vorrangigen Ziele für den Einsatz des Impuls- und Vernetzungsfonds. Die Vernetzung zwischen Helmholtz-Gemeinschaft und Universitäten war sicher ein wichtiges Element zur Steigerung der Leistungsfähigkeit des deutschen Wissenschaftssystems insgesamt.

### Wollten Sie auch eine Position der Gemeinschaft in der globalisierten Welt finden?

Walter Kröll Selbstverständlich. Die Vision war von Anbeginn, dass die Helmholtz-Gemeinschaft bezüglich der großen Herausforderungen, die globaler Natur sind, auch ein globaler *key player*, also einer der international führenden Akteure in der Forschung ist. So war zum Beispiel eines der ersten Projekte, die wir in der Helmholtz-Gemeinschaft initiiert haben, die Entwicklung eines umfassenden Erdbeobachtungssystems. In dieses System brachten mehrere Zentren ihr spezifisches Know-how ein: das DLR seine Kapazitäten zur Beobachtung der Erde aus der Luft und aus dem Weltraum, das Alfred-Wegener-Institut sein Know-how in der Polar- und Meeresforschung, das Geoforschungszentrum seine Kapazitäten zur Beobachtung der massiven Erde.

Die verschiedenen Fähigkeiten wurden zusammengebracht, um ein System zu entwickeln, das gravierende Veränderungen frühzeitig erkennt, überwacht und Hinweise für eine angemessene Reaktion gibt. Ich denke, dass der Beitrag, den die Helmholtz-Gemeinschaft zum Tsunami-Frühwarnsystem geleistet hat, ein gutes Beispiel dafür ist, dass die Bündelung der Kräfte in strategisch ausgerichteten Programmen Erfolg bringt.

### Haben Sie dabei alles erreichen können, was Sie geplant hatten?

Walter Kröll Nein, natürlich nicht alles. Mir war schon klar, dass man in vier Jahren eine Gemeinschaft rechtlich selbstständiger Zentren nicht fundamental verändern kann. Man kann Grundlagen für die weitere Entwicklung legen und Dinge initiieren. Aber viele der damaligen Initiativen, die unter meinem Nachfolger überzeugend weiterentwickelt wurden, tragen heute wesentlich zum internationalen Ansehen der Helmholtz-Gemeinschaft bei. Dazu gehören sicher die Programmorientierte Förderung, die Formulierung von Mission und Strategie, die Nachwuchsförderung und die Vernetzung mit Universitäten. Sie haben vorhin nach Überzeugungsarbeit gefragt. Die war in den ersten Jahren auch bei den rund 200 internationalen Gutachtern für die Programmorientierte Förderung gefordert. Sie mussten davon überzeugt werden, für die Helmholtz-Gemeinschaft, die sie oft kaum kannten, und für ein ihnen nicht vertrautes Begutachtungsverfahren mehrere Tage zu opfern. Inzwischen sind drei solcher Begutachtungsverfahren für alle Programme der Gemeinschaft gelaufen. Die durchgehend positive Beurteilung der zahlreichen, international renommierten Gutachter hat das Ansehen der Gemeinschaft in der *scientific community* beträchtlich erhöht.

### Dann hat sich die Arbeit gelohnt?

Walter Kröll Wenn ich heute von außen auf die Helmholtz-Gemeinschaft schaue, präsentiert sie sich in vieler Hinsicht von beeindruckender Stärke. Während in den 1990er Jahren die Frankfurter Allgemeine Zeitung einmal von den „morschen Kähnen“ der Großforschung schrieb, war kürzlich in der gleichen Zeitung vom „Primus unter den Forschungseinrichtungen“ zu lesen.



Prof. Dr. Jürgen Mlynek ist von 2005 bis 2015 Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft. Der Physiker lehrte und forschte an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich und der Universität Konstanz. Von 1996 bis 2001 war er Vizepräsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft, von 2000 bis 2005 Präsident der Humboldt-Universität zu Berlin. Er ist Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Preisträger und wurde 2010 mit dem Verdienstkreuz 1. Klasse des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland ausgezeichnet.

GESPRÄCH MIT JÜRGEN MLYNEK  
ÜBER SEINE ZEIT ALS PRÄSIDENT  
DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT DEUTSCHER  
FORSCHUNGSZENTREN VON 2005 BIS 2015

Herr Mlynek, als Sie 2005 Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft wurden, kamen Sie von der Humboldt-Universität. Worin unterschieden sich Universität und Forschungsorganisation?

Jürgen Mlynek In der Helmholtz-Gemeinschaft herrschte mehr Strategie- und Entscheidungsfähigkeit, mehr Umsetzungsstärke. Man konnte stärker darauf vertrauen, dass wirklich das beste Sachargument zählt, was in einer Gruppenuniversität mit sehr unterschiedlichen Partikularinteressen nicht immer der Fall war und ist. Sicher kam hinzu, dass das Themenspektrum der Helmholtz-Gemeinschaft dichter an dem dran war, was mich als Naturwissenschaftler fachlich interessiert. Schließlich war es auch die Größe der Aufgabe, die mich reizte, da ich schon immer ein Freund von „groß denken, groß handeln“ war. Damals verfügten wir über einen Haushalt von rund 2,5 Milliarden Euro, was schon zu dieser Zeit eine große Summe war. Jetzt haben wir einen 3,9 Milliarden-Euro-Jahreshaushalt. Ich hatte das Gefühl – Helmholtz war ja noch nicht so bekannt, auch nicht als Marke –, dass diese Forschungsorganisation großes Potenzial besitzt, einen besonderen Beitrag zum Forschungsstandort und auch zum Wirtschaftsstandort Deutschland zu leisten. Von daher gab es wirkliche Gestaltungsspielräume, nicht nur finanzieller Art, die ich an der Universität so nicht kannte. Dort gab es Spardiktate der Landespolitik mit der Notwendigkeit, damit verbundene einschneidende Strukturmaßnahmen zu realisieren. Dagegen stand bei den außeruniversitären Forschungseinrichtungen zu der Zeit bereits der erste Pakt für Forschung und Innovation an mit für fünf Jahre gesicherten Jahresbudgets und einem dreiprozentigen Mittelaufwuchs pro Jahr, eine im Vergleich zu den Universitäten geradezu paradiesische Situation. Ernüchternd war, als ich feststellen musste, dass ich bei Helmholtz endgültig in der Welt der Erwachsenen angekommen war. Das heißt, der unmittelbare Kontakt mit Studierenden und jungen Leuten fehlte mir nun. Das war etwas, woran ich mich gewöhnen musste.

Und wie würden Sie die Atmosphäre damals, die Stimmung in der Helmholtz-Gemeinschaft beschreiben?

Jürgen Mlynek Neugierig, abwartend, teilweise auch skeptisch, aber ... erwartungsvoll wohlwollend. Schließlich hatten mich die Mitglieder ja einstimmig gewählt.

Wohlwollend?

Jürgen Mlynek Ja, erwartungsvoll wohlwollend. Die Frage stand im Raum, in welche Richtung Helmholtz sich als Gemeinschaft weiterentwickeln sollte. Die auf Empfehlung des Wissenschaftsrats 2001 von der Bundespolitik beschlossene Helmholtz-Reform lag noch nicht lange zurück. Die erste Runde der Programmorientierten Förderung war zwar gelaufen, wurde aber in der Gemeinschaft nach wie vor skeptisch beurteilt. Von daher gab es Offenheit für einen Präsidenten, der als ausgewiesener Wissenschaftler von außen kam und einen frischen Blick auf die Gemeinschaft werfen konnte. Zudem erkannte die Gemeinschaft, dass die Kooperationen mit den Universitäten gestärkt werden mussten, was ja auch eine Absicht der Helmholtz-Reform war. Die Wahl eines auch im Kampf mit der Politik erprobten Universitätspräsidenten war daher aus meiner damaligen Sicht fest mit der Erwartung der Helmholtz-Zentren verbunden, dass das der Organisation am Ende vielleicht ganz guttun würde.

Welche Herausforderungen standen vor der Gemeinschaft?

Jürgen Mlynek Die Mission der Helmholtz-Gemeinschaft hat mich von Anfang an überzeugt: Das ist heute übrigens mehr denn je so. Mir war aber relativ schnell klar, dass wir die wissenschaftlichen Inhalte unserer Arbeit noch stärker in den Vordergrund stellen mussten. Also die Frage: Haben wir eigentlich die richtigen Themen, nicht zuletzt unter strategischen Gesichtspunkten? Und dann die Qualitätsfrage: Wie stehen wir mit unserer Forschung da, und zwar nicht nur im nationalen, sondern auch im internationalen Vergleich. Verfügen wir über die entsprechenden Forschungsinfrastrukturen, um unsere ambitionierten Forschungsziele erreichen zu können? Und schließlich: Haben wir die richtigen Leute dafür? Rekrutieren wir adäquat, auf allen Ebenen – von den Nachwuchswissenschaftlern bis hin zu den Spitzenforschern und Spitzenforscherinnen? Wie gehen wir überhaupt mit dem Thema „Talentmanagement“ um, eine Frage, die später unter anderem zur Gründung der Helmholtz-Akademie führte im Sinne der Professionalisierung von Führungsaufgaben.

Sie legten also ein starkes Gewicht auf die inhaltlichen Fragen?

Jürgen Mlynek Ich wollte das liefern, was die Mission verspricht – und die Mission von Helmholtz galt schon damals so wie heute und das ist nach wie vor eine Herausforderung: nämlich, Beiträge zu leisten zur Lösung großer gesellschaftlicher Fragen durch strategisch ausgerichtete Forschung im nationalen Auftrag. Das hieß 2005 schon Spitzenforschung. Hinzu kam die Strukturfrage: Damit meine ich einerseits die Gemeinschaftsebene, andererseits die Ebene der rechtlich selbstständigen Zentren. Mit diesem Spannungsfeld teilweise unterschiedlicher Interessen musste man umgehen, was übrigens bis heute gilt. In jedem Fall galt es, das vorhandene Synergiepotenzial in den Forschungszentren zusammenzuspannen, um hier einen Mehrwert im nationalen Interesse auch unter strategischen

*„Wir haben heute in der Gemeinschaft eine gute Balance, die die Stärke von Helmholtz ausmacht: Die Zentren stark zu lassen auf der einen Seite, aber auch die Gemeinschaft zu stärken und diese Stärke zu halten.“*

JÜRGEN MLYNEK



64 Gesichtspunkten effektiv zu nutzen, gerade auch in verstärkter Kooperation mit den Universitäten.

#### Was war das Ziel, wo sollte sich die Helmholtz-Gemeinschaft in Ihrer Zeit hin entwickeln?

Jürgen Mlynek Mein Ziel war, Helmholtz als eine Forschungsorganisation zu positionieren, die einerseits für herausragende Grundlagenforschung mit langem Atem steht, andererseits auf wichtigen Themenfeldern wie Energie und Gesundheit nationale Forschungsinteressen bedient, interdisziplinär, systemisch orientiert, mit kritischer Masse und mit einzigartigen Forschungsinfrastrukturen. Helmholtz sollte – das klingt jetzt vielleicht ein bisschen pathetisch – einen Beitrag dazu leisten, dass es in Deutschland auch in Zukunft hochqualifizierte Arbeitsplätze für hochqualifizierte Menschen gibt, und wo am Ende meine eigenen Kinder sagen: „Das ist ein Land, in dem wir leben können und leben wollen.“

#### Worin zeigte sich die Weiterentwicklung?

Jürgen Mlynek Helmholtz wird mittlerweile als eine starke und sehr dynamische Forschungsorganisation im deutschen Wissenschaftssystem wahrgenommen. Auch unsere internationale Sichtbarkeit hat deutlich zugenommen. Die Programmorientierte Förderung hat sich bewährt, unsere Forschungsprogramme sind hervorragend evaluiert worden, die Kooperationen innerhalb der Gemeinschaft sind intensiviert und viele neue strategische Partnerschaften insbesondere mit Universitäten etabliert worden. Hierbei war die bundesdeutsche Exzellenzinitiative sehr hilfreich: Prominente Beispiele für ein enges Zusammengehen zwischen Universität und außeruniversitären Forschungseinrichtungen sind das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und die Jülich Aachen Research Alliance (JARA).

Für neue Kooperationen jeglicher Art hat sich auf Gemeinschaftsebene insbesondere der Impuls- und Vernetzungsfonds als sehr hilfreich erwiesen, der mittlerweile drei Prozent der Grundfinanzierung von Helmholtz beträgt. Dieser Fonds schafft während der Programmperiode von fünf Jahren zusätzliche Möglichkeiten, Themenfelder innerhalb der Gemeinschaft neu zu setzen, gerade auch durch die Vernetzung mit den Universitäten.

Auf dem Gebiet der Nachwuchsgruppen, Doktorandenausbildung, Gleichstellung, Allianzen – also nationalen Forschungsverbänden – konnten so Akzente gesetzt werden, alles Bereiche, in denen Handlungsbedarf bestand.

#### Und wie hat sich die Helmholtz-Gemeinschaft in Ihrer Zeit profiliert?

Jürgen Mlynek Wir gelten als Wissenschaftsorganisation, die hält, was sie verspricht. Wir haben bewiesen, dass wir Forschungsthemen national etablieren und vorantreiben können, und zwar für alle Bereiche, für die wir stehen: Energie, Gesundheit, Erde und Umwelt, Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr, Materie und Schlüsseltechnologien. Wer bei uns arbeitet, steht zu unserer Mission! Wer bei uns tätig ist, schätzt einerseits Planbarkeit und Kontinuität seiner Arbeiten, andererseits die Herausforderung, auf zentralen Zukunftsfeldern unserer Gesellschaft mit neuen kreativen Ideen Lösungsvorschläge beizutragen.

Was war dabei mein Beitrag? Einfach gesagt, Begeisterung für exzellente Forschung zu wecken und zu fördern. Ich habe erst einmal zugehört und in den ersten Jahren meiner Amtszeit versucht nach innen zu wirken, alle Zentren zu besuchen, mit vielen Leuten zu sprechen. Und zuzuhören: Wie zufrieden sind die Doktoranden? Wie steht es um den wissenschaftlichen Nachwuchs? Wie ticken die führenden Wissenschaftler, die dann auch Leitungsfunktionen übernehmen? Wie sieht die Gemeinschaft aus Sicht der Zentren aus und bekommt man die Zentren zu der Überzeugung, dass sie nur dann stark bleiben werden, wenn es auch eine starke Gemeinschaft gibt? Und ich habe alle ermuntert, Helmholtz auch öffentlich stärker zu vertreten, was ich auch selbst gemacht habe. Dadurch ist Helmholtz sichtbarer geworden und auch der Politik wurde klar, dass der Helmholtz-Gedanke funktioniert. Diese neue Positionierung ist nicht über Nacht entstanden, das war ein Entwicklungsprozess, zu dem viele beigetragen haben und der nicht zuletzt – das möchte ich hier ausdrücklich und anerkennend festhalten – ohne die Unterstützung der Vorstände der Helmholtz-Zentren nicht möglich gewesen wäre.

### In Ihrer Präsidentschaft gab es ja zwei Nobelpreise für die Helmholtz-Gemeinschaft ...

Jürgen Mlynek Das hat natürlich auch geholfen, weil die Meinung bestand und teilweise immer noch besteht, dass wir durch die Programmorientierung unseren Forscherinnen und Forschern enge thematische Korsetts anlegen. Wenn dann die Helmholtz-Gemeinschaft Nobelpreise gewinnt – in unterschiedlichen Bereichen und enger zeitlicher Folge –, erzeugt das nicht nur mediale Aufmerksamkeit, sondern stärkt auch die Wahrnehmung, dass man auch in einem strategisch-programmatisch geprägten Umfeld hervorragende Grundlagenforschung machen kann, die Nobelpreise ermöglicht.

### In Ihrer Zeit ist die Helmholtz-Gemeinschaft auch gewachsen. War das geplant?

Jürgen Mlynek Nein, das hat sich aus unterschiedlichsten Gründen so ergeben. Da gab es zunächst eine Anfrage des zur Leibniz-Gemeinschaft gehörenden Forschungsinstituts BESSY in Adlershof auf Aufnahme in Helmholtz. Aber als eigenständige Einrichtung war BESSY zu klein, weshalb die Fusion mit dem damaligen Hahn-Meitner-Institut zum Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie angestoßen wurde, denn es war damals schon absehbar, dass die Materialforschung immer wichtiger werden würde und die Kombination von Protonen- und Neutronenforschung dafür eine gute Idee war. Das zweite neue Zentrum war das Deutsche Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE): Das DZNE wurde auf Vorschlag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), *in persona* von der damaligen Bundesministerin Annette Schavan, initiiert. Die Grundlage dafür war eine Kabinettsentscheidung, dass Deutschland auf dem Gebiet der Alzheimer- und Parkinsonforschung mehr tun muss. Das BMBF übertrug uns daraufhin die Aufgabe einer Neugründung. Das haben wir – ich denke erfolgreich, wie die Programmbegutachtung gezeigt hat – in Angriff genommen. Erfolgreich dabei war auch das neue Modell, neben dem Mutterzentrum Partnerstandorte an universitären Standorten institutionell zu fördern. Damit war das DZNE auch das Pilotprojekt für die anderen Deutschen Zentren für Gesundheitsforschung. Das dritte Zentrum war das Forschungszentrum Rossendorf, wie BESSY auch ein Institut der Leibniz-Gemeinschaft. Hier gab es eine klare Empfehlung des Wissenschaftsrates aus wissenschaftlichen und strukturellen Gründen auf institutionelle Neuordnung in die Helmholtz-Gemeinschaft. Der Übergang erfolgte sehr professionell und wir freuen uns, dass Helmholtz mit dem Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf jetzt auch am so wichtigen Forschungsstandort Dresden hervorragend vertreten ist. Als viertes neues Zentrum ist schließlich GEOMAR in Kiel dazugekommen, das ebenfalls zur Leibniz-Gemeinschaft gehörte. Das GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel ist jetzt sehr gut aufgehoben im Helmholtz-Kontext mit seinen großen Forschungsinfrastrukturen, also den Schiffen und der Tiefsee-robotik, und passt sehr gut in den Forschungsbereich Erde und

Umwelt. Schließlich kann, in Bezug auf das Wachstum der Gemeinschaft, auch das Karlsruher Institut für Technologie genannt werden, als Zusammenschluss des damaligen Forschungszentrums Karlsruhe mit der Universität Karlsruhe.

### Was waren die wichtigsten Faktoren, die dazu beigetragen haben, dass die Helmholtz heute als größte Forschungsorganisation Bestand hat?

Jürgen Mlynek Die Überzeugung, dass man in einem Land wie Deutschland eine Organisation wie Helmholtz wirklich benötigt. Ich sage immer: Wenn es Helmholtz nicht gäbe, müsste man uns erfinden. Wir verfolgen mit langem Atem Forschungsziele von nationaler Bedeutung. Wir tun das stark interdisziplinär, mit einem Systemansatz und auch mit dem Anspruch, einen Unterschied zu machen – das ist das, was ich gerne mit „groß denken, groß handeln“ bezeichne – und mit Forschungsinfrastrukturen und Großgeräten, die einmalig sind – nicht nur national, sondern international. Wenn Sie einen Teilchenbeschleuniger bauen, dann betreiben Sie den für 20 oder 30 Jahre. Ein solches Gerät ist dann auch ein Markenzeichen eines Forschungszentrums. Entscheidend ist also einerseits die Kontinuität, die wir brauchen – auch zur Bewältigung dessen, was die Politik von uns erwartet –, kombiniert mit andererseits einer dynamischen Komponente, die es gestattet, neue Themen aufzunehmen und entsprechend zu reagieren, und zwar mit kritischer Masse: Wenn wir neue Themen anfangen, dann wollen wir zu bisherigen Initiativen einen wirklichen Unterschied erzeugen und international zur Spitzengruppe gehören. Dafür braucht es Planungssicherheit und klare Perspektiven, um angestoßene Dinge umzusetzen und zu konsolidieren. Nicht weniger wichtig sind entsprechende Verfahren und Ressourcen. Dieselben weiterzuentwickeln wird, denke ich, eine wichtige Aufgabe für die nächsten Jahre sein. Die Tatsache, dass die Politik einer Fortsetzung des Paktes für Forschung und Innovation bis 2020 zugestimmt hat, werte ich in diesem Zusammenhang als ausgesprochen positives Zeichen.

### Haben Sie alle ihre Ziele erreichen können, die Sie sich gesetzt hatten?

Jürgen Mlynek Als ich das Amt antrat war das, was letztlich entstanden ist, noch nicht absehbar. Ich denke im Rahmen dessen, was möglich ist – thematisch, strukturell und finanziell –, bin ich mit dem Erreichten zufrieden. Wir haben heute in der Gemeinschaft eine gute Balance, die die Stärke von Helmholtz ausmacht: Die Zentren stark zu lassen auf der einen Seite, aber auch die Gemeinschaft zu stärken und diese Stärke weiterzuentwickeln.

### Und was sind die wichtigsten Eigenschaften für eine Präsidentin oder einen Präsidenten der Helmholtz-Gemeinschaft?

Jürgen Mlynek Er muss klare Ziele haben und er muss auf dem Weg alle mitnehmen können.

# DIE HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT IM PORTRÄT

66

Welche Gene sind für das Wachstum von Krebs verantwortlich? Wie werden wir uns künftig in den Städten fortbewegen? Mit welchen Materialien lassen sich Solarzellen optimieren? Mit solchen und vielen anderen Fragen beschäftigen sich die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in den 18 Forschungszentren der Helmholtz-Gemeinschaft. Ihr Auftrag: Forschung, die wesentlich dazu beiträgt, große und drängende Fragen von Wissenschaft, Gesellschaft und Wirtschaft zu beantworten. Die 37.000 Helmholtz-Beschäftigten konzentrieren sich in ihrer Arbeit auf all jene komplexen Systeme, die den Menschen und seine Umwelt bestimmen. Sie arbeiten daran, die Lebensgrundlagen des Menschen langfristig zu sichern und die technologische Basis für eine wettbewerbsfähige Wirtschaft zu schaffen. Neben den exzellenten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in den Zentren sind dabei die leistungsfähigen Forschungsinfrastrukturen entscheidend, die durch ein modernes Forschungsmanagement koordiniert werden.

Die Helmholtz-Gemeinschaft ist die größte Wissenschaftsorganisation Deutschlands. Ihr jährliches Gesamtbudget beträgt 3,99 Milliarden Euro. Es wird zu mehr als zwei Dritteln von Bund und Ländern getragen, wobei der Bund 90 Prozent dieser Grundfinanzierung übernimmt. Rund ein Drittel des Gesamtbudgets werben die Zentren als Drittmittel ein.

## DIE MISSION DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

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 und 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.

## PROGRAMMORIENTIERT FORSCHEN

Die Kräfte der Helmholtz-Gemeinschaft sind in sechs Forschungsbereichen gebündelt: Energie, Erde und Umwelt, Gesundheit, Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr, Materie und Schlüsseltechnologien. Die Wissenschaftler aus den einzelnen Zentren der Gemeinschaft legen die Inhalte ihrer Forschung innerhalb ihres jeweiligen Forschungsbereichs in strategischen Programmen fest – mit Kooperationen über die Grenzen von Institutionen und Disziplinen hinweg und im Wettbewerb um die Forschungsgelder. Regelmäßige Evaluationen entscheiden über die Finanzierung der Forschungsprogramme. Diese Aufgabe übernehmen internationale und unabhängige Experten. Ihre Gutachten sind die Grundlage für die Entscheidung, in welcher Höhe und in welcher Aufteilung Bund und Länder die Forschungsprogramme fördern. So ist sichergestellt, dass sich die Forschungsergebnisse der Helmholtz-Gemeinschaft mit denen führender Forschungseinrichtungen auf der ganzen Welt messen können. Die Helmholtz-Gemeinschaft ist so in einzigartiger Weise in der Lage, nicht nur Lösungen für Einzelfragen anzubieten. Ihre Forscherinnen und Forscher bearbeiten komplexe Fragestellungen, die für Wissenschaft, Gesellschaft und Wirtschaft von grundsätzlicher Bedeutung sind – zum Nutzen von Gesellschaft und Wirtschaft. Die Mitgliedszentren übernehmen damit die Aufgabe von nationalen Forschungslaboren, die der Wissenschaftsstandort Deutschland benötigt, um definierte Forschungsziele in strategisch wichtigen Themenfeldern zu erreichen.

## ZUKUNFTSGESTALTUNG DURCH PARTNERSCHAFT

In den vergangenen Jahren hat sich die Helmholtz-Gemeinschaft noch stärker mit strategischen Forschungspartnern vernetzt. So hat sie die Kooperation insbesondere mit den Universitäten ausgebaut. Dafür hat die Gemeinschaft sowohl neuartige Struktur- und Governance- als auch Kooperationsmodelle entwickelt. Im Rahmen dieser Vernetzung entstanden bundesfinanzierte, nationale Einrichtungen wie das Karlsruher Institut für Technologie sowie dezentrale und institutionell finanzierte Netzwerke nach dem Modell des Deutschen Zentrums für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE). Weitere starke Partnerschaften entstanden in Form der sieben neuen Helmholtz-Institute. Durch diese Gründungen, die jeweils eine Außenstelle eines Helmholtz-Zentrums auf dem Campus einer Universität sind, entsteht die Grundlage für eine dauerhafte enge Zusammenarbeit auf spezifischen Forschungsfeldern, die für beide Institutionen besonderes Gewicht haben. Die neuen Institute stehen für eine besondere Intensität der strategischen Partnerschaften zwischen Forschungszentren und Universitäten und entwickeln sich zu überregionalen Schwerpunktzentren.

Ein zentrales Förderinstrument ist der Impuls- und Vernetzungsfonds in der Helmholtz-Gemeinschaft. Er trägt wesentlich dazu bei, die strategischen Ziele der Gemeinschaft zu erreichen und ihre Selbstverpflichtungen im Rahmen des Pakts für Forschung und Innovation umzusetzen. Der Fonds ermöglicht es, flexibel

zu reagieren und Impulse dort zu setzen, wo schnelle Ergebnisse in Forschung und Organisationsstruktur nötig sind. Im Einklang mit den Zielen des Pakts für Forschung und Innovation ist auch hier die wettbewerbsorientierte Vergabe der Fördermittel das Grundprinzip. Durch die Aufstockung der jährlich zu vergebenden Summe von 20 Millionen Euro im Jahr 2003 auf nunmehr 80,7 Millionen Euro im Jahr 2014 ist die Durchschlagskraft des Fonds beachtlich.

Weitere wichtige Förderelemente der vernetzten Forschung sind neben den Helmholtz-Allianzen, um Zukunftsthemen zu besetzen, die Virtuellen Helmholtz-Institute für die Vernetzung im Wissenschaftssystem und die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses auf allen Qualifikationsebenen. Der Fonds schafft somit Rahmenbedingungen für Spitzenforschung und treibt zukunftsweisende Forschungsvorhaben im richtigen Moment voran – gerade wenn es gilt, exzellente Wissenschaftlerinnen oder Wissenschaftler zu gewinnen oder zu halten.

## GROSS IN DER FORSCHUNG

Die Bearbeitung anspruchsvoller wissenschaftlicher Fragestellungen gelingt vielfach nur durch den Einsatz großer und komplexer Forschungsinfrastrukturen. Als einzige Forschungsorganisation in Deutschland hat die Helmholtz-Gemeinschaft die Mission, solche Forschungsinfrastrukturen aufzubauen, zu betreiben und weiterzuentwickeln und neue Infrastrukturen zu initiieren. Mit ihrer Hilfe können neue Forschungsbereiche erschlossen und entscheidende wissenschaftliche Fortschritte erzielt werden. Sie ermöglichen Entwicklungssprünge, nicht nur durch tiefere Einsichten in die Natur, sondern auch ganz konkret durch die Entwicklung nützlicher Materialien, wirksamer Diagnose- und Therapieoptionen und neuer Technologien. In der Helmholtz-Gemeinschaft sorgen die wissenschaftlichen Infrastrukturen für herausragende Forschungsbedingungen: Sie stehen Teams aus Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen aus dem In- und Ausland zur Verfügung und bilden damit Kristallisationskeime für große internationale Kooperationen und Netzwerke. Sie tragen wesentlich dazu bei, dass Deutschland als Standort für Forschung und Technologieentwicklung attraktiv ist. Der Aufbau und die Weiterentwicklung von Forschungsinfrastrukturen bieten auch dem wissenschaftlichen Nachwuchs Chancen auf umfassende und optimale Ausbildung – nicht nur durch bahnbrechende Forschungsmöglichkeiten, sondern auch durch die Kooperationen mit internationalen Partnern, durch anspruchsvolle Management-Aufgaben und engen Kontakt zu High-Tech-Unternehmen, die häufig gemeinsam mit den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern neue technologische Lösungen entwickeln.

In all diesen Entwicklungen steht der Name Helmholtz für nachhaltige Forschung, welche die Vernetzung als Prinzip für forschendes Denken und Handeln voraussetzt. So schafft die Gemeinschaft tragfähige Grundlagen für die Gestaltung der Zukunft.

# ZENTREN, STANDORTE UND HELMHOLTZ-INSTITUTE IN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

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

Hauptsitz: Bremerhaven | Standorte: Forschungsstelle Potsdam, Helgoland, List/Sylt; Forschungsbereich: Erde und Umwelt

## Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

Hauptsitz: Hamburg | Standort: Zeuthen; Forschungsbereich: Materie

## Deutsches Krebsforschungszentrum

Standort: Heidelberg; Forschungsbereich: Gesundheit

## Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

Hauptsitz: Köln | Standorte: Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen, Weilheim; Forschungsbereiche: Energie, Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr

## Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE)

Hauptsitz: Bonn | Standorte: Berlin, Dresden, Göttingen, Magdeburg, München, Rostock/Greifswald, Tübingen, Witten; Forschungsbereich: Gesundheit

## Forschungszentrum Jülich

Hauptsitz: Jülich | Standorte: Aachen, Berlin, Düsseldorf, Garching, Rostock, Grenoble (Frankreich), Oak Ridge (USA); Forschungsbereiche: Energie, Erde und Umwelt, Schlüsseltechnologien, Materie  
Helmholtz-Institut Münster; Helmholtz-Institut Erlangen-Nürnberg (zusammen mit HZB)

## GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel

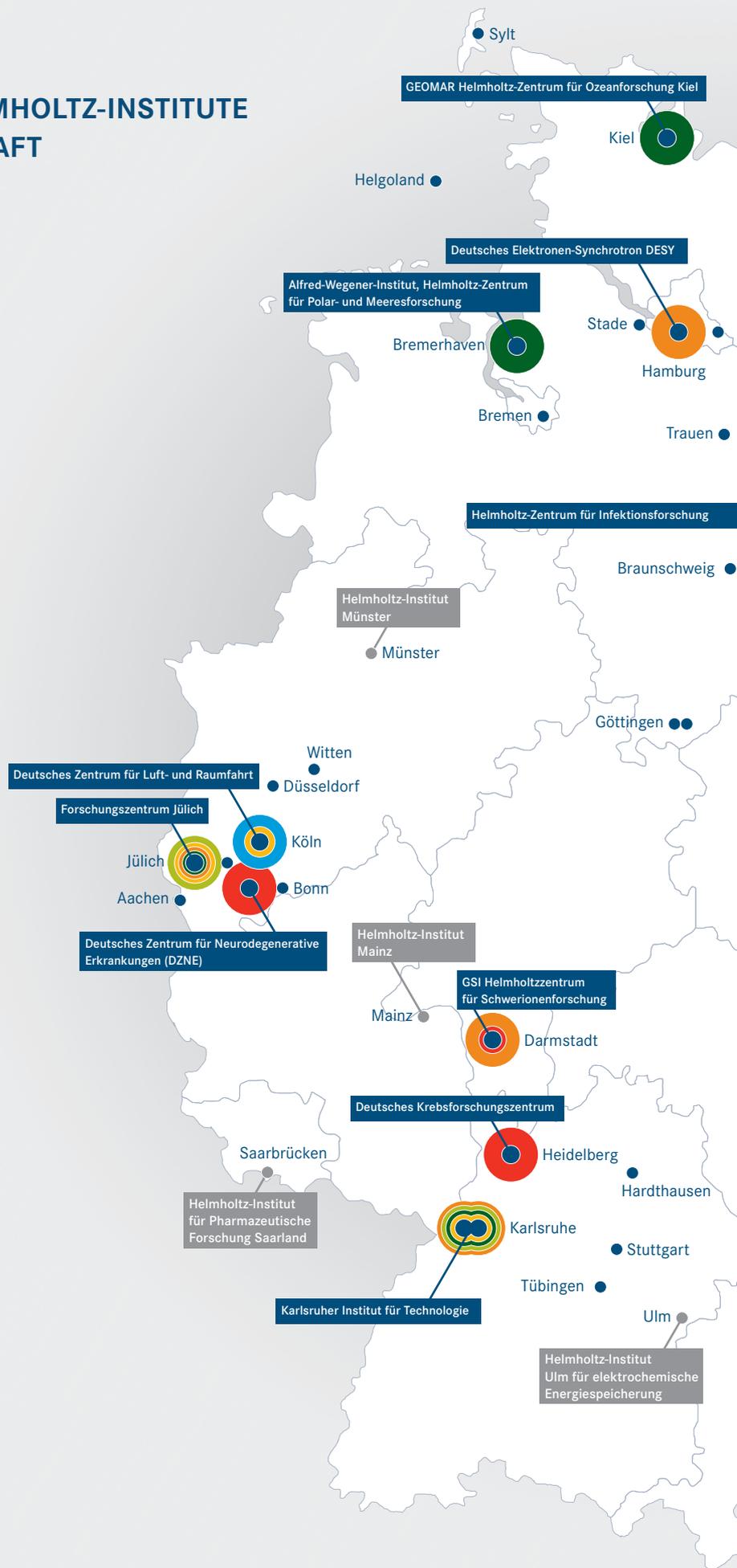
Standort: Kiel; Forschungsbereich: Erde und Umwelt

## GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung

Standort: Darmstadt; Forschungsbereiche: Gesundheit, Materie  
Helmholtz-Institut Jena; Helmholtz-Institut Mainz

## Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie

Standort Wannsee und Standort Adlershof  
Forschungsbereiche: Energie, Materie  
Helmholtz-Institut Erlangen-Nürnberg (zusammen mit Forschungszentrum Jülich)





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

**Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf**  
 Hauptsitz: Dresden | Standorte: Leipzig, Grenoble (Frankreich);  
 Forschungsbereiche: Energie, Gesundheit, Materie  
 Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie

**Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung**  
 Standort: Braunschweig; Forschungsbereich: Gesundheit  
 Helmholtz-Institut für Pharmazeutische Forschung Saarland

**Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ**  
 Hauptsitz: Leipzig | Standorte: Halle, Magdeburg  
 Forschungsbereiche: Energie, Erde und Umwelt, Gesundheit

**Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung**  
 Hauptsitz: Geesthacht | Standort: Teltow; Forschungsbereiche:  
 Erde und Umwelt, Materie, Schlüsseltechnologien

**Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt**  
 Standort: München; Forschungsbereiche: Gesundheit, Erde und Umwelt

**Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungszentrum GFZ**  
 Standort: Potsdam; Forschungsbereiche: Energie, Erde und Umwelt

**Karlsruher Institut für Technologie**  
 Hauptsitz: Karlsruhe | Standorte: Campus Nord Karlsruhe, Campus Süd Karlsruhe, Außenstelle Garmisch-Partenkirchen; Forschungs-  
 bereiche: Energie, Erde und Umwelt, Schlüsseltechnologien, Materie  
 Helmholtz-Institut Ulm für elektrochemische Energiespeicherung

**Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch**  
 Standort: Berlin-Buch; Forschungsbereich: Gesundheit

**Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (assoziiertes Mitglied)**  
 Hauptsitz: Garching bei München | Standort: Greifswald  
 Forschungsbereich: Energie

- Hauptsitz Zentrum
- Zentrenstandort
- Helmholtz-Institut

Die sechs Forschungsbereiche der Helmholtz-Gemeinschaft orientieren sich seit ihrer Entstehung an den großen und drängenden Fragen der Gesellschaft und entwickeln Lösungsansätze für morgen und übermorgen. Seit 2002 wird die Helmholtz-Forschung alle fünf Jahre in den Programmen von internationalen und unabhängigen Experten auf den Prüfstand gestellt. Die Ergebnisse der Begutachtungen sind Basis für die Entscheidung über die Finanzierung der Forschungsprogramme. Dieses tiefgehende und umfangreiche Evaluationsverfahren, die Programmorientierte Förderung, verbindet die strategische Frage nach den wichtigen Forschungsthemen mit der Frage nach der Qualität der Forschung. Ergänzt wird die Programmforschung durch weitere Förderwege: Zentrenübergreifend entstehen zusammen mit Universitäten und anderen Kooperationspartnern neue Verbundstrukturen, um Wissenschaftsthemen anzustoßen und zu bearbeiten.

# DIE FORSCHUNGSBEREICHE AUF EINEN BLICK

## Energie

An einer Energieversorgung, die ökonomisch, ökologisch und gesellschaftlich tragbar ist, 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 erneuerbare Energieträger zu ersetzen und die Etablierung eines nachhaltigen Energiesystems voranzutreiben, um somit die Energiewende in Deutschland mit zu unterstützen. Hierzu gehört auch die Forschung im Bereich Kernfusion, mit der die Helmholtz-Gemeinschaft langfristig eine neue Energiequelle erschließen will. Darüber hinaus verfügt die Gemeinschaft über herausragendes Know-how in der nuklearen Sicherheits- und Endlagerforschung.

## Erde und Umwelt

Im Forschungsbereich Erde und Umwelt untersuchen Helmholtz-Forscher grundlegende Funktionen des Systems Erde und die Wechselwirkungen zwischen Natur und Gesellschaft. Schwerpunkte liegen darin, die langfristigen Erdbeobachtungssysteme auszubauen und zu vernetzen, Vorhersagen zu verbessern und die Ergebnisse schnellstmöglich der Gesellschaft bereitzustellen. Die Wissenschaftler erarbeiten wissenschaftsbasierte Handlungsempfehlungen, welche regionalen Auswirkungen Klimawandel haben kann oder wie sich Ressourcen der Erde nachhaltig nutzen lassen, ohne die Lebensgrundlagen zu zerstören. Eine wichtige Rolle spielt der Aufbau und Betrieb von Infrastrukturen wie Forschungsschiffe, Tiefseefahrzeuge, Eisbrecher, Satelliten, Forschungsflugzeuge, Polarstationen und Langzeitbeobachtungssysteme.

## Gesundheit

Helmholtz-Wissenschaftler im Bereich Gesundheit erforschen Ursachen und Entstehung großer Volkskrankheiten. Die Wissenschaftler verfolgen das Ziel, 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 – auch um Forschungsergebnisse schneller in der klinischen Anwendung und für die individualisierte Medizin nutzbar zu machen.

## Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr

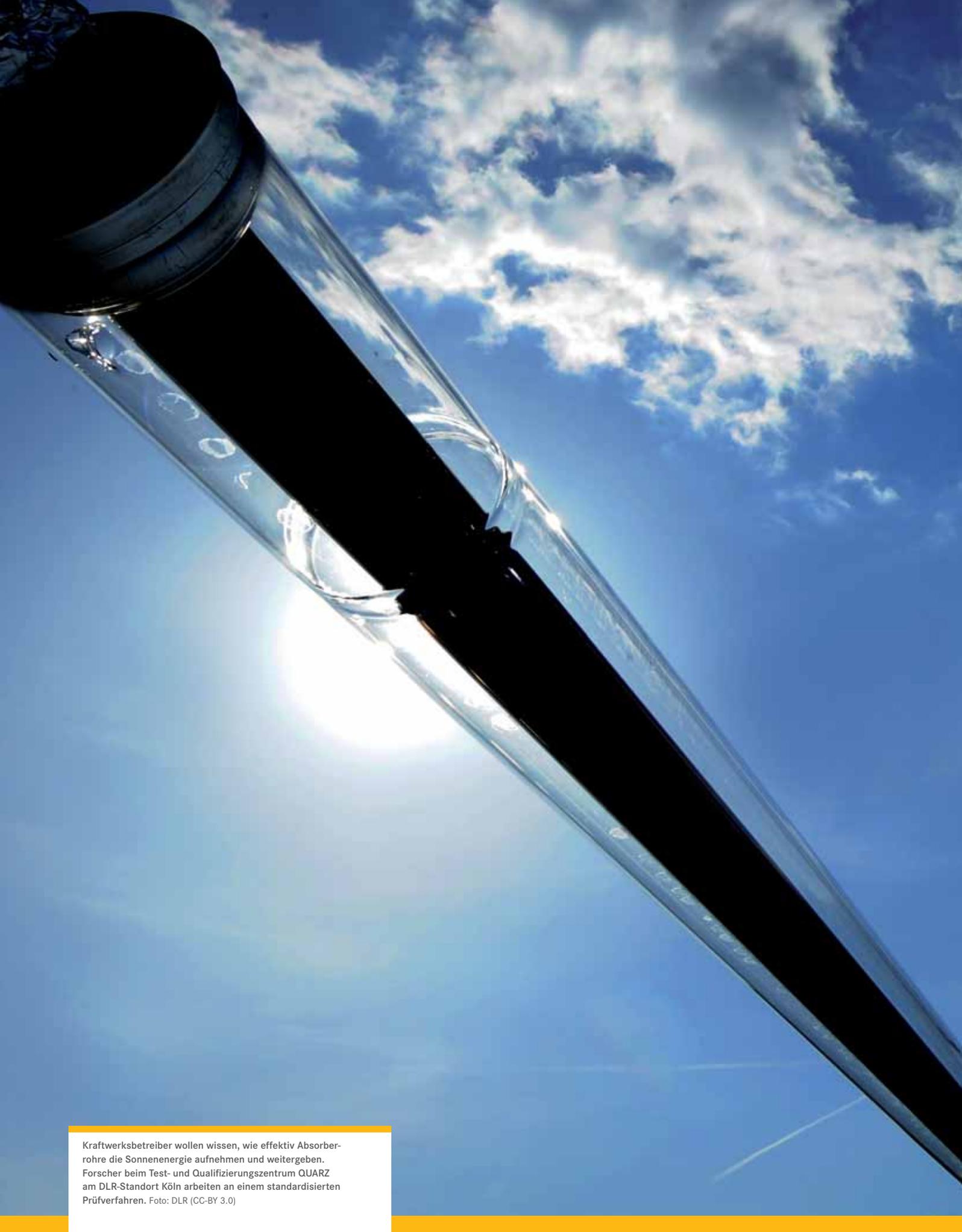
Wissenschaftler des Forschungsbereichs Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr greifen mit den Themen Mobilität, Information, Kommunikation, Ressourcenmanagement sowie Umwelt und Sicherheit wichtige Herausforderungen der Gesellschaft auf. Die ganzheitliche Betrachtung der Lufttransportsysteme ist – wie die Forschung für ein modernes Verkehrssystem – für Menschen und Güter anwendungsorientierte Forschung. In der Raumfahrtforschung werden die wissenschaftlichen und technologischen Grundlagen für neue Raumfahrtmissionen geschaffen. Dabei stehen die Erdbeobachtung, die Erforschung des Weltraums oder die Forschung unter Weltraumbedingungen, Technik für Raumfahrtsysteme und Robotik im Mittelpunkt.

## Materie

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. So liefern sie die Wissensbasis für ein besseres Verständnis unseres Universums und für das Design maßgeschneiderter Materialien und Wirkstoffe. Dafür werden im Forschungsbereich Großgeräte und Forschungsinfrastrukturen entwickelt und betrieben und auch Nutzern aus aller Welt zur Verfügung gestellt.

## Schlüsseltechnologien

Die Wissenschaftler im Forschungsbereich Schlüsseltechnologien erforschen und entwickeln generische Technologien, die ein breites Anwendungsfeld haben und wichtig für die Zukunftsfähigkeit der Gesellschaft sind. Insbesondere fokussiert die Forschung in diesem Bereich auf die Material- und Nanowissenschaften, Informations- und Kommunikationstechnologien sowie Lebenswissenschaften. Interdisziplinäre Strukturen sind hier die Basis für die Entwicklung von Zukunftstechnologien in der Medizin und in den Lebenswissenschaften. Die Forschungszentren agieren als Taktgeber für Innovation und Entwickler für die Zukunftsfelder der Hightech-Strategie der Bundesregierung.



Kraftwerksbetreiber wollen wissen, wie effektiv Absorberrohre die Sonnenenergie aufnehmen und weitergeben. Forscher beim Test- und Qualifizierungszentrum QUARZ am DLR-Standort Köln arbeiten an einem standardisierten Prüfverfahren. Foto: DLR (CC-BY 3.0)

A large-scale solar panel array is shown from a low angle, looking up towards a bright sun. The sun is positioned in the upper center, creating a strong lens flare effect. The solar panels are arranged in a grid pattern, with their surfaces reflecting the sky and the sun. The sky is a deep blue with some light clouds. A yellow rectangular box is overlaid on the right side of the image, containing the text 'Forschungsbereich' and 'ENERGIE' in white.

Forschungsbereich

**ENERGIE**

## MIT ENERGIE IN DIE ZUKUNFT

74

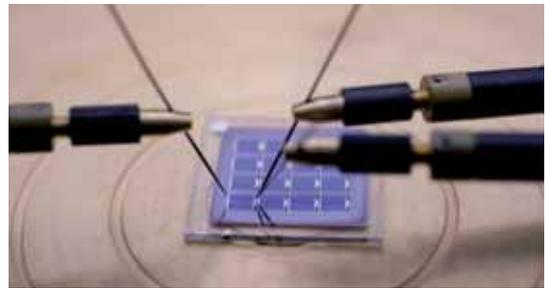
Eine ausreichende Versorgung mit sicherer, bezahlbarer und umweltverträglicher Energie ist Voraussetzung für die Entwicklung der Menschheit. Dabei zeigen sich seit Langem zwei zentrale Herausforderungen: die Endlichkeit der fossilen Energieressourcen und deren kritische regionale Verfügbarkeit sowie die ungelösten Probleme, wie sich die Rückstände von Verbrennung und Kernspaltung gefahrlos beseitigen lassen. Beide Herausforderungen treiben die Kosten für Energie in die Höhe und zwingen dazu, neue Lösungen zu finden.

Die Schwerpunkte der Helmholtz-Energieforschung liegen auf langfristig strategischen Themen. So widmen sich die meisten der am Forschungsbereich Energie beteiligten Helmholtz-Zentren den Aufgaben, innovative Energietechnologien zu entwickeln und deren Kosten sowie Umweltauswirkungen so gering wie möglich zu halten. Eine hohe Effizienz der Energiesysteme stellt dabei von jeher ein wichtiges Ziel dar. Dabei profitiert die Helmholtz-Energieforschung in großem Maße von Entwicklungen in anderen Bereichen, besonders in den Werkstoff-, Bio- und Informationstechnologien.

Um die Einbettung neuer Energiesysteme in die Gesellschaft zu bewerten und zu erleichtern, stellt die Energieforschung immer neue Fragen an die Grundlagenforschung, die Klima- und Umweltforschung und nicht zuletzt die Sozialwissenschaften. Der umfassende und übergreifende Charakter der Energieforschung macht diese Arbeiten zu einem Kernbereich gerade der großen Helmholtz-Zentren. Diese sind in den vergangenen zwei Jahrzehnten zu einem wichtigen Kooperationspartner der Hochschulen und anderer Forschungseinrichtungen im In- und Ausland geworden.



Dish-Stirling-Anlage: Parabolspiegel bündeln die Sonnenstrahlung in einem Brennpunkt. Die Wärmeenergie wird durch einen Stirling-Motor in mechanische Energie umgewandelt, die ein Generator zur Erzeugung von Elektrizität nutzt. Foto: DLR/Ernsting



Aus dünnen Schichten wird elektrischer Strom erzeugt – hier eine Dünnschichtsolarzelle aus amorphem Silizium. Foto: HZB/B. Schurian



In der bioliq®-Pilotanlage wird Restbiomasse wie Stroh oder Holzabfälle in umweltfreundliche und motorenverträgliche synthetische Kraftstoffe umgewandelt. Foto: KIT

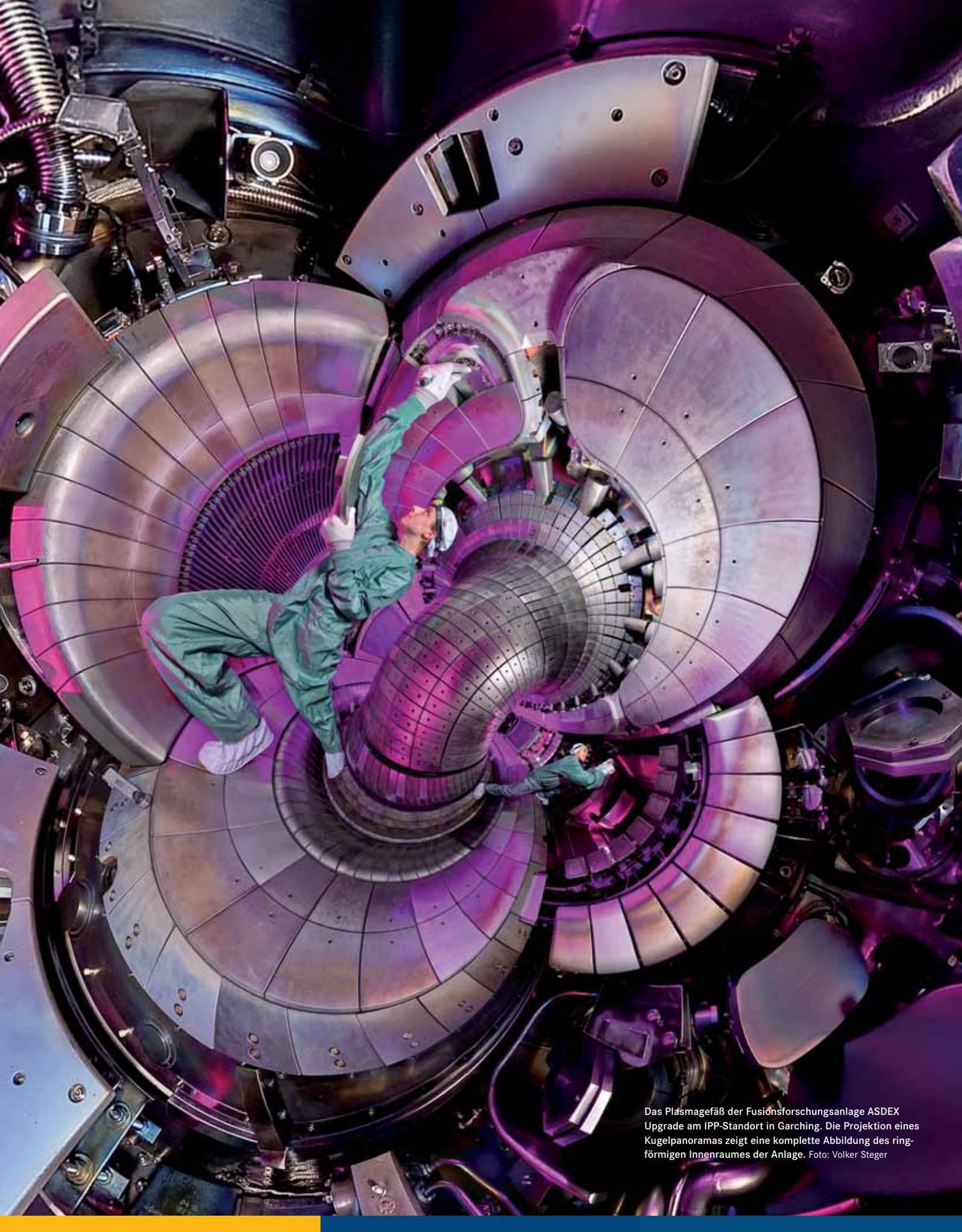
In Deutschland sind die beschriebenen Herausforderungen aktueller denn je: Forschung, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft stehen vor der Jahrhundertaufgabe, die beschlossene Energiewende zu verwirklichen. Bis zum Jahr 2050 soll der Primärenergieverbrauch Deutschlands gegenüber 2008 halbiert werden. Erneuerbare Energien sollen dann 60 Prozent des Bruttoendenergieverbrauchs und mindestens 80 Prozent des Bruttostromverbrauchs decken. Diese ehrgeizigen Ziele lassen sich nur über einen grundlegenden Umbau des Energiesystems erreichen. Dazu bedarf es neuer Technologien für die Nutzung der Primärenergien, für die Erschließung, Umwandlung, Speicherung, Verteilung und Anwendung der Energie. Die Energieeffizienz muss deutlich steigen – und zwar entlang der gesamten Nutzungskette, besonders auch in energieintensiven Bereichen wie beispielsweise in der Zementindustrie.

Die Helmholtz-Gemeinschaft unterstützt die Ziele der Energiewende nachdrücklich. Sie nutzt ihre wissenschaftliche Kompetenz und Exzellenz in Zusammenarbeit mit anderen Wissenschaftseinrichtungen, um sie erfolgreich voranzutreiben. Um die Ziele zu erreichen, arbeiten die am Helmholtz-Forschungsbereich Energie beteiligten Wissenschaftlerinnen und

Wissenschaftler in sieben Forschungsprogrammen: Energieeffizienz, Materialien und Ressourcen; Erneuerbare Energien; Speicher und vernetzte Infrastrukturen; Zukünftige Informationstechnologien – Grundlagen, neuartige Konzepte und Energieeffizienz; Technologie, Innovation und Gesellschaft; Nukleare Entsorgung, Sicherheit und Strahlenforschung; Kernfusion. Ausgehend von unterschiedlichen Ausgangspunkten steuern alle diese Programme Lösungen zu einem nachhaltigen Energiesystem bei.

#### **BREITES SPEKTRUM – VON ERNEUERBAREN BIS KERNFUSION**

Da Energie eine Basisressource der modernen Gesellschaft darstellt und zahlreiche wichtige Bereiche von der Industrie bis zur Informations- und Kommunikationstechnologie auf sie angewiesen sind, wirken sich gesellschaftliche Debatten traditionell stark auf die Energiepolitik aus. Die Frage der Versorgungssicherheit spielte daher in der Politik schon immer eine wichtige Rolle. In den Gründungsjahren der Bundesrepublik ruhten viele Hoffnungen auf der Kernenergie. In den 1970er Jahren änderte die Ölkrise den Blick auf das Thema Energie. Die Katastrophe von Tschernobyl führte Mitte der 1980er



Das Plasmagefäß der Fusionsforschungsanlage ASDEX Upgrade am IPP-Standort in Garching. Die Projektion eines Kugelpanoramas zeigt eine komplette Abbildung des ringförmigen Innenraumes der Anlage. Foto: Volker Steger

Jahre dann einen Wendepunkt in der Debatte herbei. Zwar bedingten die sich ändernden gesellschaftlichen Anforderungen neue Schwerpunkte in der Energieforschung. Aber die Vielfalt der Forschung bleibt von der aktuellen politischen Entwicklung unberührt erhalten.

So haben sich Helmholtz-Wissenschaftler bereits sowohl mit erneuerbaren Energien als auch mit Kernenergie beschäftigt, als die Kernenergie in der Gesellschaft noch weitgehend unangefochten war. Das im Forschungsbereich Energie vorhandene umfassende Know-how zur Kernenergie nutzen die Forscher heute vor allem für Untersuchungen zum sicheren Rückbau der Kraftwerke und zur sicheren Entsorgung der radioaktiven Abfälle.

Ein weiteres Beispiel bilden die Energiespeicher: Mit den erneuerbaren Energien, die zum Teil aus fluktuierenden Quellen kommen, ist dieses Thema erneut ins Zentrum der Aufmerksamkeit gerückt. Forscher haben sich jedoch bereits in den 1980er Jahren intensiv damit befasst. Damals ließ sich der Bedarf im Wesentlichen durch die neu aufgekommene Lithium-Ionen-Technik decken. Heute gerät diese Technik an ihre Grenzen, sodass Wissenschaftler neue Lösungen für die Energiespeicher der Zukunft suchen, mit denen sich beispielsweise neue Mobilitätskonzepte

für den Menschen realisieren lassen. So entwickeln die Helmholtz-Institute Ulm und Münster gemeinsam mit universitären Partnern Konzepte für elektrochemische Speicher der nächsten und übernächsten Generation zum Ausbau der Elektromobilität.

#### GROSS IN DER FORSCHUNG

Nicht nur die anwendungsorientierte Wissenschaft kennzeichnet den Helmholtz-Ansatz, sondern auch die Grundlagenforschung. Im Forschungsbereich Energie liegt der zeitliche Horizont der Arbeiten häufig bei mehreren Jahrzehnten. Wissenschaftler können dabei auf eine einzigartige Infrastruktur von Großforschungsanlagen zurückgreifen – vom Labor für Tiefengeothermie in Groß Schönebeck über die bioliq®-Pilotanlage zur Herstellung von Kraftstoffen aus Restbiomasse in Karlsruhe bis hin zu den Experimentieranlagen zur Erforschung der Kernfusion in Garching und Greifswald. Gerade die Kernfusion stellt die Forschung vor langfristige Herausforderungen. Künftig können die Arbeiten zu dieser Technologie eine neuartige Energiequelle für die sichere Strom- und Wärmeerzeugung nutzbar machen – ein Beispiel dafür, dass ein längerer zeitlicher Horizont sinnvoll ist.

Gerade auf den Feldern, die aufwendige Infrastrukturen erfordern, sind die Arbeiten immer stärker in



Island ist eine der geothermisch aktivsten Regionen der Welt: Geothermie-Bohrung HE-53 im Geothermalfeld Hellisheiði in Südwest-Island während eines Produktionstests. Foto: GFZ/T. Reinsch



Am Algen Science Center untersuchen Jülicher Wissenschaftler die optimalen Bedingungen für die Produktion von Algen sowie für die Umwandlung von Algen in Biokerosin. Sie vergleichen dabei unterschiedliche Bioreaktorsysteme. Foto: Forschungszentrum Jülich

78

internationale Kooperationen eingebettet. Helmholtz-Forscher arbeiten in Projekten für neue Energietechnologien, beispielsweise zu erneuerbaren Energien, zur Batterieforschung oder zur Kernfusion, nicht nur mit Kollegen aus anderen Helmholtz-Zentren und Helmholtz-Instituten, sondern auch mit Wissenschaftlern aus weiteren Einrichtungen auf der ganzen Welt zusammen. In den vergangenen 20 Jahren starteten zahlreiche gemeinsame Projekte in der internationalen Energieforschung, wie zum Beispiel KIC InnoEnergy. Dieser Verbund aus europaweit 35 Partnern von Unternehmen, Universitäten, Forschungseinrichtungen und Business Schools zielt darauf, ein nachhaltiges Energiesystem für Europa zu schaffen, neue Energietechnologien schneller auf den Markt zu bringen und Europa im weltweiten Wettbewerb zu stärken. Ein weiteres Beispiel ist die intensive Mitwirkung der Helmholtz-Energieforscher an Planung und Bau des internationalen Testreaktors ITER in Cadarache.

## VERNETZTE ENERGIE

Das Energiesystem in Deutschland macht derzeit einen grundlegenden Wandel durch: Noch vor einigen Jahren versorgten wenige Unternehmen mit riesigen Kraftwerken weitgehend das gesamte Land mit Strom. Heute entwickelt sich ein Netz, in das Tausende von dezentralen Stromeinspeisern eingebunden sind. Immer mehr Haushalte verfügen über eigene Solaranlagen; überall im Land liefern Biomasse- und Windkraftwerke Strom. Früher war das Stromnetz mit einer Einbahnstraße vergleichbar – die Großkraftwerke lieferten Strom an die Verbraucher. Heute müssen die Leitungen in beide Richtungen funktionieren. Dies stellt nicht nur die Forscher, sondern auch die konventionellen Stromerzeuger vor neue Aufgaben: Die Kraftwerke müssen so gesteuert werden, dass sie leistungsschwache Phasen der Solar- und Windkraftanlagen ausgleichen können, um Stabilität und Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Diese neuen Systeme müssen

Halogenlampenofen im Labor des Instituts für Energie- und Klimaforschung: Die einzelnen Halogenlampen können einzeln angesteuert werden, wodurch rasche und extreme Temperaturschwankungen nachgestellt werden, die in der Praxis – also im Inneren von Kraftwerksturbinen – bedeutsam sind. Foto: Forschungszentrum Jülich





Im Drucktank der Versuchsanlage TOPFLOW werden Stoffströme und Strömungsmische aus Gasen und Flüssigkeiten unter praxisrelevanten Bedingungen untersucht.  
Foto: HZDR/O. Killig

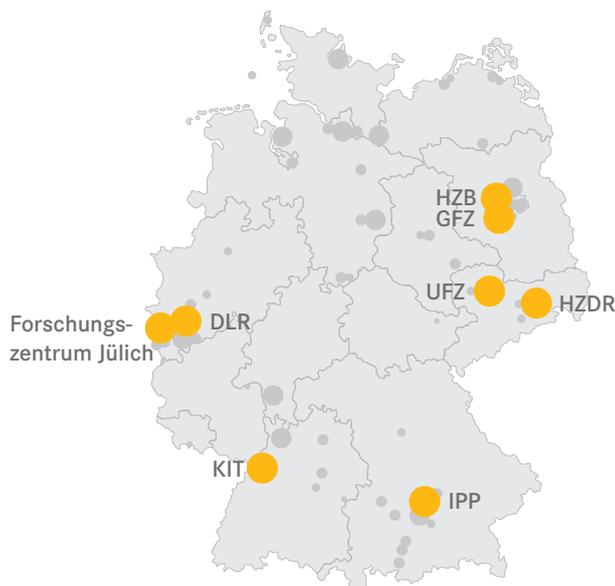
erforscht, Energieeffizienz und Flexibilität der konventionellen Kraftwerke gesteigert, intelligente Energiespeichersysteme in das Netz integriert werden. Von den Wissenschaftlern verlangen die neuen Rahmenbedingungen überdies eine systemische Betrachtung. Die Herausforderung besteht darin, alle Energiequellen verlässlich in das bestehende Energiesystem einzubinden. Dazu erforschen Wissenschaftler im neuen Forschungsprogramm Speicher und vernetzte Infrastrukturen (Storage and Cross-linked Infrastructures – SCI), an dem fünf Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft beteiligt sind, innovativ systemübergreifende Technologien.

#### SNITTSTELLEN ZWISCHEN TECHNOLOGIE UND GESELLSCHAFT

Neben den technischen Aspekten erforschen die Wissenschaftler der Helmholtz-Gemeinschaft das Energiesystem verstärkt auch in seinen ökonomi-

schen und gesellschaftlichen Zusammenhängen. Diesem wichtigen Thema ist das Forschungsprogramm Technologie, Innovation und Gesellschaft (Technology, Innovation and Society) gewidmet. In einem interdisziplinären Ansatz bindet es auch Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler in die Energieforschung ein. Sie untersuchen, wie technische, politische, ökonomische und gesellschaftliche Aspekte systematisch zusammenwirken und wie sich die Bürgerinnen und Bürger in Veränderungsprozesse einbeziehen lassen. Wie groß die gesellschaftliche Verunsicherung ist, zeigen beispielhaft die Debatten um Fracking, Stromtrassen und Endlagersuche. Helmholtz-Experten nehmen bundesweit an Podiumsdiskussionen und Bürgerversammlungen teil, um über Chancen und Risiken zu informieren, und unterstützen mit ihrer wissenschaftlichen Expertise die Politik. Auch bei der Katastrophe von Fukushima, die ein Umdenken in der deutschen Energiepolitik auslöste, steuerten die Forscher der Helmholtz-Gemeinschaft fundierte Informationen zur oft aufgeregten Diskussion in der Öffentlichkeit bei. Allein in den ersten Tagen, als sich allmählich das Ausmaß des Unglücks zeigte, lieferten sie in Hunderten von Interviews Einschätzungen über mögliche Gefahren und Folgen des Unglücks. Mit ihrem Wissen, das sie sich in jahrzehntelanger Forschungsarbeit angeeignet hatten, lenkten sie die Debatte auf eine sachliche Ebene – und zeigten, wie wichtig die Helmholtz-Energieforschung nicht nur in akademischen Zirkeln, sondern auch für die breite Öffentlichkeit ist.

### DER FORSCHUNGSBEREICH ENERGIE AUF EINEN BLICK



Am Forschungsbereich Energie sind acht Helmholtz-Zentren beteiligt: Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Forschungszentrum Jülich, Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB), Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR), Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) und Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ.

Die Arbeiten gliedern sich in sieben Forschungsprogramme: Energieeffizienz, Materialien und Ressourcen; Erneuerbare Energien; Speicher und vernetzte Infrastrukturen; Zukünftige Informationstechnologien – Grundlagen, neuartige Konzepte und Energieeffizienz; Technologie, Innovation und Gesellschaft; Nukleare Entsorgung, Sicherheit und Strahlenforschung; Kernfusion. In den Forschungsprogrammen arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler interdisziplinär und international vernetzt zusammen.



Einer von neun sogenannten Mesokosmen, die im Rahmen des EPOCA-Projektes bei Spitzbergen ausgesetzt wurden. In ihnen wird die Entwicklung von Pico- und Nanophytoplankton unter erhöhten Kohlendioxid-Werten untersucht. Die Langzeit-Untersuchungen gehören zum europäischen Forschungsprogramm zur Ozeanversauerung EPOCA (European Project on Ocean Acidification). Foto: Yves GLADU

An underwater photograph showing a complex metal structure, possibly part of a research vessel or submersible. The structure consists of various beams, bolts, and a curved metal pipe. A prominent yellow-green cable runs diagonally across the lower right portion of the frame. The background is a clear, deep blue water with some light refraction patterns.

Forschungsbereich

**ERDE UND  
UMWELT**

## DAS SYSTEM ERDE ERFORSCHEN

82

Am Anfang standen die großen Debatten zum Landverbrauch und zum Waldsterben, zur Luftverunreinigung und zu den Chemikalienbelastungen von Wasser und Wäldern. Die Wissenschaft begann in dieser Zeit, sich verstärkt mit den anthropogenen Einflüssen auf das Ökosystem zu beschäftigen. Seitdem hat sich ein hochkomplexes Zusammenspiel zahlreicher wissenschaftlicher Disziplinen entwickelt, um den Lebensraum des Menschen, aber auch die Prozesse zu erforschen, die diesen Lebensraum hervorbrachten und ihn heute noch verändern. Die acht am Forschungsbereich Erde und Umwelt beteiligten Helmholtz-Zentren untersuchen das System Erde und arbeiten gemeinsam an wissenschaftlichen Handlungsempfehlungen zu Fragen des Klimawandels, der Entwicklung der Ökosysteme, der nachhaltigen Ressourcennutzung oder zu Naturgefahren. An den grundlegenden Fragestellungen hat sich in den vergangenen Jahrzehnten wenig geändert, wohl aber am Zuschnitt der Untersuchungen und ihrer Methoden.

### ENTWICKLUNG EINES SYSTEMISCHEN ANSATZES

Forschung im Bereich Erde und Umwelt steht heute im Zeichen eines systemischen Ansatzes. Die Ozeane, die Polargebiete, die Landoberfläche, der tiefe Untergrund und die Atmosphäre der Erde bilden nach wie vor die entscheidenden Kompartimente des Erdsystems, die untersucht werden. Allerdings sind die konkreten Inhalte der Forschungsarbeiten heute andere als noch vor zehn Jahren. Während in der frühen Phase der Forschung zu Erde und Umwelt vergleichsweise häufig Einzelfragen die Wissenschaftler beschäftigten, rücken heute die übergreifenden Zusammenhänge stärker in den Fokus. Die Rolle von Bakterien für den Kohlenstoffkreislauf beispielsweise, vorher weitgehend isoliert von Mikrobiologen untersucht, wird nun als Teil von größeren Fragestellungen des globalen Kohlenstoffkreislaufs verstanden. Ozean und Atmosphäre werden in ihrer Wechselwirkung betrachtet – wie hängen Meeresbiologie, Versauerung der Meere und Prozesse in der Atmosphäre zusammen? Es ist das Erdsystem als Ganzes, das den Rahmen für die konkreten Forschungsarbeiten aufspannt – weit über die auf einzelne Kompartimente beschränkten Themen hinaus. Dieser neue Fokus ermöglicht einen Einblick in die dynamischen Abläufe des Systems Erde in einer

bisher noch nicht da gewesenen Präzision und erfordert von den Wissenschaftlern auch neue Herangehensweisen, bedingt aber auch den Einsatz neuer und innovativer Technologien.

Der Forschungsbereich Erde und Umwelt wird diesem neuen Themenzuschnitt dadurch gerecht, dass die enge Kooperation von Forschern aus unterschiedlichen Fachgebieten der Atmosphären-, Geo- und Umweltforschung, der Ozean-, Küsten- und der Polarforschung in gemeinsamen Forschungsprogrammen heute Standard geworden ist. Ein solcher Forschungsansatz bringt Innovationen mit weltweiter Wirkungskraft mit sich. Ein Beispiel dafür ist die Satellitenfamilie CHAMP – eine der erfolgreichsten und innovativsten Familien von Satelliten und satellitengestützten Messverfahren, mit denen nicht nur Änderungen der Eismassen auf Grönland oder in der Westantarktis erstmals präzise und flächendeckend erfasst werden können, sondern auch die Wasserspeicherung in den kontinentalen Landmassen.

Was innovative Grundlagenforschung in enger Zusammenarbeit unterschiedlicher Fachgebiete mit Blick auf Vorbeugung und Frühwarnung von Natur-



Saalemündung in die Elbe bei Barby (Sachsen-Anhalt). Flüsse und ihre Einzugsgebiete sind Gegenstand der Umweltforschung, weil sie Mensch und Umwelt wichtige Dienste leisten, die wir erhalten müssen. Foto: UFZ/A. Künzelmann

gefahren zu leisten vermag, hat sich zum Beispiel bei dem Elbe-Hochwasser 2002, der Tsunami-Katastrophe 2004 oder dem Chile-Erdbeben 2010 gezeigt. Zwar können Erdbeben noch nicht vorhergesagt werden, aber durch innovative Methoden der Risikoabschätzung und neuartige Erdbebensensorik kann die Frühwarnung vor derartigen Gefahren verbessert und können Menschenleben geschützt werden. So entwickelten infolge des Tsunami 2004 Satelliten- und Geowissenschaftler sowie Meeresforscher aus der Helmholtz-Gemeinschaft innerhalb kürzester Zeit ein System, das hilft, drohende Tsunami rechtzeitig zu erkennen. Eine neue Methode zur präzisen und schnellen Bestimmung der Magnitude von Starkbeben ermöglicht – zusammen mit der Auswertung zeitgleich einlaufender GPS-Daten – die Analyse des Erdbebens, um daraus eine Warnung abzuleiten – ein weltweiter Durchbruch in der Tsunami-Frühwarnung.

Der globale Wandel und seine Auswirkungen auf regionaler Ebene stehen in der Initiative TERENO (Terrestrial Environmental Observatories) im Mittelpunkt. Die vier Observatorien zur integrierten Erdbeobachtung liegen in für Deutschland repräsentativen Regionen.

An ihnen studieren Helmholtz-Forscher zusammen mit universitären und außeruniversitären Partnern die Langzeiteinflüsse von Landnutzungsänderungen, sozioökonomischen Entwicklungen und menschlichen Eingriffen auf die terrestrischen Ökosysteme. Als marines Pendant ist das Küstenobservatorium COSYNA zu nennen, das in der Nordsee als Netzwerk aus verschiedenen Beobachtungsplattformen zur zeitnahen Erfassung der Umweltbedingungen in der Nordsee dient.

Insgesamt reicht die Bandbreite der Themen, an denen Wissenschaftler des Forschungsbereichs interdisziplinär arbeiten, von der Erforschung von umweltbedingten Erkrankungen und der Produktion von umweltfreundlichen Werkstoffen für die chemische Industrie über Einschätzungen der Auswirkungen des Klimawandels für Nutzer bis hin zu der Frage, inwieweit das Treibhausgas  $\text{CO}_2$  in geeigneten Gesteinsformationen oder unterhalb des Meeresbodens gespeichert werden kann. Dies sind Fragestellungen, die nur durch das Zusammenwirken von unterschiedlichen Methoden, Denkansätzen und Fachgebieten zu lösen sind.





FS Polarstern auf dem Weg zur Neumayer-Station III in die Antarktis: Das Forschungs- und Versorgungsschiff Polarstern ist ein schwimmendes Großlabor und das wichtigste Werkzeug der deutschen Polarforschung.

Foto: Alfred-Wegener-Institut/F. Mehrrens



Mit dem Forschungstauchboot JAGO können Wissenschaftler Umweltbedingungen und Lebensgemeinschaften in den Weltmeeren erforschen. Foto: GEOMAR/JAGO-Team

### UMFASSENDES DATENMANAGEMENT

Besonders die rasante Entwicklung von Messtechnik und Datenverarbeitung prägt den Forschungsbereich. Während verlässliche Daten früher ein seltenes Gut waren, stehen sie heute in immer größerer Menge und Diversität zur Verfügung. Für die Wissenschaftler bedeutet das nicht nur eine quantitative Verbesserung ihrer Forschungsmethoden: Die Daten und ihre Interpretation öffnen die Tür zu völlig neuen und immens wichtigen Fragestellungen. Die Qualität und Menge der Daten hat Auswirkungen auf die Modellierung, denn präzises Messen und Beobachten ist Grundlage sowohl für Modellbildungen als auch für Modellvalidierung: Wenn es beispielsweise um die Veränderung der Eisdicke in den Polarregionen geht, sind heute immer verlässlichere Aussagen möglich, weil die leistungsstarken Computer der Gegenwart es erlauben, eine Vielzahl von Daten in die Modelle einzuarbeiten.

Auch bei der Datenerhebung hat es in den vergangenen Jahren qualitative Sprünge gegeben, die vor allem auf eine weiterentwickelte Sensorik zurückzuführen sind. So ist durch Satelliten, an deren Konzeption Helmholtz-Wissenschaftler beteiligt sind, eine lückenlose Erdbeobachtung möglich, bei der sich beispielsweise Änderungen des Meeresspiegels oder die

Bewegung tektonischer Platten in Erdbebengebieten messen lassen. Satellitenmessungen ermöglichen zum Beispiel eine Spektralanalyse der Erdoberfläche: Der Algengehalt in Seen oder im Meer lässt sich damit ebenso bestimmen wie die Zusammensetzung und Veränderung von Waldgebieten.

Das Meer oder die Erdoberfläche lassen sich heute in einer Schärfe beobachten, die noch vor einigen Jahren unterhalb der Grenze der Messbarkeit lag. Die Auswirkungen der neuen technischen Möglichkeiten auf Art, Fragestellung und Präzision der wissenschaftlichen Arbeit sind gewaltig, vor allem im Zusammenspiel der Disziplinen: So können Biologen aus Fernerkundungsdaten Informationen zur Bodenfeuchte oder der Biomasse erhalten, um daraus Erkenntnisse im umweltwissenschaftlichen Bereich zu gewinnen.

## UMWELT NEU DENKEN

Immer wieder beeinflussen Katastrophen die Fragestellungen im Bereich Erde und Umwelt – das war schon lange vor dem Elbe-Hochwasser 2002, dem Tsunami 2004 oder der Explosion der Ölbohrplattform Deep Water Horizon 2010 so. Die Umweltforschung gerät durch solche Katastrophen immer wieder ins Bewusstsein, ihr gesellschaftlicher Wert wird schlagartig greifbar, weil sie Antworten auf die brennendsten Fragen liefern kann: Wie breiten sich Schadstoffe aus, wie lange werden sie noch die Umwelt belasten, wie kann man die Auswirkungen eindämmen – und vor allem: Wie lassen sich solche Katastrophen künftig vermeiden bzw. die Schadensanfälligkeit unserer Gesellschaft mindern?

Die Wissenschaftler im Forschungsbereich Erde und Umwelt setzen entscheidende Meilensteine bei der Entwicklung der Umweltforschung und unterstützen so das Formulieren von wissenschaftsbasierten Entscheidungen durch die Politik: Als in Brüssel im Jahr 2000 beschlossen wurde, die europäische Wasserrahmenrichtlinie einzuführen, war das weit mehr als eine bürokratische Verordnung. Bis 2015, so lautete damals die Maßgabe, sollen die Gewässer in Europa in einen gesunden ökologischen und chemischen Zustand versetzt werden. Dieses ehrgeizige Ziel hat einen bis dahin ungeahnten Schwung in die Forschungsaktivitäten gebracht. Die Helmholtz-Gemeinschaft hat zum Beispiel das Know-how ihrer Forscher, die sich aus unterschiedlichen Disziplinen heraus mit dem Thema Wasser beschäftigen, in einem Wasser-

Netzwerk, der „Water Science Alliance“, gebündelt, an dem auch Universitäten und andere außeruniversitäre Einrichtungen beteiligt sind. Davon, dass Veränderungen unserer Umwelt die politische und gesellschaftliche Aufmerksamkeit verdienen, sorgte unter anderem der Bericht des früheren Weltbank-Chefökonom Nicholas Stern, der sich 2006 mit den wirtschaftlichen Folgen des Klimawandels beschäftigte. In seiner Folge wurde das Thema auf dem G8-Gipfel in Heiligendamm in den Mittelpunkt gestellt. Auch um die Entscheidungsträger in dieser Frage zu unterstützen, wurde die Helmholtz-Klimainitiative REKLIM (Regionale Klimaänderungen) – ein Verbund von neun Forschungszentren – gegründet. Sie bündelt die Kompetenz für regionale Beobachtungs- und Prozessstudien und stellt zusammen mit den Regionalen Klimabüros der Helmholtz-Gemeinschaft und dem Climate Service Center wissenschaftliche Expertise für politische Entscheidungen bereit. Das jahrelang aufgebaute Wissen der Forscher dient damit als solide Basis bei der Abschätzung von Risiken und Chancen sowie bei der Entwicklung von Vermeidungs- und Anpassungsstrategien. Auch bei neuen und umstrittenen Technologien wie dem Fracking, bei dem durch Tiefenbohrungen Gasvorräte erschlossen werden, können die Wissenschaftler bei der Beurteilung von Risiken und Chancen die erforderlichen Kenntnisse liefern. Dies gilt auch für die zukünftige Nutzung von unkonventionellen und bisher wenig erforschten neuen Erdgasvorkommen im Meer („Gashydrate“) bei gleichzeitiger umweltschonender Speicherung von CO<sub>2</sub>.

86

Wellenmessbojen sind am Meeresboden verankert und erfassen Seegangparameter. Die Daten der Bojen werden zur Verbesserung von Seegangmodellen benutzt.  
Foto: HZG/C. Schmid





Hier trifft sich alles: Biosphäre, Atmosphäre, Hydrosphäre. Mit der Bodentomographie untersuchen Wissenschaftler eines der komplexesten Umweltkompartimente, um mehr über die Wasser-, Stoff- und Energieflüsse im Boden zu erfahren. Foto: UFZ/A. Künzelmann



Ein Laser scannt den Gipfel des 5592 Meter hohen Lascar-Vulkans, eines der aktivsten Vulkane Chiles. Ziel der Laser-Messungen ist die Erfassung der Struktur der komplexen Krater und ihre Änderung. Foto: GFZ/T. Walter

### NÜTZLICHE GRUNDLAGENFORSCHUNG

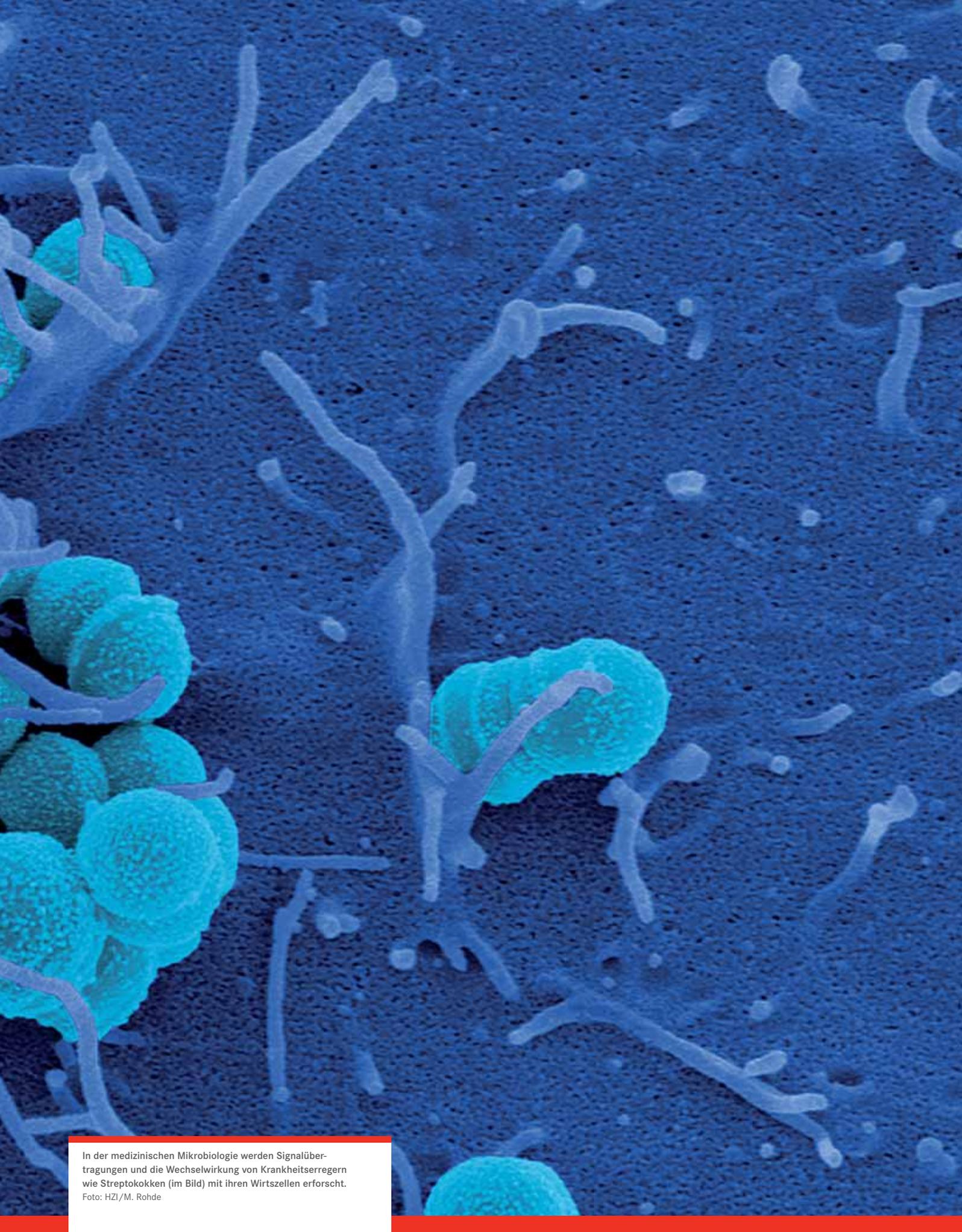
Durch die erhöhte gesellschaftliche Sensibilität haben sich die Anforderungen an die Wissenschaftler verschoben: Von ihnen wird mehr erwartet als brillante Fachpublikationen; heute geht es zusätzlich um konkrete Anwendungsmöglichkeiten. Der Politik qualifizierte Handlungsoptionen zu geben, das ist in vielen Fällen der Anspruch – und zwar nicht nur in abstrakten Szenarien, sondern in ganz konkreten Fällen: Wie hoch und breit sollen Dämme an einer bestimmten Stelle der Küste sein, um angesichts des steigenden Meeresspiegels das Hinterland ausreichend zu schützen? Welche Auswirkungen hat die zunehmende Ozeanversauerung auf unsere Meere und Ozeane? Mit welchen Maßnahmen lassen sich in trockenen Landstrichen die Folgen der Wasserknappheit langfristig lindern? Wie wird die Produk-

tion von Biomasse als erneuerbarem Kraftstoff die Biodiversität in Mitteleuropa beeinflussen? Welche Weichen müssen gestellt werden, dass es beim Anbau von Energiepflanzen keine Konkurrenz zum Nahrungsmittelanbau gibt und die natürlichen Ressourcen Boden, Wasser und Biodiversität geschützt werden? Wo finden sich Georisiken, was treibt Hochwasser an? Ähnliche Fragestellungen lassen sich für ungezählte weitere Zusammenhänge aufstellen, die Helmholtz-Wissensplattform Earth-System-Knowledge-Plattform (ESKP) ist eine zentrale Anlaufstelle zur Information für Wissens- und Entscheidungsträger. Die Wissenschaftler der Helmholtz-Gemeinschaft sind heute mehr und mehr in der Lage, belastbare Aussagen zu treffen – dies dank ihrer hoch entwickelten Modelle und vor allem dank ihrer engen Zusammenarbeit.

## DER FORSCHUNGSBEREICH ERDE UND UMWELT AUF EINEN BLICK



Im Bereich Erde und Umwelt arbeiten die acht Forschungszentren Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI), das Forschungszentrum Jülich, das GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel, das Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung (HZG), das Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (Helmholtz Zentrum München), das Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ sowie das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) in fünf Programmen eng zusammen: Geosystem; Marine, Küsten- und Polare Systeme; Ozeane; Atmosphäre und Klima sowie Terrestrische Umwelt.



In der medizinischen Mikrobiologie werden Signalübertragungen und die Wechselwirkung von Krankheitserregern wie Streptokokken (im Bild) mit ihren Wirtszellen erforscht.  
Foto: HZI/M. Rohde



Forschungsbereich

**GESUNDHEIT**

## GESUNDHEIT ALS HERAUSFORDERUNG

90

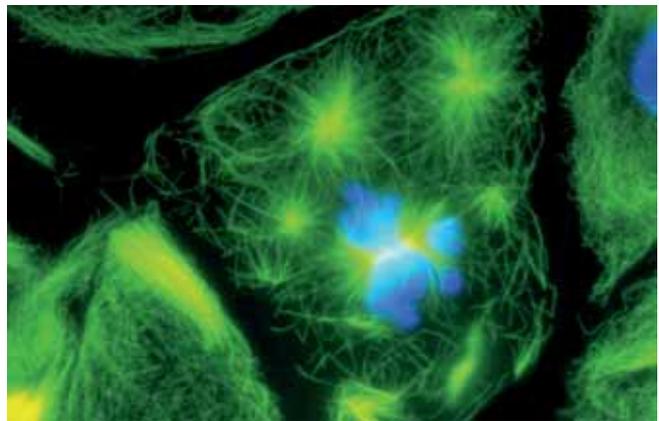
Als Hermann von Helmholtz, Namensgeber der Helmholtz-Gemeinschaft, am 8. September 1894 starb, trauerten seine Wissenschaftlerkollegen in Deutschland und weit darüber hinaus. Seine Todesursache indes beschäftigt die Forscher bis heute: Er starb an einem Schlaganfall; auch heute noch zählt dieser sogenannte *Cerebrovascular accident* zu den sechs großen Volkskrankheiten. Die Weltgesundheitsorganisation WHO führt in dieser Rangfolge neben den Herz-Kreislauf-Erkrankungen auch Krebs- und Stoffwechselkrankheiten sowie Infektions-, Lungen- und neurodegenerative Erkrankungen auf. Zusammengekommen sind sie für fast 90 Prozent aller Todesfälle in Deutschland verantwortlich.

Helmholtz-Wissenschaftler forschen seit vielen Jahren zu den großen medizinischen Problemen der modernen Gesellschaft. Sie bauen dafür auf die beachtlichen Erfolge auf, die ihre Disziplin in der Vergangenheit errungen hat: Seit dem Ende des 19. Jahrhunderts ist beispielsweise die Säuglingssterblichkeit dramatisch gesunken. Im 20. Jahrhundert hat sich die Lebenserwartung der Menschen in den Industrieländern etwa verdoppelt, denn die Mediziner konnten ihre Patienten dank neuer Erkenntnisse wirkungsvoller versorgen. Lungen- und Infektionskrankheiten wurden in der absoluten Zahl ihres Auftretens zurückgedrängt. Neue Diagnose- und Behandlungsformen wie die Röntgentechnik und Antibiotika verbreiteten sich rasch.

Dass heute der Bedarf an medizinischer Versorgung und Forschung ansteigt, liegt an den veränderten Lebensbedingungen und dem demografischen Wandel. So gibt es heute mehr Menschen, die ein immer höheres Alter erreichen. Mit zunehmenden Lebensjahren steigt die Wahrscheinlichkeit, mit chronischen Krankheiten und komplexeren Krankheitsbildern leben zu müssen – beispielweise mit Altersdiabetes und Demenz. Erkrankungen, die verschiedene Bereiche des Körpers betreffen, treten heute häufiger als in der Vergangenheit auf.



Für die Entwicklung neuer Wirkstoffe und Anti-Infektiva müssen Wissenschaftler fach- und zentrenübergreifend zusammenarbeiten. Foto: HZI/U. Bellhäuser



Das am HZI entdeckte Epthilon, Grundstoff eines neuen Krebsmedikamentes, stört die Teilung von Tumorzellen, indem es den Spindelapparat blockiert und so die gleichmäßige Verteilung des Erbmaterials (blau gefärbt) verhindert. Foto HZI/F. Sasse

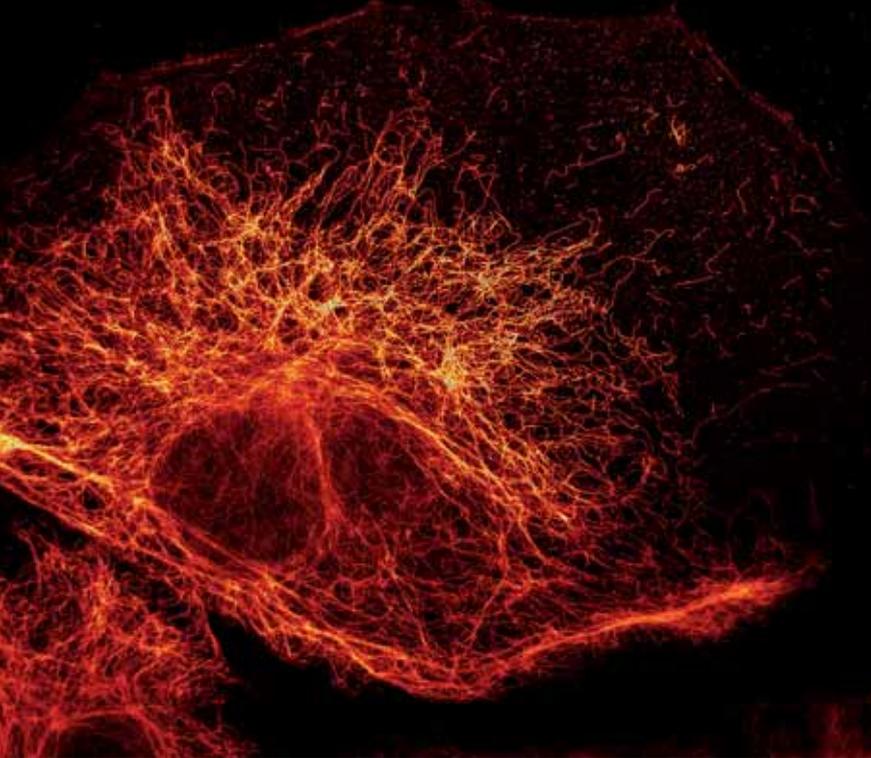


Gewebeschnitte für die Immunhistochemie: In einem Mikrotom werden 60 – 400 Mikrometer dünne Gewebeschnitte gemacht, die dann mit Antikörperfärbungen aufbereitet werden. Foto: DZNE/F. Bierstedt

### NEUE ANSÄTZE FÜR KOMPLEXE KRANKHEITSBILDER

Die wissenschaftliche Arbeit gleicht einer Sisyphusarbeit: Neue Erkenntnisse und Behandlungspfade führen zu immer neuen Fragen. Zugleich lassen Umweltfaktoren, Lebensstil und individuelle genetische Disposition komplexere Krankheitsbilder entstehen. Das betrifft Erkrankungen der Lunge oder Stoffwechselerkrankungen wie den *Diabetes mellitus*. Bereits heute sind in Deutschland sechs Millionen Menschen von der Zuckerkrankheit, knapp sieben Millionen von der Chronisch obstruktiven Lungenerkrankung betroffen, Tendenz steigend. Um bessere Behandlungsmethoden zu finden, setzt die Wissenschaft auf neue Strukturen; das Translationszentrum Comprehensive Pneumology Center und das Helmholtz Diabetes Center am Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für

Gesundheit und Umwelt sind Beispiele für ein neues Herangehen. In den spezialisierten Einheiten erforschen Wissenschaftler die Ursachen und Entstehungswege von *Diabetes mellitus* sowie chronischen Lungenerkrankungen. Außerdem suchen sie nach neuen Möglichkeiten, wie sich die Krankheiten vermeiden lassen – und wie Erkenntnisse aus der Forschung schnell in die Praxis übertragen werden können. Die epidemiologische Erfahrung und analytische Kompetenz am Zentrum hilft, die Rolle und das Zusammenspiel von genetischen Dispositionen und Umwelteinflüssen zu erfassen. Nur durch diese Herangehensweise können für die großen Erkrankungen bessere Präventionsstrategien und personalisierte Therapieansätze entstehen.



Fasern des Zellskeletts in der STED-Mikroskopie: Stefan Hell, Max-Planck-Institut für Biophysikalische Chemie und DKFZ, steigerte das Auflösungsvermögen der Lichtmikroskopie und erfand damit die Lichtnanoskopie, wofür er 2014 den Nobelpreis für Chemie erhielt. Mit der Stimulated Emission Depletion (STED-) Mikroskopie können neue Fragen in der medizinischen Grundlagenforschung beantwortet werden. Foto: DKFZ

Einer anderen Geißel der modernen Menschheit sind die Mitarbeiter am Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) seit über 50 Jahren auf der Spur. Sie untersuchen, wie Tumoren entstehen und welche Faktoren das Erkrankungsrisiko beeinflussen. Um neue Ansätze aus der Krebsforschung schneller in die Klinik zu übertragen, hat das DKFZ, die größte biomedizinische Forschungseinrichtung Deutschlands, zusammen mit dem Universitätsklinikum Heidelberg und der Deutschen Krebshilfe das Nationale Centrum für Tumorerkrankungen (NCT) eingerichtet.

Mit einer anderen Erkrankung, der Demenz, müssen derzeit in Deutschland mehr als 1,4 Millionen Menschen leben; zwei Drittel von ihnen sind von der Alzheimer-Krankheit betroffen. Jahr für Jahr treten fast 300.000 Neuerkrankungen auf – eine große Herausforderung für das Gesundheitssystem. Um diese zu meistern, wurde das Deutsche Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE) 2009 als erstes von insgesamt sechs Deutschen Zentren der

Gesundheitsforschung vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gegründet. Sie sollen eine leistungsfähige und langfristig ausgelegte Gesundheitsforschung ermöglichen und international wettbewerbsfähig erhalten. Das DZNE ist die einzige außeruniversitäre Forschungseinrichtung in Deutschland, die sich ganz den Demenzerkrankungen widmet. Seit mehr als fünf Jahren arbeiten dort Wissenschaftler daran, in Prävention, Diagnostik und Therapie neue Ansätze zu entwickeln, die das Leben der Betroffenen und ihrer Angehörigen erleichtern.

Der 7-Tesla-Ganzkörper-Magnetresonanztomograph am MDC wird unter anderem für die Methodenentwicklung zur Früherkennung und Therapie kardiovaskulärer Erkrankungen und zur Untersuchung entzündlicher Erkrankungen des Gehirns eingesetzt. Das Ultrahochfeld-MRT-Gerät ermöglicht Einblicke ins Körperinnere mit bislang unerreichter Genauigkeit. Foto: S. Klix, Berlin Ultrahigh Field Facility



„Hartnäckige Viren erfordern hartnäckige Virologen“, sagt Harald zur Hausen. Ein großer Erfolg war die Entdeckung, dass Papillomviren (HPV) Gebärmutterhalskrebs auslösen, die dritthäufigste Krebsart bei Frauen. Hierfür erhielt Harald zur Hausen, DKFZ, 2008 den Nobelpreis für Medizin.  
Grafik Papillomvirus: Phanie/yourphotoday



## DIE HERAUSFORDERUNG: ERGEBNISSE AUS DEM LABOR SCHNELL ANS KRANKENBETT

Dass in der Gesundheitsforschung der Patient im Mittelpunkt steht, klingt heute nach einem Allgemeinplatz. Bei der Gründung der Zentren mit biomedizinischer Ausrichtung war die Forschung in den Lebenswissenschaften zunächst individuell getrieben und auf Grundlagenforschung fokussiert. Erst später wurden strategische Prozesse und eine Orientierung auf den Patientennutzen wichtige Größen. Infolgedessen arbeiten die Helmholtz-Zentren seit den 1990er Jahren mit Kliniken eng zusammen – gepaart mit großen Patientenkohorten und hohem Mitteleinsatz. Positiv wirkte sich auch die Erweiterung der Helmholtz-Gemeinschaft um das Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) in Berlin-Buch Anfang der 1990er Jahre auf die kliniknahe Forschung aus: Seine Wissenschaftler waren eng mit den Berliner Krankenhäusern vernetzt.

Heute ist es eine wichtige Aufgabe der Helmholtz-Zentren, neues Wissen schneller als bisher zu den Patienten zu bringen – beispielweise, wenn es sich um weltweit um sich greifende Infektionskrankheiten handelt, wie sie am Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung untersucht werden. Gleichzeitig sollen die Probleme des Patienten schneller und effizienter

in die Grundlagenforschung zurückgespielt werden. Einer der Wege hierzu ist die von der Helmholtz-Gemeinschaft initiierte Nationale Kohortenstudie, mit der die Gesundheitsforschung umfangreiche und komplexe Informationen von Patienten erhält. Die epidemiologische Langzeitstudie untersucht an 200.000 Deutschen aller Altersklassen, wie sich Gene, Umweltbedingungen und Lebensstil auf die Entstehung von Volkskrankheiten wie etwa Diabetes, Krebs, Demenz und Depression auswirken. Ziel ist es, die Ursachen und Risikofaktoren für die wichtigsten Krankheiten genauer zu erkennen; dadurch lässt sich das individuelle Risiko für jeden Patienten besser bewerten und eine persönliche Präventionsstrategie entwickeln. An dem interdisziplinären Vorhaben sind auch Wissenschaftler von Universitäten, aus Einrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft und der Ressortforschung der Bundes- und Landesministerien beteiligt.

Um die Zusammenhänge zwischen Infektionen und Krebserkrankungen zu erforschen und neue therapeutische Möglichkeiten auszuloten, nutzen die Forscher auch Methoden der DNA-Analyse. Foto: HZI/F. Bierstedt



## NEUE ORGANISATIONSFORMEN FÜR DIE GESUNDHEITSFORSCHUNG

Die Krankheitsbilder, die sich auch infolge der geänderten Lebensgewohnheiten wandeln, stellen die Helmholtz-Wissenschaftler vor große Herausforderungen: Wenn die Krankheiten komplexer werden, steigt auch der Aufwand für ihre Erforschung. Deshalb arbeiten die beteiligten Helmholtz-Zentren über die Disziplinen hinweg zusammen und vernetzen sich auch außerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft mit Universitäten, außeruniversitären und industriellen Partnern. Es sind diese Wege, die die Forschung heute erfolgreich machen. Damit neue Therapien und Medikamente schneller für die Patienten zugänglich werden, setzt der Forschungsbereich Gesundheit auf neue Kooperations- und Organisationsformen wie die Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung oder das Berliner Institut für Gesundheitsforschung/ Berlin Institute of Health (BIH). Weiterhin haben die Helmholtz-Gesundheitsforschungszentren in enger Partnerschaft mit der Universitätsmedizin an ihren Standorten leistungsfähige Translationszentren aufgebaut. Diese Allianzen ermöglichen maßgeblich den Transfer von Erkenntnissen aus dem Labor in die klinische Anwendung, aber auch die Analyse von klinischen Beobachtungen in Modellen der Grundlagenforschung zum Nutzen des Patienten.



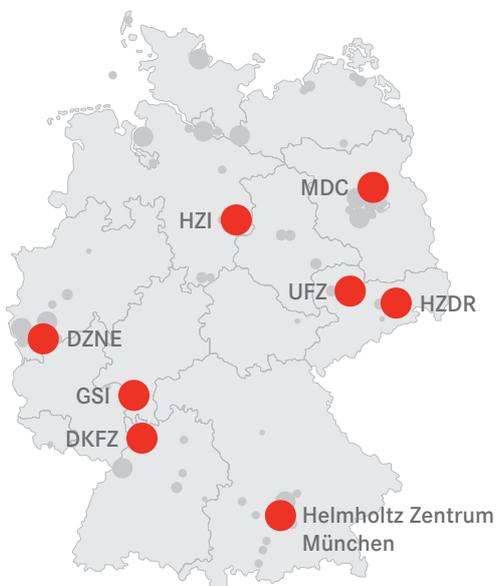
Bereits geringe Proteinmengen können identifiziert und quantifiziert werden: Ein Wissenschaftler am MDC justiert die Position der Nano-HPLC-Säule. Diese fraktioniert die Peptide, bevor sie im Massenspektrometer gemessen werden. Foto: MDC/D. Ausserhofer

95



Die Frida-Studie am Helmholtz Zentrum München ist ein einzigartiges Projekt zur Früherkennung von Typ 1 Diabetes bei Kindern. Foto: Helmholtz Zentrum München/IDF

## DER FORSCHUNGSBEREICH GESUNDHEIT AUF EINEN BLICK



Im Forschungsbereich Gesundheit arbeiten acht Zentren zusammen – das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ), das Deutsche Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE), das Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI), das Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (Helmholtz Zentrum München) und das Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch, das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) sowie das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten in den fünf Forschungsprogrammen Krebsforschung; Herz-, Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen; Infektionsforschung; Erkrankungen des Nervensystems sowie Gen-Umwelt-Einflüsse auf Volkskrankheiten zusammen.



Die Mission „Blue Dot – Shaping the future“ 2014 auf der Internationalen Raumstation ISS. Während der Mission wurden Experimente durchgeführt, die dazu dienen, das Leben auf der Erde zu verbessern, neue Technologien zu erproben sowie die weitere Erforschung des Weltraums vorzubereiten.

Foto: NASA:2Explore



Forschungsbereich

# LUFTFAHRT, RAUMFAHRT UND VERKEHR

## BEWEGT IN RAUM UND ZEIT

98

Wie der Mensch sich zu Lande, zu Wasser, in der Luft und im Weltraum bewegt – der Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr umfasst die drei Freiheitsgrade der Bewegung des Menschen. Für die menschliche Mobilität ist es wichtig zu wissen, wie Verkehrsströme effizient fließen und Flugzeuge leiser fliegen können, was mit Materialien unter reduzierter Schwerkraft passiert – und auch den Weltraum und seine Gesetzmäßigkeiten zu kennen. Im November 2014 setzte daher die Landeeinheit Philae der Rosetta-Mission – ein High-Tech-Würfel mit einer Kantenlänge von etwa einem Meter – auf einem Kometen auf. Gestartet im Jahr 2004 untersuchen zehn wissenschaftliche Instrumente des Landers einen der ältesten und ursprünglichsten Himmelskörper unseres Sonnensystems, um mehr über seine Entstehung zu erfahren. Am Gelingen dieser internationalen Mission hatten Forscher des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) wesentlichen Anteil: Sie leiteten ein internationales Konsortium zum Bau des Landers und betreiben das Landerkontrollzentrum, das die schwierige und bisher noch nie gewagte Landung auf dem Kometen vorbereitete und betreute – komplexe wissenschaftliche Aufgaben, die einen langen Atem benötigen. Doch es ist nicht nur die große Frage der Entstehung unseres Sonnensystems, die den Forschungsbereich beschäftigt. Die Sicherung der künftigen Mobilität des Menschen zählt weltweit zu den großen Herausforderungen, denen sich moderne Gesellschaften stellen müssen. Die Forschung steht heute vor den Hauptfragen, wie sich diese Mobilität bedarfsorientiert, effizient und zukunftssicher gestalten lässt und auch welche Auswirkungen sie auf den Menschen und die Umwelt hat.

### DEN FLUGVERKEHR IM BLICK

Den stark wachsenden Luftverkehr der modernen Gesellschaft effizient, umweltfreundlich und nachhaltig zu gestalten, ist eines der drei Kernthemen des Forschungsbereichs. Für die grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung steht den Wissenschaftlern im Bereich Luftfahrt eine einzigartige und zugleich europaweit größte zivile Forschungsflotte aus Flugzeugen und Hubschraubern zur Verfügung. Die Forschungsflieger werden für Missionen wie die Beobachtung der Erdoberfläche und für die Atmosphärenforschung sowie zum Erforschen des Fliegens genutzt. So werden die Forschungsflieger eingesetzt, um neue Aufnahme-Technologien zu erproben, um zu klären, ob Flugzeuge mit Biosprit fliegen können oder auch um das Flugverhalten eines der größten Flugzeuge der Welt, des Airbus A 380, zu testen. Die Forscher können auf Basis ihrer Ergebnisse politische Entscheidungsträger beraten, um



Mit Laserstrahlen und Hochgeschwindigkeitskameras der Entstehung von Fluglärm auf der Spur: Eine Forscherin vom DLR Göttingen justiert das Modell eines Hubschrauberrotors für die Messung. Foto: DLR

zum Beispiel die Lärmbelastung in der Nähe von Flughäfen zu reduzieren. Flugzeuge mit geringeren Fluggeräuschen und optimierte neue Landeanflugverfahren tragen dazu bei.



Das Atmosphärenforschungsflugzeug HALO (High Altitude and Long Range Research Aircraft): Dank einer Reichweite von mehr als 8.000 Kilometern sind erstmals Messungen auf der Skala von Kontinenten möglich. Für unterschiedliche Messungen kann das Flugzeug unter dem Rumpf und den Tragflächen zusätzliche Behälter für wissenschaftliche Instrumente aufnehmen. Foto: DLR

Doch die Flugzeuge sind ebenso als Forschungsplattformen für die Umweltforschung unterwegs: Durch die Messflüge des Forschungsflugzeugs HALO (High Altitude and Long Range Research Aircraft) ist die Überprüfung globaler Klimamodelle möglich. Aufgrund seiner besonders großen Reichweite kann das Flugzeug bis zu zehn Stunden in der Luft bleiben. Dadurch sind erstmals Messungen auf der Skala von Kontinenten möglich – alle Regionen von den Polen zu den Tropen und den abgelegenen Regionen im Pazifik sind erreichbar. Auf den Flügen wird die

Zusammensetzung der Atmosphäre gemessen oder Untersuchungen vorgenommen, die klären können, wie schnell die Eismassen in den Polargebieten schmelzen oder wo Regenwälder abgeholzt werden. Mit seinen Forschungsinstituten und den vorhandenen Forschungsinfrastrukturen, der Beteiligung an den Deutsch-Niederländischen Windkanälen und am Europäischen Transsonischen Windkanal sowie seiner Forschungsflotte kann das DLR das gesamte Lufttransportsystem und Themen der Flugführung und des effizienten Flughafenwesens erforschen.



2010 eröffnete das DLR gemeinsam mit der Stiftung Deutsch-Niederländische Windkanäle (DNW) den leistungsfähigsten aeroakustischen Windkanal der Welt. In Windkanälen untersuchen Wissenschaftler die aeroakustischen Eigenschaften von Objekten wie Triebwerken oder Tragflächen. Der Braunschweiger Windkanal kann sowohl für Flugzeuge als auch für Autos eingesetzt werden. Foto: DNW



Der größte Forschungsautoklav der Welt steht im DLR Stade. Mit ihm härten die Wissenschaftler Flugzeugbauteile aus kohlestofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) aus. BALU (Biggest Autoclave Laboratory Unit) wurde 2012 in Betrieb genommen und ist 20 Meter lang bei einem Durchmesser von nahezu sechs Metern. Foto: DLR



Mit 400 Stundenkilometern, leise und doppelstöckig, wird der Next Generation Train (NGT) in die Zukunft fahren und dabei noch 50 Prozent Energie einsparen. In diesem Projekt bündelt das DLR seine Kompetenzen auf dem Gebiet der Schienenfahrzeugforschung. DLR-Wissenschaftler arbeiten daran, den Zug von morgen leichter, energiesparender, komfortabler, sicherer und zugleich schneller zu machen. Foto: DLR

### FORSCHEN FÜR DIE MOBILITÄT VON MORGEN

Seit Jahrzehnten steigen die Verkehrsleistungen im Personen- und Güterverkehr Europas spürbar. Der Wunsch des Einzelnen nach individueller Mobilität steht in einem ständigen Spannungsverhältnis zur Überlastung des Verkehrssystems und den Wirkungen des Verkehrs auf Mensch und Umwelt. Die Forscher im Programm Verkehr stehen daher in ihrer Arbeit vor der Herausforderung, das Spannungsverhältnis zwischen Mobilitätsansprüchen und negativen Mobilitätswirkungen so weit wie möglich aufzulösen und eine nachhaltige Mobilität in der Interessenbalance von Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt zu realisieren. Denn die ständig wachsende Verkehrsnachfrage kann nicht allein durch den Bau neuer Infrastrukturen bewältigt werden. Ein sowohl unter wirtschaftlichen als auch ökologischen und gesellschaftlichen Gesichtspunkten tragfähiges und modernes Verkehrssystem für Menschen und Güter muss entwickelt werden. Denn für die Entwicklung und Prosperität der Gesellschaft sind schnelle, zuverlässige und sichere Verkehrsverbindungen unverzichtbar. Ein Schwerpunkt im Forschungsbereich ist daher die bodengebundene Verkehrsforschung und -technik und das Gesamtsystem Verkehr. Die Wissenschaftler untersuchen, wie sich das Verkehrssystem künftig effizient und sicher gestalten lässt, wie Ressourcen gespart und zugleich Sicherheit und Komfort erhöht werden können. Konkret heißt das auch: Wie sehen das Next Generation Car und der Next Generation Train aus?

Für diese Untersuchungen können die Forscher am DLR besondere Infrastrukturen nutzen: Mit einem Zugversuchsträger lässt sich der thermische und akustische Komfort von Zügen analysieren. Ressourcenschonende Antriebe werden entwickelt und Lösungen für den modernen Zugverkehr erforscht. Mit dem geplanten Next Generation Car wird es möglich sein, Konzepte zur Erhöhung der Verkehrsdichte zu untersuchen. Zukünftige Fahrerassistenzsysteme sollen untereinander kommunizieren, sodass weniger Unfälle stattfinden und der Verkehr optimal fließen kann. Erforscht wird auch, wie die Autos der Zukunft aussehen werden: Werden nur noch futuristische Leichtbaufahrzeuge für Fahrten im urbanen und interurbanen Raum in Einsatz sein oder verändern sich die Lebensgewohnheiten der Menschen so stark, dass Menschen in Städten nur noch in automobilen Zweisitzern unterwegs sein werden oder alle Verkehrsmittel multimodal nutzen, somit mehrfach pro Fahrt bewusst ein Fahrzeug nach Eignung auswählen? Ergänzt wird diese Untersuchung durch die Modellierung der zukünftigen Verkehrsentwicklung, um Erkenntnisse für den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energieträger zu gewinnen und das Verkehrssystem energieeffizienter zu gestalten. Denn unabhängig von der künftigen Nutzerflexibilität stellt sich die Frage nach der Ressourceneffizienz, da durch die zunehmende Mobilität seit Jahrzehnten der weltweite Energieverbrauch wächst. In Zusammenarbeit mit dem Forschungsbereich Energie stehen hier die Batterieforschung und die Elektromobilität im Mittel-



An einer vielbefahrenen Kreuzung in Braunschweig untersuchen DLR-Verkehrsforscher, wie Autofahrer untereinander sowie mit Fußgängern und Radfahrern interagieren. Ziel ist herauszufinden, warum es zu kritischen Situationen kommt und wie diese mit Fahrerassistenzsystemen entschärft werden können. Foto: Jenoptic/DLR



Das Absetzen des Landers Philae auf dem Kometen Tschuryumov Gerasimenko am 11. November 2014 war ein Höhepunkt der Rosetta Mission. Der Lander, auf dem sich zehn Instrumente befinden, wurde unter Leitung des DLR entwickelt und gebaut.

Artist View: DLR

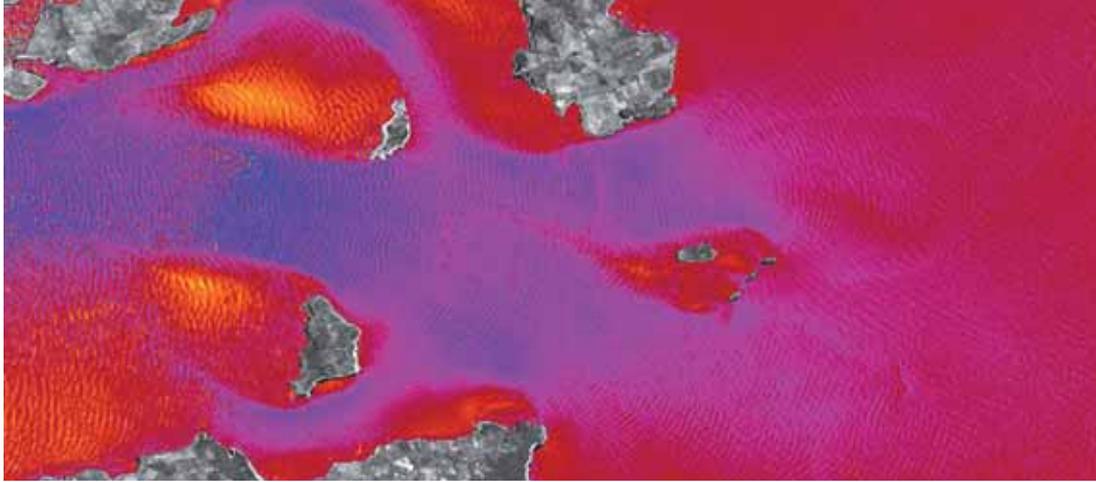
punkt, um zukunftsfähige Lösungsansätze zu entwickeln. Als Mitte der 1970er Jahre die Ölkrise die Aufmerksamkeit auf dieses Thema lenkte, begann die Diskussion und Erforschung zu nachhaltigeren Energiesystemen. Heute beschäftigen sich Wissenschaftler der Verkehrsforschung zusammen mit den Energiezentren in der Helmholtz-Gemeinschaft intensiv mit innovativen Fahrzeugkonzepten und effizienten Verkehrssystemen.

### WEIT IM RAUM

Auf die Raumfahrt projiziert der Mensch seit Langem seine Sehnsüchte. Doch die wissenschaftliche Beschäftigung mit dem Weltraum realisiert weit mehr als Träume von fernen Galaxien: Sie kann den angeborenen Wissensdurst, mehr über die eigene und fremde Welten zu erfahren, befriedigen und zur Beantwortung vielfältiger Fragen der Gesellschaft beitragen. Hierzu gehören unter anderem auch die Beobachtung und das Verstehen des Klimawandels. Denn gleich ob eine Raumfahrtsonde auf einem Zwergplaneten landet oder unter reduzierter Schwerkraft Phänomene in Flüssigkeiten untersucht werden – das Programm Raumfahrt zielt auf den Einsatz der Raumfahrt zum wissenschaftlichen, gesellschaftlichen und kommerziellen Nutzen, um die menschliche Lebensgrundlage zu sichern und grundlegende Erkenntnisse über unser Universum und die Erde zu erlangen. Die Forscher schaffen in ihren Projekten beispielsweise die erforderlichen

technologischen Grundlagen für neue Raumfahrtmissionen und legen Grundlagen für neue Technologien zum Beispiel in den Lebens- und Materialwissenschaften. So können unter den speziellen Bedingungen des Weltraums auf der Internationalen Raumstation ISS Prozesse in lebenden Organismen untersucht und die Ergebnisse direkt auf der Erde angewendet werden. Die wissenschaftliche Erkenntnis wirkt dabei wechselseitig. Wissen die Forscher, wie der Körper eines Patienten reagiert, der längere Zeit auf der Erde das Bett hütet, können sie dieses Wissen wiederum auch für Marsmissionen einsetzen. Entwickeln sie effizientere und umweltfreundlichere Turbinen aus hochtemperaturstabilen keramischen Verbundwerkstoffen für die Luftfahrt, können diese auch für Thermalschutzsysteme für den Wiedereintritt von Raumtransportsystemen eingesetzt werden.

Im Laufe der vergangenen Jahre haben die Entwicklungen im Forschungsbereich zu weltweit einmaligen technologischen Fähigkeiten in der Fernerkundung und ihren Anwendungen geführt. Durch Satellitenmissionen wie TerraSAR-X und Tandem-X ist es heute möglich, Veränderungen auf der Erdoberfläche in neuer Qualität zu erfassen. Hierfür umkreisen zwei nahezu baugleiche Satelliten in rund 500 Kilometern Höhe die Erde und tasten die Oberfläche mit Radargeräten ab. Der erste der beiden Satelliten, TerraSAR-X, arbeitet bereits seit 2007 erfolgreich im All. Zwei Jahre später folgte ihm der Zwillingssatellit TanDEM-X. Beide fliegen nur wenige hundert Meter



Blick aus dem All auf die Strömung vor den schottischen Orkney-Inseln: Der deutsche Radarsatellit TerraSAR-X blickt seit 2008 unabhängig von Bewölkung und Tageszeit auf die Erde. Wissenschaftler nutzen die Aufnahmen beispielsweise, um Seegang oder Windstärke zu bestimmen. Fernerkundungsdatenbild: DLR

102

voneinander entfernt in enger Formation und ermöglichen so zeitgleiche Aufnahmen des Geländes aus verschiedenen Blickwinkeln. Inzwischen wurde die komplette Landoberfläche der Erde, 150 Millionen Quadratkilometer, bereits mehrfach vollständig vermessen. Im Ergebnis entstand ein einheitliches hochgenaues dreidimensionales Abbild der Erde in bislang unerreichter Genauigkeit. Auf dieser Grundlage wurde ein homogenes Höhenmodell entwickelt, das für viele wissenschaftliche Fragestellungen und kommerzielle Anwendungen als Grundlage dienen kann. Diese Beispiele zeigen: Auf Gebieten der Radartechnologie, der Laserkommunikation, der Radarfernerkundung sowie der Weltraumrobotik und der Planetenforschung ist das DLR heute führend.

Von besonderer gesellschaftlicher Bedeutung ist auch der Beitrag der Forscher zu einem zentralen Zentrum für satellitengestützte Kriseninformation, das bei Naturkatastrophen weltweit tausenden Menschen das Leben retten kann. Bereits umgesetzt wurde das von der Bundesregierung geförderte Projekt GITEWS (German-Indonesian Tsunami Early Warning System), ein Verbundprojekt von mehreren Zentren in der Helmholtz-Gemeinschaft. Nach nur sechs Jahren Entwicklungs- und Aufbauzeit ging das Frühwarnsystem 2011 in Betrieb. Seitdem wertet die Kernkomponente eines Warnzentrums in Jakarta seismische Messdaten aus, um Menschen vor Tsunamis an den Küsten des Indischen Ozeans zu warnen.

## DER FORSCHUNGSBEREICH LUFTFAHRT, RAUMFAHRT UND VERKEHR AUF EINEN BLICK



Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) ist das einzige Zentrum im Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler forschen und kooperieren in den drei Programmen Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr und sind am Forschungsbereich Energie in der Helmholtz-Gemeinschaft beteiligt.





Katastrophenschutz: Nach der Explosion von 98 Munitionscontainern am 11. Juli 2011 auf Zypern flogen DLR-Mitarbeiter an den Unglücksort, um die unübersichtliche Lage zu erkunden. Aus einem einsturzgefährdeten Kraftwerk lieferten sie mit einem unbemannten Luftfahrzeug (UAV – unmanned aerial vehicle) Bilder von den einzelnen Gebäuden und Räumen. Foto: DLR

### MEHR SICHERHEIT FÜR DIE MENSCHEN

Sicherheitsstrukturen und -konzepte sind in modernen Gesellschaften in allen Lebensbereichen wichtig. Die Wissenschaftler beschäftigen sich in verschiedenen Projekten aus diesem Grunde mit der Sicherheitsforschung, die forschungsbereichsübergreifend ausgerichtet ist: Die Forschungsbereiche Energie, Schlüsseltechnologien, Erde und Umwelt sowie Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr arbeiten hier eng zusammen. Hintergrund ist die zunehmende Verwundbarkeit moderner Gesellschaften mit ihren kritischen Infrastrukturen – sei es durch Terrorismus, organisierte Kriminalität, durch Naturkatastrophen oder Cyberangriffe. Ein Beispiel, wie gut die verschiedenen Forschungsschwerpunkte der Helmholtz-Gemeinschaft ineinandergreifen, ist ein Projekt zur maritimen Sicherheit. Die Wissenschaftler wollen darin neue, bessere Lösungen für die Lenkung des Schiffsverkehrs finden. Auf den Weltmeeren wird es wegen des stetig zunehmenden Warenverkehrs

immer enger, es steigt das Unfallrisiko – vor allem in den besonders dicht befahrenen Meeresgebieten wie dem Ärmelkanal oder dem Mittelmeer und vor großen Häfen wie in Tokio und Singapur. Derzeit erkunden Wissenschaftler in ihrem Projekt den weltweiten Schiffsverkehr und nutzen dazu den DLR-Satelliten AISat, der mit einer neuartigen, vier Meter langen Helix-Antenne ausgestattet ist. Schon im ersten Monat erfassten die Forscher rund um den Globus 52.000 Datensätze zum Schiffsverkehr. Diese Informationen mit Daten zu Schiffsgröße und -ladung zu kombinieren ist ein langfristiges Ziel, um die Verkehrsströme vor allem in Hochverkehrsgebieten besser lenken und weiter optimieren zu können. Diese ehrgeizige Aufgabe können sich die Wissenschaftler im Forschungsbereich Luft-, Raumfahrt und Verkehr vor allem wegen ihrer einmaligen Kombination von Forschungsinstrumenten und fachspezifischem Know-how stellen.



Mit AISat den Schiffsverkehr verfolgen: Mit einer flexiblen, vier Meter langen Helix-Antenne empfängt der DLR-Satellit AISat die Signale der Schiffe und macht so den Verkehr auf den Meeren sicherer. Grafische Darstellung: DLR



Cherenkov-Licht, das mit dem Cherenkov Telescope Array beobachtet wird. Foto: DESY/Milde Science Comm./Exozet



Forschungsbereich

# MATERIE

## VORSTOSS IN UNSICHTBARE WELTEN

106

Es ist ein Forschungsgebiet, das an die Grenzen der menschlichen Vorstellungskraft geht – die Helmholtz-Wissenschaftler haben sich aufgemacht, die letzten Geheimnisse von Materie zu entschlüsseln. Es geht um sehr grundlegende Herausforderungen, die eine große Spannweite haben: vom Ursprung unseres Universums und seiner Bestandteile bis zu komplexen Prozessen in Molekülen, Materialien und biologischen Wirkstoffen.

In dem Helmholtz-Programm „Materie und das Universum“, das Teilchen-, Astroteilchen- und Kernphysik verbindet, geht es buchstäblich um das Alphabet und die Grammatik des Universums. Vieles ist hier in den letzten Jahrzehnten zutage gefördert worden, wie zum Beispiel das Standardmodell der Teilchen, künstlich erzeugte Antimaterie und superschwere Atomkerne sowie die Erkenntnis, dass ununterbrochen hochenergetische Teilchen aus dem Weltraum auf unsere Erde prasseln. Aber vieles liegt noch im Dunkeln: Gibt es eine Urkraft, aus der alle uns bekannten Kräfte entstanden sind? Woraus besteht die sogenannte Dunkle Materie, die als Gravitations-Klebstoff alles durchdringt? Was ist und wie wirkt die Dunkle Energie, welche die Expansion des Universums beschleunigt statt bremst? Was können uns die Astroteilchen vom Universum erzählen?

Ganz anderen Fragestellungen geht man im Helmholtz-Programm „Von Materie zu Materialien und Leben“ nach. Hier wollen die Wissenschaftler den Eigenschaften der Materie, die uns umgibt, auf den Grund gehen. Der Startschuss für die Forschung auf diesem Gebiet fiel mit den ersten Röntgenaufnahmen von Kristallen vor etwas mehr als 100 Jahren. Seither hat sich die Molekül- und Materialforschung rasant entwickelt. Keine moderne Technologie wäre heute ohne die molekularen Erkenntnisse der Materialforscher denkbar, welche die Entwicklung hochmoderner Werkstoffe ermöglicht hat. Aber auch die Medizin hat davon profitiert: Ohne die Kenntnis des molekularen Aufbaus von Viren und Bakterien könnten wir heute keine wirksamen Medikamente maßschneidern. Aber auch hier gibt es noch viele Kopfnüsse zu knacken: Ist Supraleitung bei Zimmertemperatur realisierbar? Kann man Transistoren bauen, die mit einem einzigen Elektron schalten? Kann man die ultraschnellen Prozesse, die in einer chemischen oder biologischen Reaktion ablaufen, direkt beobachten? Die Antworten auf Fragen dieses Kalibers werden die Technologien unserer Kinder und Enkel maßgeblich bestimmen.



Zusammenarbeit von Mensch und Maschine an PETRA III bei DESY.  
Foto: DESY/H. Müller-Elsner



Kühlersynchrotron „COSY“ zur Beschleunigung von Protonen und Deuteronen am Institut für Kernphysik des Forschungszentrums Jülich. Foto: Forschungszentrum Jülich/R.-U. Limbach



Arbeit am Beschleuniger des Röntgenlasers FLASH bei DESY. Foto: DESY/H. Müller-Elsner

### SUPERMIKROSKOPE UND -TELESKOPPE: UNSERE AUGEN FÜR DEN NANOKOSMOS UND DAS UNIVERSUM

Die Vorgänge im Kleinsten und Größten sind unseren Sinnesorganen und unseren konventionellen „Sehhilfen“ verborgen. Nur mit aufwendigsten und hochkomplexen Großforschungsanlagen können die Helmholtz-Wissenschaftler in diese faszinierenden Welten vordringen. Für den Forschungsbereich Materie der Helmholtz-Gemeinschaft sind deshalb die Entwicklung, der Aufbau und Betrieb großer Forschungsinfrastrukturen missionsentscheidend. Hier spielt die geballte Expertise der Helmholtz-Gemeinschaft in der Konzeption neuartiger Teilchenbeschleuniger eine Schlüsselrolle. An den Helmholtz-Zentren finden sich Großgeräte, die weltweit einzigartig sind: Synchrotronstrahlungsquellen, die mit Teilchenbeschleu-

nigern betrieben werden und hochbrillantes Röntgenlicht für Streuexperimente erzeugen, was einzigartige Einblicke in den Nanokosmos ermöglicht, Neutronen- und Ionenquellen, die detaillierte Informationen über die Struktur und Funktion von Werkstoffen liefern.

Zu dem Programm gehören weiter Hochfeldmagnetlabors sowie gewaltige Großrechner, welche die Datenflut aus den Experimenten filtern, sortieren und speichern. Eine besondere Zukunftsvision verbindet sich mit den neuen Freie-Elektronen-Lasern der Helmholtz-Gemeinschaft, die erstmals Laserlicht im Röntgenbereich für revolutionär neue Einblicke in bislang unzugängliche Prozesse im Nanokosmos zur Verfügung stellen.



Am Ultrakurzpuls-Laser DRACO erforschen Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums Dresden-Rossendorf die Laser-Teilchenbeschleunigung mit dem Ziel, kompaktere Beschleuniger zu entwickeln. Foto: HZDR/J. Lösel



Röntgenlaser der Zukunft: Beschleuniger-Module im Tunnel des European XFELs in Hamburg. Foto: DESY/D. Nölle

**INTERNATIONALE KOLLABORATIONEN**

Große Forschungsinfrastrukturen sind mittlerweile so komplex und teuer geworden, dass sie nur noch in internationalen Kollaborationen ermöglicht werden können. Das Paradebeispiel sind die Hochenergie-Experimente der Teilchenphysik, die schon seit geraumer Zeit nicht mehr national betrieben werden können. So arbeiten die Helmholtz-Wissenschaftler heute am weltweit größten Teilchenbeschleuniger LHC des internationalen Forschungszentrums CERN, der mit seinen haushohen Teilchendetektoren der Erforschung der fundamentalen Gesetze des Universums dient.

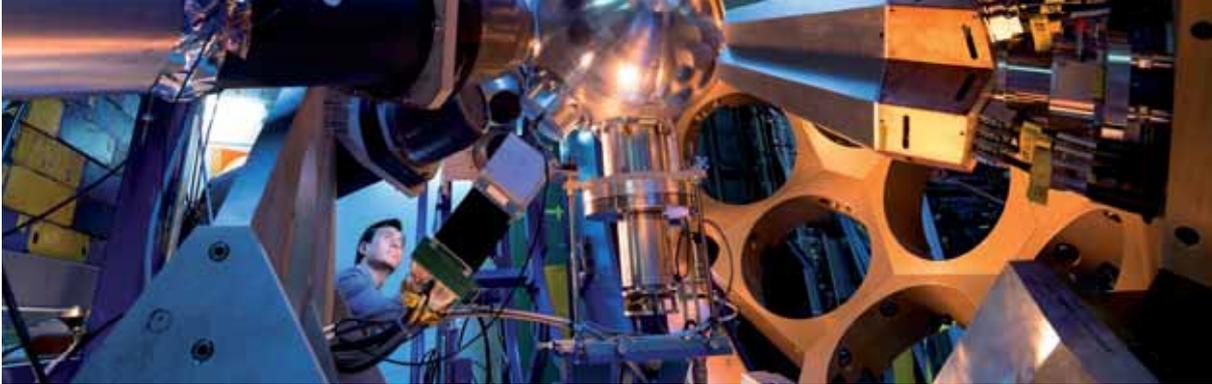
Auch in Hamburg entsteht unter Federführung des Deutschen Elektronen-Synchrotrons DESY eine weltweit einmalige internationale Forschungsinfrastruktur, der Europäische Röntgenlaser European XFEL. Ab 2017 soll er Röntgenlaserlicht mit extrem kurzen Photonenpulsen und bisher unerreichter Intensität liefern. Die molekulare Struktur von hochkomplexen

biologischen Systemen kann dann quasi fotografiert werden, schneller als sich die Moleküle bewegen. Dadurch werden völlig schlierenfreie molekulare Aufnahmen möglich und in ferner Zukunft sogar Realzeitaufnahmen von chemischen Reaktionen: das Quantenkino. Mit diesen Aufnahmen und dem daraus abgeleiteten Wissen soll es dann gelingen, molekulare Reaktionen gezielt zu steuern, beispielsweise um etwa die Erzeugung und Nutzung von solarer Energie zu optimieren.

Mit dem FAIR-Projekt (Facility for Antiproton and Ion Research) entsteht an der GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung in Darmstadt ein neues Beschleunigerzentrum. Hier will man Antiprotonen und Ionenstrahlen in bisher unerreichter Qualität und Intensität erzeugen und dem mysteriösen Quark-Gluon-Plasma seine Geheimnisse entlocken. Am Karlsruher Institut für Technologie arbeiten Wissenschaftler aus aller Welt mit KATRIN an der präzisesten Waage der Welt zur Vermessung der Masse

Auf der Jagd nach Neutrinos: das KATRIN-Spektrometer am KIT von innen. Foto: KIT/M. Zacher





Vermessung von Gamma-Strahlung mit dem Detektor AGATA der GSI. Foto: GSI/T. Ernstig (HA Hessen Agentur)

des Neutrinos: Dabei sieht KATRIN aus wie alles mögliche, nur nicht wie eine Waage, denn es ist ein riesiger Vakuumtank, in dem in raffinierter Weise der Beta-Zerfall des Neutrinos mit höchster Genauigkeit vermessen wird. Ein gewaltiges Unternehmen, das als Nebenprodukt viele neue technologische Lösungen liefern wird.

### MATERIE: EIN FORSCHUNGSBEREICH MIT GROSSEN ERFOLGEN

Die bisherigen Aktivitäten in den Helmholtz-Zentren des Forschungsbereichs haben in den letzten Jahren große internationale Erfolge erzielt:

Am PETRA Speicherring vom DESY wurde 1979 das Gluon entdeckt, das Feldteilchen, das dafür sorgt, dass die Atomkerne zusammenhalten und nicht zerplatzen, also der stärkste Klebstoff der Welt, wenn man so will. Das Gluon ist heute unverrückbarer Bestandteil des Standardmodells geworden. Am Fragmentseparator und Experimentierspeicherring

der GSI wurden in den letzten Jahren über 270 neue kurzlebige Atomkerne erzeugt. Dies ist Weltrekord, es wurden damit wichtige Hinweise zum Verständnis der Bildungsmechanismen von chemischen Elementen, wie sie in den Sternen ablaufen, geliefert.

Die israelische Forscherin Ada Yonath hat für ihre Forschungsarbeiten zur Struktur des Ribosoms, die sie von 1986 bis 2004 am DORIS-Speicherring bei DESY durchgeführt hat, den Chemie-Nobelpreis 2009 erhalten. Das Ribosom ist der Nanoroboter, der in unseren Zellen aus der Erbinformation Proteine synthetisiert. Diese drei herausgegriffenen Beispiele zeigen die Vielfalt der Erkenntnisse, die man nur mittels Großgeräten erzielen kann. Ein Aufwand, der sich lohnt.

Nobelpreisträgerin Ada Yonath im Synchrotron-Strahlungs-Labor DORIS (DESY). Foto: DESY



### **EINMALIGE VERNETZUNG IM WISSENSCHAFTSSYSTEM: NUTZEBETRIEB DER GROSSFORSCHUNGSGERÄTE**

Viele der Großforschungsanlagen des Forschungsbereichs stehen den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus aller Welt zur Durchführung ihrer Experimente zur Verfügung.

Der Zugang zur Messzeit wird im Peer-Review-Verfahren durch internationale Kommissionen vergeben. An den Synchrotronstrahlungs- und Neutronenquellen sind die verfügbaren Messzeiten dabei typischerweise um einen Faktor drei überbucht, sodass sich nur die allerbesten Ideen und überzeugendsten Anträge durchsetzen. Jährlich profitieren mehr als zehntausend Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und insbesondere auch der wissenschaft-

liche Nachwuchs von den einzigartigen Forschungsinfrastrukturen, die weltweit so nur in der Helmholtz-Gemeinschaft gebündelt werden. Der Nutzerbetrieb der Helmholtz-Großforschungsanlagen ist überdies ein herausragendes Beispiel für die Aufgabenteilung im deutschen Wissenschaftssystem und für die Kooperation zwischen den Universitäten und der Helmholtz-Gemeinschaft.

Die Nutzergruppen kommen dabei aus allen Disziplinen, neben der Physik, Chemie, Biologie, Medizin und Materialforschung zunehmend auch aus den Geowissenschaften, der Archäologie oder Kunst. So sind die Großgeräte des Forschungsbereichs zu einem interdisziplinären und internationalen Drehkreuz für die Nanoforschung geworden.

Strahldiagnose am bERLinPro, dem Prototypen eines neuen Linearbeschleunigers mit Energierückgewinnung am HZB. Foto: HZB/A. Kubatzki





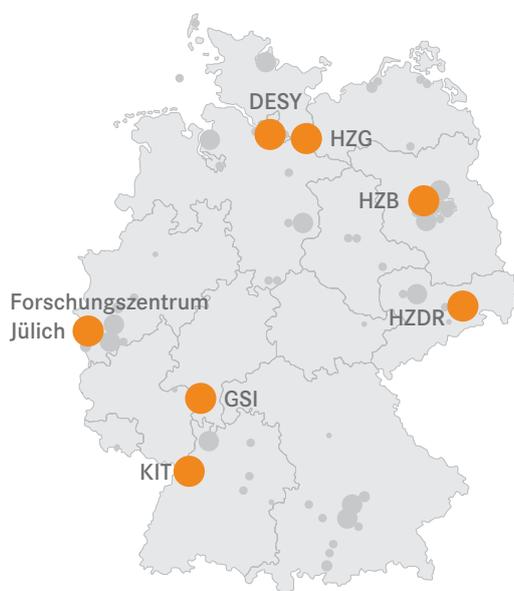
Neutronen-Spin-Echo-Spektrometer des Forschungszentrums Jülich am Oak Ridge National Laboratory. Foto: Oak Ridge National Laboratory

## NEUE PROGRAMME FÜR NEUE HERAUSFORDERUNGEN

Die Lösung der großen Fragen und gesellschaftlichen Herausforderungen bedürfen oft auch radikaler Entwürfe. So hat sich der Forschungsbereich „Materie“ in drei hochvernetzten Programmen, „Materie und das Universum“, „Von Materie zu Materialien und Leben“ und „Materie und Technologien“ reorganisiert. Sie sollen die Kooperation zwischen den Helmholtz-Zentren und den unterschiedlichen Disziplinen noch mehr befeuern und die ambitionierten Forschungsziele mehr in den Vordergrund rücken. Mit dieser Neuausrichtung des Forschungsbereichs nimmt die Helmholtz-Gemeinschaft weltweit eine Architektenrolle ein. Eine besondere Rolle wird das neue technologieorientierte Programm „Materie und Technologien“ spielen: Der Forschungsbereich hat

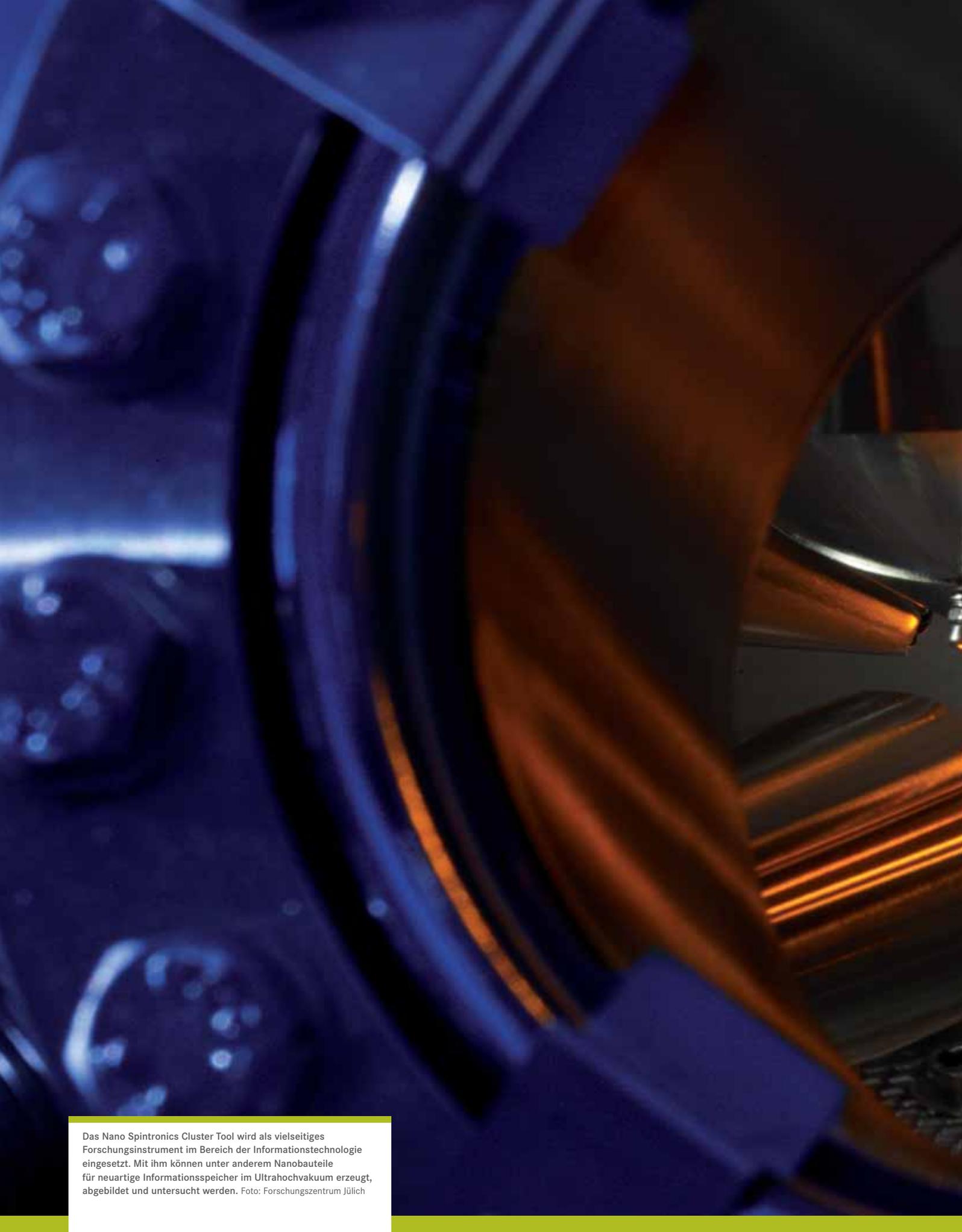
eine hohe Kompetenz in modernen Technologien und setzt diese seit jeher für neuartige Teilchenbeschleuniger und -detektoren ein. Diese Technologie-Entwicklung wird nun erstmals national gebündelt. Künftig soll dieses Konzept auch auf die Technologie-Entwicklung der Datenspeicherung und für das Computing übertragen werden.

## DER FORSCHUNGSBEREICH MATERIE AUF EINEN BLICK



Im Forschungsbereich Materie arbeiten folgende Zentren zusammen: das Deutsche Elektronen-Synchrotron DESY, das Forschungszentrum Jülich, die GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, das Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB), das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR), das Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung (HZG) sowie das Karlsruher Institut für Technologie (KIT).

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten in den Forschungsprogrammen Materie und das Universum; Von Materie zu Materialien und Leben sowie Materie und Technologien zusammen.



Das Nano Spintronics Cluster Tool wird als vielseitiges Forschungsinstrument im Bereich der Informationstechnologie eingesetzt. Mit ihm können unter anderem Nanobauteile für neuartige Informationsspeicher im Ultrahochvakuum erzeugt, abgebildet und untersucht werden. Foto: Forschungszentrum Jülich



Forschungsbereich

# SCHLÜSSEL- TECHNOLOGIEN

## INTELLIGENTE SYSTEME FÜR DEN MENSCHEN

114

Hinter jeder technischen Revolution in der Geschichte steckt eine Schlüsseltechnologie: Die erste Eisengewinnung, der Buchdruck, die Nutzung der Wasserkraft oder die Dampfmaschine – Schlüsseltechnologien legten das Fundament für ungezählte Innovationen und neuartige Produkte. In den Themen spiegeln sich dabei jeweils die drängenden Fragen der Zeit wider. Das ist bis heute so geblieben: Materialwissenschaften, Informationstechnologien und Lebenswissenschaften sind zentrale Herausforderungen der Gegenwart, für die der Forschungsbereich Schlüsseltechnologien Lösungen schaffen will. Die Forschung auf diesen Gebieten bringt Innovationen zum Nutzen des Menschen hervor: wie etwa regenerative Biomaterialien für medizinische Anwendungen, Biokerosin zur Energieerzeugung aus Algen oder auch Nanooberflächen für energieeffiziente Schifffahrt.

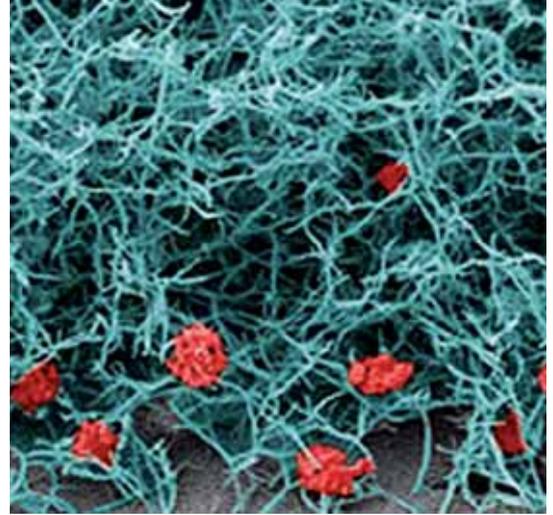
Helmholtz-Wissenschaftler arbeiten seit Langem intensiv an der Entwicklung der Schlüsseltechnologien mit. Wie groß die Potenziale dieses Forschungsbereichs sind, zeigt sich schon daran, dass die Schlüsseltechnologien auf der Agenda von Europäischer Union und Bundesregierung einen Spitzenplatz einnehmen: Die europäische Strategie für Schlüsseltechnologien aus dem Jahr 2012 und die Fortschreibung der Hightech-Strategie des Bundes aus dem Jahr 2014 schaffen den inhaltlichen Rahmen für die Forschungen der Helmholtz-Gemeinschaft.

Der Jülicher Höchstleistungsrechner JUQUEEN war bei Inbetriebnahme der erste Supercomputer Europas mit einer Rechenleistung von über fünf Petaflops – das entspricht fünf Billionen Rechenoperationen pro Sekunde. In JUQUEEN steckt ein BlueGene/Q-System von IBM. Foto: Forschungszentrum Jülich





Das HZG betreibt eigene Beamlines am DESY in Hamburg. Die Röntgenenergie des Strahls wird benutzt, um besonders tief in Materialien hineinzublicken. Foto: HZG/C. Schmid



Funktionalisierung von Implantat-Oberflächen: Am Institut für Biomaterialforschung wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem unerwünschte Blutgerinnung an rauen Oberflächen unterbunden werden kann. Bild: HZG

## GRUNDLAGEN – MADE IN GERMANY

Die Entwicklung in den vergangenen Jahren ist rasant: Was bis Ende der 1990er Jahre noch wissenschaftliches Rechnen hieß, ist heute das Supercomputing genannte Höchstleistungsrechnen. Hinzu kommen komplexe Herausforderungen, die sich aus dem Management und der Analyse großer Mengen strukturierter und unstrukturierter Daten (Big Data) ergeben. Aufgrund der wachsenden Komplexität von Systemen und Prozessen ist beides – das Höchstleistungsrechnen sowie der Umgang mit Big Data – eine zentrale Schlüsseltechnologie für verschiedenste Forschungsfelder sowie die industrielle Produkt- und Produktionsoptimierung. Die Grundlagen dafür wurden Mitte des 20. Jahrhunderts gelegt: Egal ob der Höchstleistungsrechner bei der Helmholtz-Gemeinschaft oder das Tablet auf dem Küchentisch – Konrad Zuse, der Erfinder des ersten Computers und der ersten höheren Programmiersprache, schuf hierfür die Basis. Als er 1949 in einem süddeutschen Mehllager die fortschrittlichste Rechenmaschine ihrer Zeit in Betrieb nahm, ahnte fast niemand, welche Entwicklung Zuse damit anstieß: Sein funktionsfähiger Digitalrechner mit mechanischen Releases und Lochkarten ist eine der zentralsten Schlüsseltechnologien überhaupt. Sie hat die Gesellschaft radikal verändert und führte letztlich zu Supercomputing und Big Data.

Auch heute spielt Deutschland auf diesem Feld eine wichtige Rolle. Der Höchstleistungsrechner JUQUEEN des Forschungszentrums Jülich belegte 2012 den fünften Platz und 2014 den achten Platz auf der Liste der 500 schnellsten Supercomputer der Welt. Mit diesem neuen Höchstleistungsrechner können die Helmholtz-Forscher aufwendige Klima- und Atmosphärensimulationen durchführen, aber auch neue Materialien und Teilchen erforschen. In den kommenden Jahren stellt die komplette und detailgetreue Simulation des menschlichen Gehirns eine große Herausforderung im Bereich Supercomputing dar. Mittels einer neuen Supercomputergeneration soll das derzeit weitgehend unerforschte menschliche Gehirn entschlüsselt und die in diesem Organ ablaufenden Prozesse verstanden werden. Zur Realisierung dieser großen Herausforderung arbeiten Wissenschaftler des Forschungszentrums Jülich im Rahmen der europäischen Future & Emerging Technologies Flagship-Initiative „Human Brain Project“ mit Neurowissenschaftlern, Ärzten, Informatikern, Physikern, Mathematikern und Computerspezialisten aus 24 Ländern zusammen.

Insgesamt ist der Platz an der Weltspitze im Bereich der Superrechner hart umkämpft. Deshalb kooperieren Wissenschaftler vom Jülich Supercomputing Centre (JSC) mit Firmen wie IBM, Intel und NVIDIA. Ihr gemeinsames Ziel ist es, bis 2020 Rechner zu entwickeln, die tausendmal schneller sind als die aktuellen Supercomputer.



Mikrowelle HEPHAISTOS: Rund 7.000 Liter fasst die sechseckige Mikrowelle mit optimierter Geometrie. Foto: KIT/T. Wegner

Eine Herausforderung ist es dabei, den steigenden Energieverbrauch immer leistungsstärkerer Rechner einzudämmen. Schon heute gehen zehn Prozent des deutschen Stromverbrauchs auf das Konto der Informations- und Kommunikationstechnologien – Tendenz steigend. Um diese Entwicklung zu stoppen, suchen die Forscher auf verschiedenen Ebenen nach energiesparenden Auswegen: bei kleinsten Bauelementen ebenso wie bei der Rechnerarchitektur und beim Energiemanagement. Eine erfolgversprechende Entwicklung am Forschungszentrum Jülich sind die sogenannten Memristoren, die im Programm Future Information Technology erforscht werden. Dabei handelt es sich um winzige elektronische Bauelemente, deren Widerstand sich durch ultrakurze Spannungspulse zwischen einem hohen und einem niedrigen Wert hin- und herschalten lässt. Um Informationen zu speichern, brauchen diese weniger als ein Tausendstel der Energie, die heutige Flash-Speicher in USB-Sticks benötigen.

#### TECHNOLOGIEN FÜR DIE ZUKUNFT

Ein großes Potenzial für neue Technologien liegt im Verknüpfen verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen – beispielsweise der Physik, Biologie, Medizin und Ingenieurwissenschaften. So könnten in naher Zukunft Nanomaterialien mit voreingestellten Eigenschaften hergestellt werden, die mit ihren nanostrukturierten Oberflächen helfen, Energie zu sparen, die Umwelt zu schützen oder medizinische Implantate verträglicher zu machen. Die Forschung auf diesem Gebiet verbindet die Material- und Nanowissenschaften, die Informations- und Kommunikationstechnologien mit den Lebenswissenschaften. Forscher im Programm Advanced Engineering Materials entwickelten beispielsweise maßgeschneiderte Legierungen für den Extrem-Leichtbau, neuartige Membranen für die CO<sub>2</sub>-Abtrennung oder auch die Wasserreinigung. Heute ist es möglich, neuen Materialien, mit denen die Menschen ihr Leben gestalten, durch synthetische Makromoleküle immer neue Funktionen und Eigenschaften zu geben.

Um lebende Systeme wirkungsvoll steuern zu können, müssen jedoch die kleinsten lebenden Einheiten eines biologischen Systems, die Zellen, gezielt beeinflusst werden. Das erfordert ein tiefgehendes Verständnis der Wechselwirkungen an den molekularen und zellulären Grenzflächen dieser lebenden Systeme. Wissenschaftler an dem Forschungszentrum Jülich und dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) entwickeln heute Konzepte für innovative Materialien und Technologien zur präzisen Steuerung des Zellverhaltens. Sie erforschen zudem wissenschaftsbasierte Strategien zur Krankheitstherapie, bei denen die anwendungsorientierte Grundlagenforschung in den Gebieten der weichen Materie sowie der molekularen und zellulären Biophysik die Basis sind.

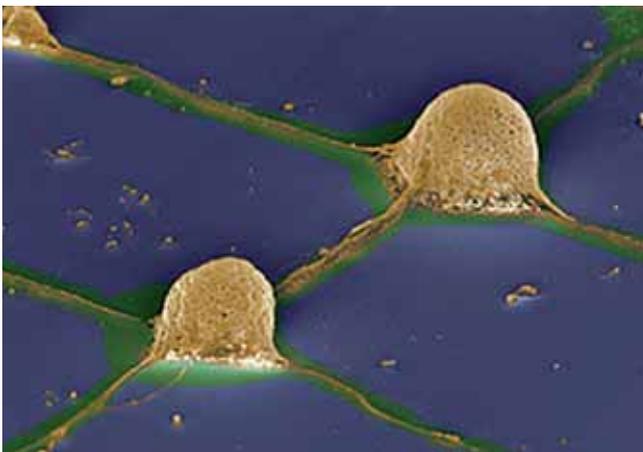
### UNTER EINEM DACH: DIE STRUKTUR DES FORSCHUNGSBEREICHS

Da sich das Forschungsfeld der Schlüsseltechnologien permanent änderte, brauchte die Helmholtz-Gemeinschaft um die Jahrtausendwende einen eigenen Rahmen für die Schlüsseltechnologien. Bis dahin arbeiteten Wissenschaftler über verschiedene Forschungsbereiche verstreut an den Themen. Für die geplante neue Struktur gab es dabei zwei Hürden zu überwinden: Zum einen sollten im entstehenden Forschungsbereich eigenständige Themen angesie-

delt sein, die in ihrem Volumen und ihrer Bedeutung konkurrenzfähig zu den großen Themen der Forschungsbereiche Gesundheit und Energie sein mussten. Zum anderen musste inhaltlich geklärt werden, wie ein gemeinsamer Forschungsbereich organisiert sein müsste, da sich bereits vorher schon viele Institute und Zentren aus verschiedenen Blickwinkeln mit den Schlüsseltechnologien beschäftigt hatten.

Im Ergebnis der Diskussionen verankerte die Helmholtz-Gemeinschaft die Schlüsseltechnologien querschnittsorientiert als eigenständigen Forschungsbereich. Mitglieder wurden das Forschungszentrum Jülich und das Forschungszentrum Karlsruhe, das heutige Karlsruher Institut für Technologie sowie das heutige Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung. Die Wissenschaftler aus dem neuen Forschungsbereich konzentrierten sich von Anfang an auf Gebiete mit typischem Großgerätecharakter und mit einem hohen Grad an Komplexität. Beispielhaft dafür sind das wissenschaftliche Rechnen sowie die Mikro- und Nanowissenschaften.

117



Für ihre Arbeit lassen Bioelektroniker in ihren Laboren Neuronen auf elektronischen Bauelementen wachsen. Die Elektroden auf dem Chip wandeln die elektrischen oder biochemischen Signale der Zelle – je nach Versuchsaufbau – in Strom oder Spannung um. Die abgeleiteten Signale geben Aufschluss über die Kommunikation von Zellen.  
Foto: Forschungszentrum Jülich



Erforschung und Nachbau des Salvinia-Effekts: Die technologische Nutzung von Luftkissen zwischen Blatt und Wasser kann die Schifffahrt künftig energieeffizienter machen. Foto: KIT/Forest&Kim Starr@wikimedia.org/T. Schimmel



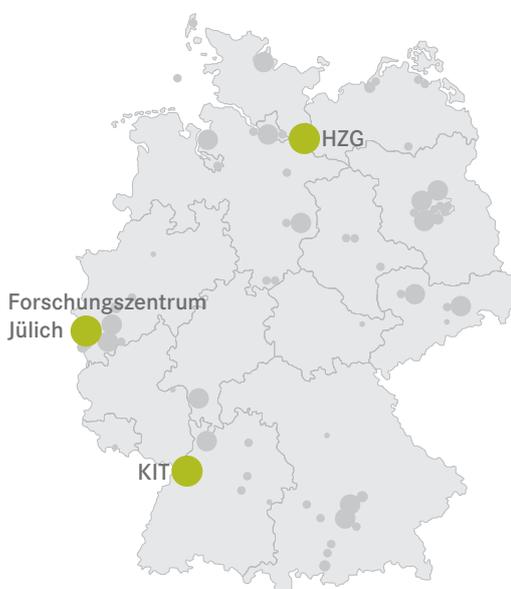
Magnesiumforschung am HZG: Das Material ist dreimal leichter als Stahl und eineinhalbmal leichter als Aluminium, dabei gleichzeitig fest und stabil.

Foto oben: HZG/C. Schmid, Hamburg

Aus geschmolzenem Magnesium werden per Gießwalz-Verfahren Bänder hergestellt: Mit Magnesium-Bauteilen werden Fahrzeuge leichter und sparen dadurch Treibstoff.

Foto links: HZG/C. Schmid, Hamburg

## DER FORSCHUNGSBEREICH SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN AUF EINEN BLICK



Am Forschungsbereich Schlüsseltechnologien sind drei Helmholtz-Zentren beteiligt: das Forschungszentrum Jülich, das Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung (HZG) sowie das Karlsruher Institut für Technologie (KIT).

Der Forschungsbereich umfasst neben den beiden übergreifenden Programmen Future Information Technology – Fundamentals; Novel Concepts and Energy Efficiency und Technology; Innovation and Society (gemeinsam mit dem Forschungsbereich Energie) sieben Programme: Supercomputing and Big Data; 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 und Key Technologies for the Bioeconomy.

## DIE ANWENDUNG: WIE SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN DAS LEBEN VERBESSERN

Wie aktuell die zentralen Themen des Forschungsbereichs sind, zeigt ein Blick in die Medien. Fast kein Tag vergeht, an dem nicht ein Artikel über Supercomputing, das Management und die Analyse von Big Data, die Potenziale der Nanotechnologien oder der Bioökonomie erscheinen: Tatsächlich tun sich verheißungsvolle Perspektiven auf, denn bald könnten neue Werkstoffe Leben retten; angesichts der wachsenden Weltbevölkerung und der Übernutzung natürlicher Ressourcen werden in der Bioökonomie Konzepte erarbeitet, die helfen, biologische Ressourcen zu optimieren oder die Nahrungsmittelproduktion nachhaltig und mit bio-basierten Rohstoffen neu zu gestalten. Die Schlüsseltechnologien haben in anderen Bereichen bereits zu Durchbrüchen geführt: Im Flugzeugbau etwa werden schon längst besonders leichte Materialien eingesetzt, die aus der Materialforschung am Helmholtz-Zentrum Geesthacht stammen. In den kommenden Jahren sollen die herkömmlichen Niete am Flugzeugrumpf durch ein spezielles Verfahren des Laserstrahlschweißens ersetzt werden. Durch dieses Verfahren können einzelne Bauteile direkt miteinander verbunden werden,

was zu einer deutlichen Kosten- und Gewichtersparnis führt. Energie wiederum kann mit Hilfe von Nanopartikeln eingespart werden, wie Forscher am KIT gezeigt haben: Sie entwickelten Nanopartikel, welche Oberflächen so verbessern, dass sich die Reibung im Wasser verringert und beispielweise Schiffe weniger Energie brauchen.

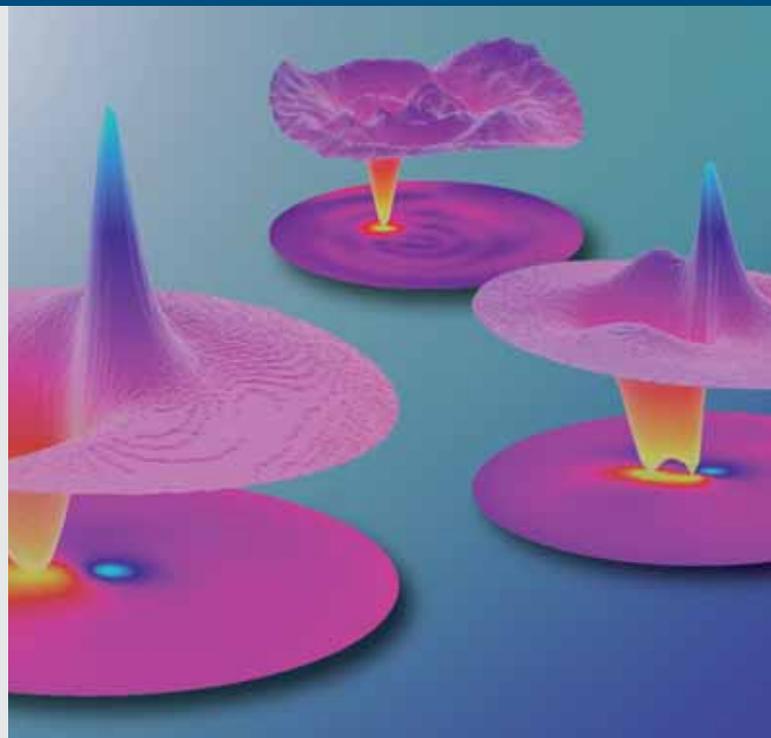
Der Forschungsbereich Schlüsseltechnologien spannt heute einen großen Bogen von der Nanowissenschaft und Mikrosystemtechnik über die Lebenswissenschaften sowie die Natur- und Ingenieurwissenschaften bis hin zu den Makrowelten. Die Wissenschaftler der Helmholtz-Gemeinschaft forschen dabei gleichermaßen an den Grundlagen wie an der konkreten Anwendung. Dabei entstehen für die Forscher an den Schnittstellen zu anderen Bereichen wie der Gesundheitsforschung, Energieproduktion und -speicherung, Mobilität, der Klimaforschung oder Meeresforschung permanent neue Themengebiete.

119

In nanometerdünnen magnetischen Schichten treten magnetische Wirbel auf. Die Magnetisierung im Kern dieser Wirbel lässt sich durch kurze Strompulse blitzschnell umschalten – ein Vorgang, den diese Computersimulation zeigt. In miniaturisierten Datenspeichern der Zukunft könnten solche Strukturen als Bits fungieren. Foto: Forschungszentrum Jülich

### Ein Effekt mit Nobelpreis

Der Physiker Peter Grünberg vom Forschungszentrum Jülich erhielt im Jahr 2007 gemeinsam mit Albert Fert den Nobelpreis in Physik. Die beiden Wissenschaftler wurden für ihre Entdeckung des Riesenmagnetowiderstandseffekts (GMR) ausgezeichnet. Auf dem GMR-Effekt basiert die Lesefunktion des Schreib-Lese-Kopfes fast jeder Festplatte. Grünbergs Forschungen begründeten außerdem das Forschungsfeld der Spintronik in der Nanoelektronik. Heute gibt es das Peter Grünberg Institut am Forschungszentrum Jülich. Theoretisch und experimentell ausgerichtete Forschungseinheiten verbinden dort die Themen Festkörperphysik, Physik der dünnen Schichten, Ober- und Grenzflächen sowie Materialwissenschaften.





# DIE GEMEINSCHAFT UND IHRE 18 FORSCHUNGSZENTREN

Ihre Forschung verbindet Menschen und Themen, Ideen und neue Forschungsansätze. Mit 37.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und einem Jahresbudget von 3,99 Milliarden Euro ist die Helmholtz-Gemeinschaft mit ihren 18 Zentren heute die größte Wissenschaftsorganisation Deutschlands. Über Städte und Themen hinweg kooperieren ihre Wissenschaftler, um Lösungen für aktuelle und künftige Probleme der Gesellschaft zu finden.

Sie forschen an Themen von der Elementarteilchenphysik bis zur Zellebene und nutzen dafür komplexe Infrastrukturen, insbesondere Großgeräte, die sie auch internationalen Wissenschaftlern zur Verfügung stellen. Es sind die großen Herausforderungen der Menschheit, mit denen sich die Menschen in den Forschungszentren befassen: der Erhalt und die kluge Nutzung der Umwelt, eine zuverlässige Rohstoff- und Energieversorgung, die Mobilität einer modernen Welt, zukünftige Informationstechnologien, gesundes Leben, Schutz vor Naturgefahren und die Behandlung von Krankheiten und nicht zuletzt das Erkennen unseres Universums in Raum und Zeit.

Welche kleinen und großen Forschungsobjekte, kältesten und heißesten Regionen unserer Welt an den Zentren untersucht werden, zeigen die Porträts der Mitglieder in der Helmholtz-Gemeinschaft auf den kommenden Seiten.

# VON POL ZU POL

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

122 Ein Schiff im Eis – vielleicht das stimmigste Sinnbild für ein Institut, das die deutsche Polarforschung koordiniert und auch das Meer im Namen trägt. Regelmäßig ist die Polarstern in Arktis und Antarktis unterwegs. Mehrfach erreichte sie den Nordpol, überwinterte gar im Südpolarmeer. Nur wenige Schiffe auf der Welt können derartige Extrembedingungen meistern.

Die Polarstern ist Deutschlands Eisbrecher für die Wissenschaft. Sie ist Forschungsplattform, Versorger entfernter Stationen im Eis und gilt als Flaggschiff der deutschen Meeresforschung. Betrieben wird dieses wichtige Werkzeug weltweiter Polarforschung vom Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) in Bremerhaven.

Charakteristisch für die Forschungsarbeit des Instituts sind seine starke internationale Vernetzung und die breite wissenschaftliche Basis, auf der sie erfolgt.

Am Alfred-Wegener-Institut arbeiten Bio-, Geo- und Klimawissenschaftler eng zusammen. Sie erforschen Atmosphäre und Eis, das Meer und die Küste. Sie gehen der Tiefsee, den Eisschilden und den Dauerfrostböden der Polarregionen auf den Grund. Neben Arktis und Antarktis wird auch die Nordsee mit ihren Küstenregionen erforscht. Das Klimageschehen zu verstehen, ist dabei zunehmend in den Mittelpunkt der wissenschaftlichen Arbeit gerückt.

## Die Zukunft des Klimas

Die Erde befindet sich in einem tiefgreifenden Klimawandel – Polarregionen und Meere sind zentrale Treiber in diesem Geschehen. Eine wichtige Aufgabe eines Polar- und Meeresforschungsinstituts ist deshalb auch, Politik und Gesellschaft zu beraten. Wissenschaftler des Alfred-Wegener-Instituts haben an mehreren Weltklimaberichten mitgearbeitet. Die Geschäftsstelle des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung

Der Forschungseisbrecher in der Arktis: Während einer Eisstation untersuchen AWI-Forscher Meereis, Schmelzwassertümpel und den Ozean unter der Eisdecke. Foto: Alfred-Wegener-Institut/M. Fernandez





Stipendiaten eines internationalen Ausbildungsprogramms – ein AWI-Biologe erklärt den Aufbau eines Feldexperimentes im Wattenmeer. Foto: Alfred-Wegener-Institut/T. Wagner



Wichtige Langzeitdaten – Antarktiks-Überwinterer überprüft Messsonden am meteorologischen Observatorium der Neumayer-Station III. Foto: Alfred-Wegener-Institut/T. Steuer

Globale Umweltveränderungen (WBGU) ist an das AWI angegliedert. Das Institut koordiniert außerdem die Helmholtz-Initiative zur Erforschung regionaler Klimaänderungen (REKLIM) und ist Teil der Helmholtz-Wissensplattform Erde und Umwelt (ESKP), in der Informationen zu Risiken und Chancen globaler Umweltveränderungen für Öffentlichkeit, Behörden und politische Entscheidungsträger aufgearbeitet werden. Auch mit dem Nordseebüro, dem Klimabüro für Polargebiete und Meeresspiegelanstieg und dem Arktisdialog stellt das AWI sein Wissen und seine Expertise der Politik und Öffentlichkeit zur Verfügung. Dadurch werden Grundlagen für nachhaltige Entwicklungsstrategien auf nationaler und internationaler Ebene geschaffen.

Wer das Klima der Zukunft verstehen will, muss auch die Klimageschichte des Planeten kennen und kurzfristige Schwankungen von langfristigen Trends unterscheiden können. Die Forscher am AWI betreiben eine Vielzahl von Observatorien, die Mess-

daten über lange Zeiträume erheben. Oder sie werten Klimaarchive wie Meeressedimente und Eisbohrkerne aus. Die Feldforschung unter extremen Bedingungen gehört im Institut genauso zum Alltag wie modernste Laborausstattung und leistungsfähige Großrechner. Weil die Polar- und Meeresforschung auch eine logistische Herausforderung ist, verfügt das AWI über eine Infrastruktur, die sie der nationalen und internationalen Wissenschaft zur Verfügung stellt – vom 20.000 PS starken Eisbrecher Polarstern über Forschungsflugzeuge bis zu den ganzjährig besetzten Stationen AWIPEV in der Arktis und Neumayer III in der Antarktis.

123

Hauptgebäude des Alfred-Wegener-Instituts auf dem AWI-Campus in Bremerhaven. Foto: Alfred-Wegener-Institut/R. Görner

## Auf einen Blick

### → Zahlreich

Mit einer Handvoll Mitarbeitern wurde das AWI – benannt nach dem deutschen Polarforscher und Entdecker der Kontinentaldrift Alfred Wegener – 1980 gegründet. Heute beschäftigt es mehr als 1.000 Menschen, die meisten von ihnen am Hauptsitz in Bremerhaven. Außenstellen liegen in Potsdam, auf Helgoland und in List auf Sylt. Als familienfreundliches Unternehmen zieht das Institut Nachwuchswissenschaftler aus aller Welt an den Standort.

### → Ausgestattet

Zur Flotte des AWI gehören, neben der Polarstern, die Schiffe Heincke, Uthörn und Mya II. Die Neumayer III-Station, die Kohlen-Station und das Dallmann-Labor in der Antarktis, die deutsch-französische Forschungsbasis AWIPEV auf Spitzbergen sowie die Forschungsflugzeuge POLAR 5 und POLAR 6 sind wichtige AWI-Forschungsinfrastrukturen. Außerdem investiert das AWI in die Entwicklung neuer Technologien, zum Beispiel zur Erdbeobachtung, Tiefseeforschung, Aquakultur oder im bionischen Leichtbau.

### → Gut unterrichtet

HIGHSEA steht für *HIGH School of Science & Education @ the AWI*. Am AWI lernen Schüler der Oberstufe Naturwissenschaften hautnah und fächerübergreifend kennen. Pro Jahr macht eine Oberstufenklasse Abitur am AWI.



# RASEN FÜR DIE WISSENSCHAFT

## Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

124 Was ist ein Synchrotron? Und was hat ein Synchrotron mit ultrafesten Fasern, Malaria und einem Molekülballett im Röntgenlaser zu tun? Die Antwort auf all diese Fragen liegt in Hamburg. Dort befindet sich DESY, das Deutsche Elektronen-Synchrotron in der Helmholtz-Gemeinschaft – eines der weltweit führenden Beschleunigerzentren.

Hier werden winzige, geladene Elementarteilchen – kleinste Bausteine der Materie – auf sehr hohe Energien beschleunigt. Diese nutzen die DESY-Forscher, um Aufschluss darüber zu erlangen, wie die Welt im Kleinsten aufgebaut ist und funktioniert.

Der Bau von Deutschlands erstem Teilchenbeschleuniger, dem Synchrotron DESY, das dem Forschungszentrum seinen Namen gab, begann 1960. Zwischenzeitlich sind weitere Beschleuniger hinzugekommen, beispielsweise DORIS, HERA, PETRA und FLASH. Zwei von ihnen sind hochmoderne Lichtquellen, die

international Maßstäbe setzen: Der PETRA-Nachfolger PETRA III ist der weltbeste Speicherring, um Röntgenstrahlung zu erzeugen. Und FLASH, der erste Röntgenlaser weltweit, liefert ultrakurze Blitze aus „weichem“ Röntgenlicht.

### Der Mikrokosmos der Teilchen

Die Beschleuniger und Instrumente, die Forscher bei DESY entwickeln und bauen, sind einzigartige Werkzeuge. Mit diesen und zahlreichen anderen Großgeräten erkunden Wissenschaftler den Mikrokosmos der Teilchen in seiner ganzen Vielfalt – vom Wechselspiel kleinster Elementarteilchen über das Verhalten neuartiger Nanowerkstoffe bis hin zu den lebenswichtigen Prozessen, die zwischen Biomolekülen ablaufen.

An einem Messplatz der Röntgenlichtquelle PETRA III werden neuartige Solarzellen untersucht. Foto: DESY





Beschleunigertunnel des Freie-Elektronen-Lasers FLASH. In den großen gelben Modulen werden Elektronen fast bis auf Lichtgeschwindigkeit beschleunigt. Foto: DESY

Bei DESY greifen dafür drei Forschungsschwerpunkte ineinander:

- Beschleuniger: DESY entwickelt, baut und betreibt Anlagen, um Teilchen auf höchste Energien zu bringen.
- Forschung mit Photonen: Physiker, Chemiker, Geologen, Biologen, Mediziner und Materialforscher nutzen das intensive Röntgenlicht aus Teilchenbeschleunigern, um Strukturen und Prozesse im Mikrokosmos sichtbar zu machen.
- Teilchenphysik: DESY-Wissenschaftler erforschen in weltweiter Kooperation die fundamentalen Bausteine und Kräfte im Universum.

Die Kombination von Forschung mit Photonen und Teilchenphysik bei DESY ist einmalig in Europa. Damit ist das Forschungszentrum gefragter Partner in nationalen und internationalen Kooperationen – vom europäischen Röntgenlaser XFEL in Hamburg, der 2016 in Betrieb genommen wird, bis zum internationalen Neutrinooteleskop IceCube am Südpol.

Um neue, gesellschaftsrelevante Technologien voranzutreiben, arbeitet DESY außerdem mit der Industrie und Wirtschaft zusammen.

Und die ultrafesten Fasern? Bei DESY hat ein Forscherteam ein Verfahren getestet, mit dem sich Zellulosefäden herstellen lassen, die stärker sind als Stahl. Malaria? Wissenschaftler entschlüsselten an PETRA III entscheidende Eiweißbausteine des Malaria-Parasiten. Und das Molekülballett? Im Licht eines Röntgenlasers schickten Forscher eine Gruppe freier Moleküle auf die „Bühne“ und brachten sie dazu, synchron zu posieren. So entstand ein bislang einzigartiges Foto, das einen Weg weist zur Untersuchung der ultraschnellen Moleküldynamik.

## Auf einen Blick

### → Zahlreich

Bei DESY

- arbeiten etwa 2.300 Menschen,
- davon mehr als 100 Auszubildende
- und etwa 700 Diplomanden, Doktoranden und Postdoktoranden
- sowie jährlich etwa 3.000 Gastwissenschaftler aus 40 Nationen
- an den Standorten Hamburg und Zeuthen bei Berlin.

### → Ausgezeichnet

Der Chemie-Nobelpreis 2009 ging an Ada Yonath und zwei ihrer Fachkollegen für Arbeiten, die unter anderem am Beschleuniger DORIS durchgeführt wurden. Mit dessen Röntgenstrahl hatten die Biochemiker ein zentrales Molekül des Lebens unter die Lupe genommen: das Ribosom. Für die Entschlüsselung von dessen Struktur gab es die namhafte Auszeichnung.

### → Praxisnah

An DESYs Lichtquellen werden Biomoleküle atomgenau entschlüsselt, die Ansatzpunkte für neue Medikamente sind. Auch neue Werkstoffe, Solarzellen oder Implantate werden hier unter die Röntgenlupe genommen.



Im Vordergrund das Forschungszentrum DESY im Westen von Hamburg. Im Hintergrund die Hamburger City und der Hafen. Foto: DESY

# FÜR EIN LEBEN OHNE KREBS

Deutsches Krebsforschungszentrum

126

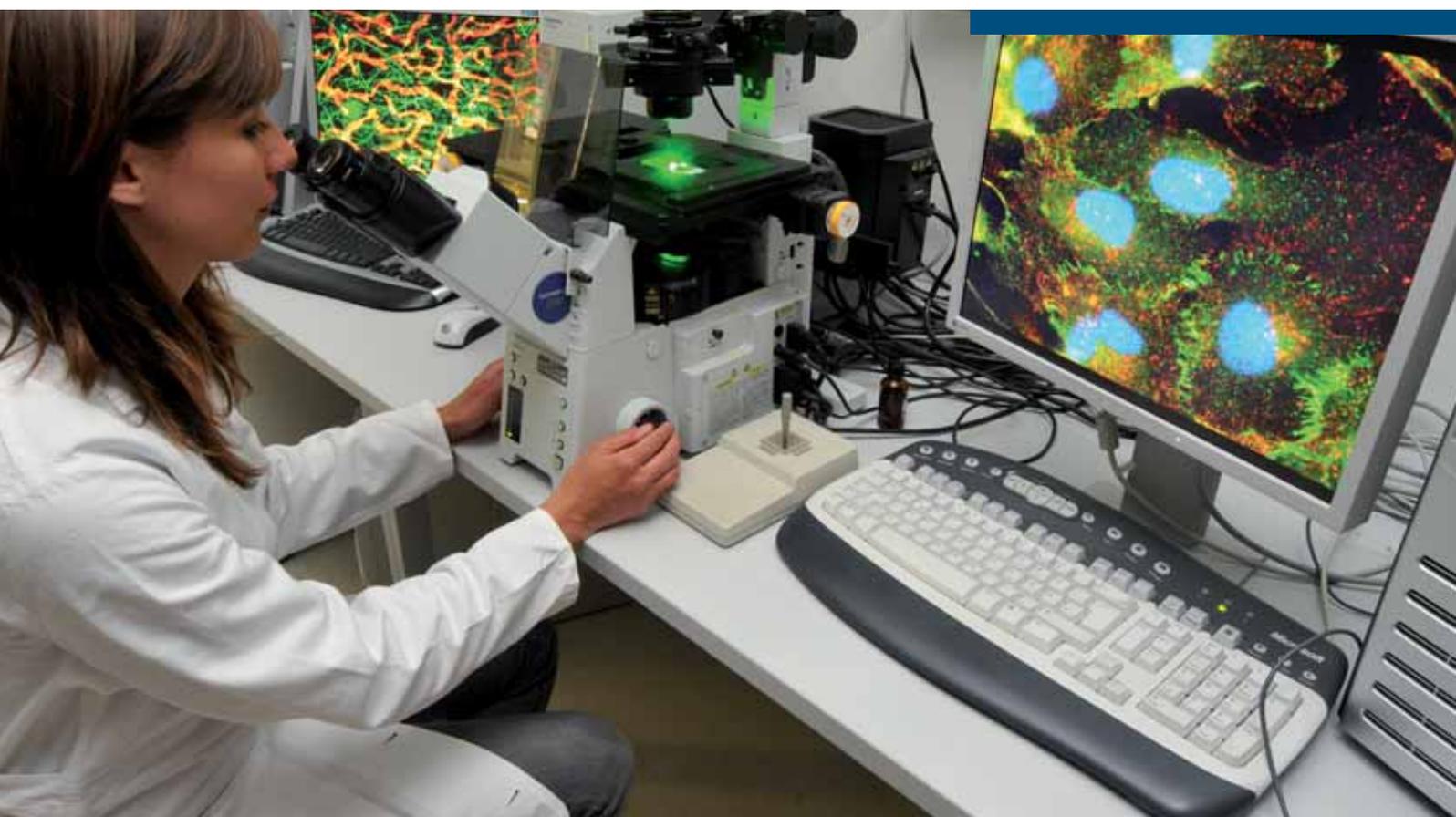
Weil ihn ein Brustgeschwür in seiner Umklammerung aus geschwollenen Blutgefäßen an die kreisförmig abgespreizten Beine eines Krebses erinnerten, benannte der griechische Arzt Hippokrates im 4. Jahrhundert vor Christus erstmals die Krankheit Krebs. In Deutschland erkranken heute jedes Jahr annähernd 500.000 Menschen an bösartigen Gewebeneubildungen, die zweithäufigste Todesursache im Land. Grund und Anlass für intensive Forschung – wie etwa am Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) in Heidelberg, der größten biomedizinischen Forschungseinrichtung in Deutschland.

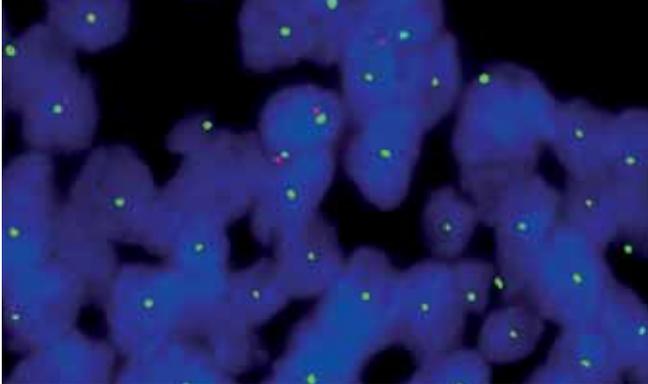
Derzeit erforschen hier mehr als 3.000 Mitarbeiter in über 90 spezialisierten Abteilungen und Arbeitsgruppen, wie Tumoren entstehen und welche Faktoren das Erkrankungsrisiko beeinflussen. Eine große Herausforderung, denn Krebs ist nicht gleich Krebs. Auch von Patient zu Patient verläuft die Krankheit oft unterschiedlich. So entwickeln die Teams neue Ansätze, mit

denen Tumoren individuell besser erkannt und erfolgreicher behandelt werden können. Und sie suchen nach Strategien, die vorbeugen können.

Die Mitarbeiter des Krebsinformationsdienstes (KID) klären Betroffene, Angehörige und interessierte Bürger über die Volkskrankheit Krebs auf. Gemeinsam mit dem Universitätsklinikum Heidelberg hat das DKFZ das Nationale Centrum für Tumorerkrankungen (NCT) Heidelberg eingerichtet, in dem vielversprechende Ansätze aus der Krebsforschung in die Klinik übertragen werden. Im Deutschen Konsortium für Translationale Krebsforschung (DKTK), einem der sechs Deutschen Zentren für Gesundheitsforschung, unterhält das DKFZ Translationszentren an sieben universitären Partnerstandorten. Die Verbindung von exzellenter Hochschulmedizin mit der hochkarätigen Forschung eines Helmholtz-Zentrums ist ein wichtiger Beitrag, um die Chancen von Krebspatienten zu verbessern.

Die Fluoreszenzfärbung erlaubt es, Tumorzellen zu charakterisieren und von gesundem Gewebe zu unterscheiden. Foto DKFZ/F. Bierstedt





Am nur einfach vorhandenen roten bzw. grünen Fluoreszenzsignalen erkennen Wissenschaftler bei diesem Hirntumorpräparat den Verlust von Erbmaterial. In einer gesunden Zelle würde man zwei Signale erwarten. Foto: DKFZ



Das Navigationssystem SurgeryPad unterstützt Chirurgen bei minimalinvasiven Eingriffen. Foto: DKFZ/M. Müller

### Hoch spezialisiert

Die Initiative, ein nationales Zentrum zur Erforschung von Krebs nach Heidelberg zu holen, ging von dem Heidelberger Chirurgen Karl Heinrich Bauer aus. Dessen Arbeitsschwerpunkt war bereits seit den 1920er Jahren die Tumorchirurgie. 1964 wurde das DKFZ in Heidelberg eingeweiht. Später wurde es Mitglied der Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen (AGF), die 1995 wiederum zur Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren wird. Somit ist das DKFZ von Anfang an unter dem Helmholtz-Dach dabei.

Heute hat das Zentrum sieben Forschungsschwerpunkte: In der Zell- und Tumorbiologie wird untersucht, was genau in einer einzelnen Zelle geschieht, wenn bestimmte Veränderungen des Erbmaterials nicht mehr repariert werden können und sich kranke Zellen schließlich unkontrolliert vermehren. Die Genomforschung sucht zu ergünden, welche und wie viele unter-

schiedliche Veränderungen im Erbgut zusammenkommen müssen, damit Zellen aus dem Wachstumsgleichgewicht geraten. Wo liegen besondere Risiken, dass dies geschieht? Wie lässt sich eine Erkrankung möglichst früh erkennen oder verhindern? Damit befasst sich der Schwerpunkt Krebsrisikofaktoren und Prävention. Wie schaffen es Krebszellen, das körpereigene Abwehrsystem zu umgehen? Das erforschen Wissenschaftler im Schwerpunkt Tumorimmunologie. Bei einigen Krebsarten sind Viren im Spiel. Der Forschungsschwerpunkt Infektionen und Krebs untersucht, wie genau diese infektiösen Partikel die Erkrankung auslösen und wie sich der Körper dagegen wehren kann. Im Schwerpunkt Translationale Krebsforschung arbeiten Forscher und Ärzte gemeinsam daran, die Erkenntnisse der Grundlagenforschung in die Klinik zu übertragen. Ziel des Forschungsschwerpunkts Bildgebung und Radioonkologie ist es, mit neuen Methoden Krebs besser zu diagnostizieren und die Strahlentherapie individuell an die Patienten anzupassen.

### Auf einen Blick

#### → Zahlreich

Am DKFZ arbeiten

- mehr als 3.000 Mitarbeiter
- in über 90 spezialisierten Abteilungen und Arbeitsgruppen
- sowie 25 Nachwuchsgruppen.

#### → Informiert

Für Patienten, Familienangehörige und Fachleute: Der Krebsinformationsdienst (KID) des DKFZ bietet für Patienten und ihre Angehörigen individuell recherchierte Fakten und Quellen sowie für Medien wichtige Hintergrundinformationen. Er ist unter der Telefonnummer 0800-4203040 an sieben Tagen in der Woche kostenlos erreichbar.

#### → Ausgezeichnet

Warzenviren, sogenannte humane Papillomviren (HPV), lösen Gebärmutterhalskrebs aus, die dritthäufigste Krebsart bei Frauen. Für diese Entdeckung erhielt Professor Harald zur Hausen 2008 den Nobelpreis für Medizin. Aus der intensiven Arbeit des ehemaligen, langjährigen Vorsitzenden des Stiftungsvorstands des DKFZ ergaben sich neue Ansätze zur Vorbeugung und Behandlung – HPV-Impfstoffe etwa, die seit 2006 verfügbar sind.

2014 erhielt Professor Stefan Hell für seine bahnbrechende Entwicklung hochauflösender STED-Fluoreszenzmikroskope den Nobelpreis für Chemie. Mit dieser Technologie ist es möglich, molekulare Strukturen im Nanobereich in lebenden Zellen sichtbar zu machen. Hell ist Direktor am Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie in Göttingen und Abteilungsleiter im DKFZ.



Harald zur Hausen, Nobelpreisträger für Medizin 2008. Foto: DKFZ



Stefan Hell, Nobelpreisträger für Chemie 2014. Foto: MPG

DKFZ-Hauptgebäude. Foto: DKFZ



# HOCH HINAUS

## Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

128 Technologien des 21. Jahrhunderts für Luft- und Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit sind der Gegenstand der wissenschaftlichen und technischen Arbeiten im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Die Wissenschaftler und Ingenieure erforschen den Weltraum, schaffen Wissen für den Erhalt einer gesunden Umwelt und entwickeln neue Technologien für die Energieversorgung, Mobilität, Sicherheit und Kommunikation von morgen. Das Portfolio reicht dabei von der Grundlagenforschung bis zur Entwicklung von Produkten und orientiert sich an den gesellschaftlichen Herausforderungen.

Ein prominentes Projekt des DLR ist die Forschung auf der Internationalen Raumstation ISS. Das Zentrum beteiligt sich an nationalen und internationalen Missionen zur Erforschung und Nutzung des Weltraums und der Lebensbedingungen in der Schwerelosigkeit.

Auf der ISS wird beispielsweise untersucht, wie sich Emulsionen – feine Gemische von schwer vermischbaren Flüssigkeiten – in der Schwerelosigkeit verhalten, um bessere Nahrungsmittel auf der Erde herstellen zu können. Aber auch der Nachwuchs kommt beim DLR zum Zug und das nicht nur in den zehn DLR\_School-Labs: Auf Vorschlag von Schülern und ausgerüstet mit Haarshampoo und Strohhalm untersuchte der deutsche Astronaut Alexander Gerst, ob Seifenblasen im All unsterblich sind. Tatsächlich erwiesen sie sich auf der ISS als erstaunlich stabil und haltbarer als auf der Erde. Doch auch dieses Experiment hat einen wissenschaftlichen Hintergrund – die Stabilität von Industrie-Schäumen. Und dank der Entwicklungs- und Testeinrichtungen des DLR ist Europa in der Lage, mit eigenen Trägersystemen Satelliten in die Erdumlaufbahn zu schicken.

Die Landeeinheit Philae wurde von der Rosetta-Raumsonde auf dem Kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko abgesetzt. Bildquelle: ESA/DLR





Der Airbus A320-232 „D-ATRA“ ist das größte Mitglied der DLR-Forschungsflugzeugflotte. Foto: DLR



Das Fahrverhalten künftiger Hochgeschwindigkeitszüge lässt sich in der Tunnelsimulationsanlage im DLR Göttingen erforschen. Foto: DLR

### Energiegeladen und hoch effizient

Die DLR-Forscher beschäftigen sich aber auch mit „erdverbundenen“ Themen: So haben sie im DLR-Verkehrsforschungsprojekt VABENE++ ein Kamerasystem zur Verkehrsüberwachung entwickelt. Es wird eingesetzt, um bei Großereignissen oder Katastrophen den Verkehr zu steuern und Hilfskräfte schnell an ihren Einsatzort zu leiten. In der Energieforschung haben Mitarbeiter des DLR-Instituts für Verbrennungstechnik ein neues Brennkammersystem für Biomassekraftwerke entwickelt. Dieses ermöglicht eine hocheffiziente und schadstoffarme Verbrennung von Holzabfällen und Grünschnitt, die in der Landschaftspflege regelmäßig in großen Mengen anfallen und bisher kaum genutzt wurden, um Energie zu gewinnen. Als Partner im Programm Clean Sky 2, einer Zusammenarbeit der Europäischen Kom-

mission und der Luftfahrtindustrie, entwickelt das DLR Technologien, um die europäische Luftfahrt umweltfreundlicher zu machen: mit weniger Schadstoffemissionen und Lärm, aber mehr Leistungsfähigkeit.

129

Zahlreiche Großforschungsanlagen bieten den DLR-Wissenschaftlern ausgezeichnete Rahmenbedingungen für das Bearbeiten von ungelösten Problemen wie etwa im weltweit einmaligen Katapult für die Erforschung von Hochgeschwindigkeitszügen in Göttingen. Hier untersuchen die Wissenschaftler beispielsweise, was mit Zügen passiert, wenn sie rasend schnell in einen Tunnel fahren. Zentrales Ziel ist, eine nächste Generation von Hochgeschwindigkeitszügen zu entwickeln, die leiser, komfortabler, sicherer und deutlich energieeffizienter sind.

Der DLR-Hauptsitz in Köln heute. Foto: DLR

### Auf einen Blick

#### → Zahlreich

Das DLR blickt auf eine mehr als 100-jährige Geschichte zurück, trägt seinen heutigen Namen seit 1997. Es hat

- 8.000 Mitarbeiter
- an 16 Standorten
- und in 32 Instituten, Test- und Betriebseinrichtungen,
- seinen Hauptsitz hat es in Köln,
- Beteiligungen an mehreren internationalen Versuchsanlagen
- und Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington.

#### → Immer dabei

Rosetta und Mascot, HALO und Atmosphärenforschung, MyCopter und Fluglärmforschung, Anwendungsplattform Mobilität und Next Generation Train sind nur einige Missionen und Projekte, an denen das DLR arbeitet oder beteiligt ist – mehr dazu unter DLR.de.

#### → Raus aus der Schule ...

... rein ins Labor: Zehn DLR\_School\_Labs bieten Schülern die Gelegenheit, die faszinierende Welt der Forschung selbst zu entdecken. Das Jugendportal DLR\_next, Schülerprogramme, Angebote für Studierende und ein Qualifizierungsprogramm für Doktoranden runden die Nachwuchsförderung des DLR ab.



# FORSCHEN GEGEN DAS VERGESSEN

Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE)

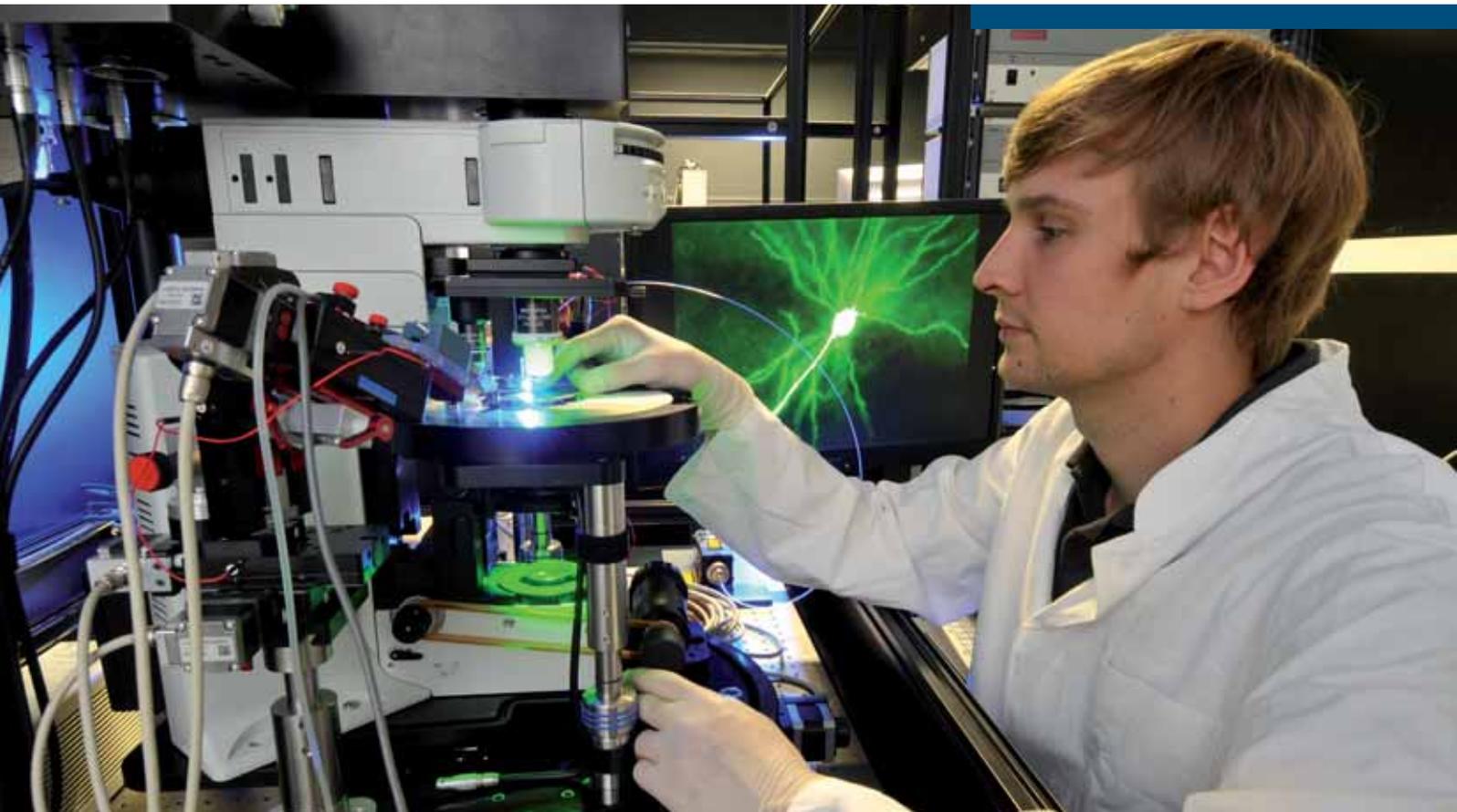
130 „Ich habe mich sozusagen verloren“, sagt Auguste Deter, während sie schreibt. Auguste steht auf dem Papier – dabei hatte der Arzt Alois Alzheimer sie gebeten, eine Acht zu notieren. Nach Deters Tod 1906 beschreibt Alzheimer deren Krankheit, die heute seinen Namen trägt. Sie ist einer der Schwerpunkte der Forschung am Deutschen Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE).

Zusammen mit Parkinson gehört Alzheimer zu den bekanntesten neurodegenerativen Erkrankungen. Rund 1,5 Millionen Männer und Frauen in Deutschland sind davon oder von einer anderen Form der Demenz betroffen, jedes Jahr treten etwa 300.000 Neuerkrankungen auf. Da die Gesellschaft immer älter wird, werden die Zahlen weiter steigen. Bis 2050 soll sich, so sagt es der Welt-Alzheimer-Bericht 2013 voraus, die Zahl der Demenzkranken auf globaler Ebene mehr als verdreifachen. Um dem

gewachsen zu sein, hat die Bundesregierung im Sommer 2007 beschlossen, ein Institut für neurodegenerative Erkrankungen als neues Helmholtz-Zentrum zu errichten. Das daraus entstandene DZNE ist in mehrfacher Weise einzigartig: Es bündelt Deutschlands wissenschaftliche Aktivitäten zum Thema an neun verschiedenen Standorten und verfolgt einen interdisziplinären Forschungsansatz. Außerdem ist das DZNE die einzige außeruniversitäre Forschungseinrichtung in Deutschland, die sich diesen Erkrankungen und allen ihren Facetten widmet.

Die Forscher am DZNE untersuchen, was verschiedene Gehirnerkrankungen eint und worin sie sich unterscheiden. Das Ziel: neue vorbeugende und therapeutische Ansätze. Besonderes Gewicht liegt dabei auf der engen Verflechtung der einzelnen Arbeitsbereiche. Im Bereich Grundlagenforschung arbeiten die Wissenschaftler daran, die molekularen und zellulären Ursachen

Nervenzelle unter dem Mikroskop: DZNE-Forscher untersuchen die molekularen Ursachen neurodegenerativer Erkrankungen. Foto: DZNE/F. Bierstedt





Zu den Zielen der Versorgungsforschung zählt eine bestmögliche Lebensqualität zuhause lebender Patienten. Foto: DZNE/www.schmelz-fotodesign.de



In klinischen Studien werden neue Methoden zur Diagnose, Therapie und Vorsorge entwickelt. Foto: DZNE/V. Lannert

neurodegenerativer Erkrankungen – jedoch auch die Mechanismen des gesunden Organismus – besser zu verstehen. Das ist wichtig, um neue Medikamente zu entwickeln. In der klinischen Forschung, der Arbeit mit Patienten und Probanden, geht es darum, die Ergebnisse aus der Grundlagenforschung anhand von Studien in den klinischen Alltag zu übertragen. Zudem soll die Diagnose verbessert werden. Die Populationsforschung sucht nach Risikofaktoren für eine Erkrankung, beispielsweise vererbliche Faktoren oder ein bestimmter Lebensstil.

### Für ein gutes Leben

Die Versorgungsforschung schließlich widmet sich der Versorgung von Patienten: Die Lebensqualität Betroffener soll verbessert, ihre Angehörigen und das Pflegepersonal sollen gezielt unterstützt werden. Die enge Verknüpfung dieser vier Arbeitsbereiche erlaubt, Ergebnisse schnell in die Anwendung am Patienten zu bringen.

Eine Heilung für Patienten mit Alzheimer oder anderen Demenzerkrankungen gibt es bis heute nicht. Doch eine zielgerichtete und koordinierte Forschung wie die des DZNE ermöglicht eine bessere Vorsorge und Behandlung – und sie macht Hoffnung auf neue Medikamente und Behandlungsmöglichkeiten.

131

Neubau des DZNE in Bonn (Entwurf). Quelle: wulf architekten GmbH



### Auf einen Blick

#### → Zahlreich

Das DZNE wurde 2009 gegründet,

- beschäftigt über 800 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter,
- aus rund 50 Ländern,
- umfasst mehr als 70 Forschergruppen
- und die neun Standorte: Berlin, Bonn (Sitz der Verwaltung), Dresden, Göttingen, Magdeburg, München, Rostock/Greifswald, Tübingen und Witten.

#### → Translationale Forschung

Das Forschungsspektrum des DZNE gliedert sich in die vier Schwerpunkte:

- Grundlagenforschung
- Klinische Forschung
- Versorgungsforschung
- Populationsforschung

Ziel ist die Entwicklung neuer Maßnahmen für Prävention, Therapie und Pflege. Dabei sollen wissenschaftliche Erkenntnisse möglichst rasch den Patienten zugutekommen. Dieser Brückenschlag von der Forschung in die Praxis wird „Translation“ genannt.

#### → Kooperationen

An seinen Standorten kooperiert das DZNE eng mit Universitäten, Universitätskliniken und außeruniversitären Einrichtungen – und darüber hinaus mit Forschungseinrichtungen und Industriepartnern in aller Welt.

# GRUNDLEGENDE, UMFASSENDE, INTERDISZIPLINÄR

Forschungszentrum Jülich

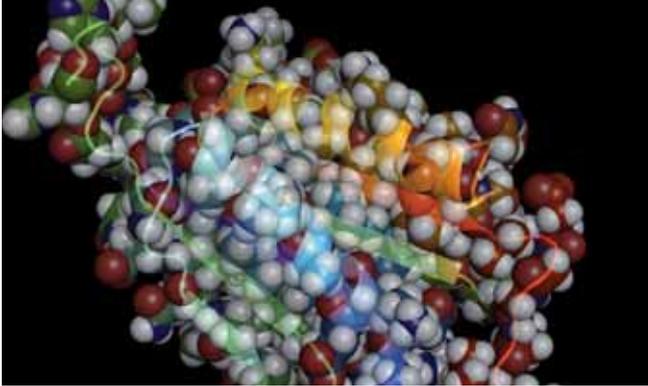
132 Das Forschungszentrum Jülich arbeitet an Schlüsseltechnologien für die großen gesellschaftlichen Herausforderungen in den Bereichen Information und Gehirn sowie Energie und Umwelt. Wie können Datenspeicher noch effektiver und dabei energiesparender werden? Wie können erneuerbare Energien umfangreicher genutzt werden? Wie verändert sich das Klima und welche Rolle spielt der Mensch dabei? Wie können Erkrankungen wie Alzheimer oder Parkinson frühzeitig erkannt und besser therapiert werden? Und inwiefern könnte das menschliche Gehirn selbst als Vorbild für künftige Rechner dienen? An Lösungen zu diesen Fragen arbeitet das Forschungszentrum Jülich, das mit über 5.500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zu den größten Forschungseinrichtungen der Helmholtz-Gemeinschaft und in Europa gehört.

Die hier versammelte Expertise umfasst Simulationen mit Höchstleistungsrechnern und Forschung mit Neutronen, hochauflösende Elektronenmikroskopie ebenso wie Biotechnologie, Kernphysik, bildgebende Verfahren für die Medizin und einzigartige Werkzeuge der Nanotechnologie. Dabei untersuchen die Wissenschaftler Phänomene in ganz unterschiedlichen Größenordnungen: vom atomaren bis zum globalen Maßstab. Das Forschungszentrum legt Wert darauf, nicht nur einzelne Fragestellungen zu bearbeiten, sondern die Einordnung in einen umfassenden Kontext sicherzustellen, der neben den naturwissenschaftlichen auch gesellschaftliche, ökonomische und ethische Fragestellungen berücksichtigt.

Ursprünglich 1956 als Kernforschungsanlage gegründet, betrieb Jülich zwei Forschungsreaktoren als Neutronenquellen, die bereits zurückgebaut sind oder sich im Rückbau befinden.

Die Helmholtz Nanoelectronic Facility (HNF) ist eine zentrale Technologieplattform für Nanoelektronik mit Schwerpunkt Green Mikrochips/Computing. Foto: Forschungszentrum Jülich





Die räumliche Struktur eines Proteins, die durch Faltung langer Eiweißketten entsteht. Fehlerhafte Faltungen treten zum Beispiel bei der Alzheimer-Erkrankung auf. Foto: Forschungszentrum Jülich

Zudem war es an der Technologieentwicklung für den benachbarten Hochtemperaturreaktor der Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor (AVR) beteiligt, der 1988 abgeschaltet wurde und durch den Betreiber zurückgebaut wird. Hierbei unterstützt das Forschungszentrum die AVR GmbH und übernimmt die Verantwortung für die sichere Entsorgung der AVR-Brennelemente.

### Systeme begreifen

Heute erforschen Jülicher Wissenschaftler die gesamte Bandbreite der bekannten Optionen, um Energie aus fossilen und erneuerbaren Quellen umzuwandeln und zu speichern. Ziel der Jülicher Umwelt- und Klimaforschung ist es, zu verstehen, wie sich die Energiegewinnungs- und -umwandlungsprozesse auf das Ökosystem und das Klima auswirken und Klimamodelle weiterzuentwickeln. Arbeiten zur nuklearen Entsorgung gehören ebenso zum Themenportfolio.



Supercomputer öffnen die Tür zu Fortschritten, die allein auf dem Weg über Theorie und Experiment nicht erreichbar sind. JUQUEEN ist einer der leistungsfähigsten Superrechner weltweit. Foto: Forschungszentrum Jülich

Gegenstand der Forschungsbereiche Information und Gehirn ist es, die komplexen Vorgänge im gesunden Gehirn zu verstehen, um neurodegenerative Erkrankungen früher und zuverlässiger diagnostizieren und therapieren zu können als bisher. Mit seinen rund 86 Milliarden Nervenzellen ist das gesunde menschliche Gehirn eine gigantische Schaltzentrale – bei vergleichsweise niedrigem Energieverbrauch. Daher könnte seine Funktionsweise auch neue Ansätze für die Informationstechnologie liefern. Parallel erforschen Jülicher Wissenschaftler Materialien und elektronische Phänomene für künftige Computergenerationen.

## Auf einen Blick

### → Zahlreich

Das Forschungszentrum Jülich ist eines der größten Forschungszentren Europas. Es hat

- neun Institute,
- 51 Institutsbereiche in den Fächern Energie- und Klimaforschung, Bio- und Geowissenschaften, Informations- und Nanotechnologie, Kernphysik, Komplexe Systeme, Medizin und Neurowissenschaften, Neutronenforschung, Simulationswissenschaften und Supercomputing sowie Engineering, Elektronik und Analytik,
- zwei Projektträger,
- über 5.500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus über 50 Ländern
- und mehr als 200 Partner im In- und Ausland.

### → Nobelpreis

Als wahrscheinlich bekannteste Jülicher Entdeckung gilt der Riesenmagnetowiderstand – auch als GMR-Effekt bekannt. Sie ermöglichte den Durchbruch zu Gigabyte-Festplatten und begründete die Zukunftstechnologie Spintronik. Für diese Entdeckung erhielt der Jülicher Wissenschaftler Peter Grünberg gemeinsam mit dem französischen Forscher Albert Fert 2007 den Nobelpreis in Physik.



Blick auf das Jülicher Seecasino im Herzen des 2,2 Quadratkilometer großen Campusgeländes. Foto: Forschungszentrum Jülich



Peter Grünberg, Nobelpreis für Physik 2007. Foto: Forschungszentrum Jülich

# VON DER TIEFSEE ZUR ATMOSPHÄRE

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel

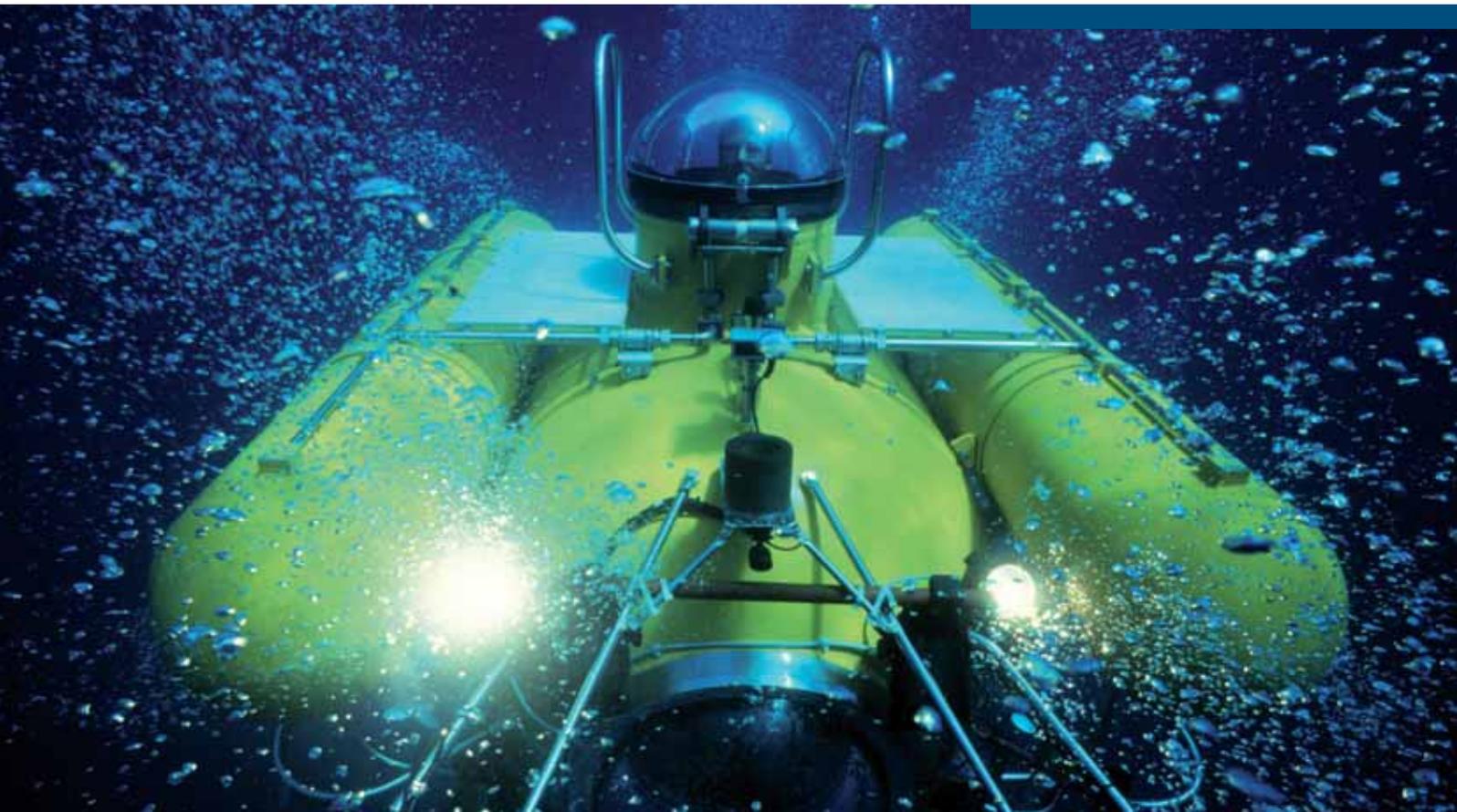
134 Die letzten weißen Flecken auf der Erde sind schwarz: In den Tiefen der Weltmeere ist es stockdunkel. Dort gibt es viele unerforschte Gebiete, Lebewesen und Prozesse. Doch nicht nur die Tiefsee gibt der Wissenschaft noch Rätsel auf. Angesichts des Klimawandels kommt insbesondere den wissenschaftlichen Untersuchungen der Wechselwirkungen zwischen Ozean und Atmosphäre, den Schwankungen der Meeresströmungen und dem Verständnis der Klimageschichte eine besondere Bedeutung zu. Das GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel setzt diese Arbeit mit modernsten Mitteln um – und damit die lange Tradition der Kieler Meeresforschung fort.

Das erste belegte, meereswissenschaftliche Experiment führte Samuel Reyher 1697 in der Ostseestadt durch. Der Mathematiker und Physiker bestimmte mit seinem „Experimentum Novum“ den Salzgehalt des Wassers in der Kieler Förde.

Im 19. Jahrhundert wurden dann systematisch Beobachtungsstationen eingerichtet sowie die „Preußische Kommission zur wissenschaftlichen Erforschung der deutschen Meere in Kiel“ gegründet. Deren Mitglied Victor Hensen, Arzt und zunächst „nur nebenbei“ Naturforscher, begann 1883 mit Forschungsfahrten in die Kieler Bucht. Hensen studierte die winzigen, im Wasser treibenden Organismen und verwendete dafür erstmals den Begriff Plankton – der Beginn der Biologischen Ozeanographie. Heute deckt das GEOMAR ein deutschlandweit einzigartiges Spektrum ab: Es untersucht die chemischen, physikalischen, biologischen und geologischen Vorgänge in den Ozeanen ebenso wie deren Wechselwirkung mit dem Meeresboden und der Atmosphäre. Vier Themen stehen dabei im Vordergrund:

- die Rolle des Ozeans im Klimawandel,
- der Einfluss des Menschen auf marine Ökosysteme,
- marine Ressourcen
- sowie Plattentektonik und marine Naturgefahren.

JAGO, das einzige bemannte Forschungstauchboot Deutschlands taucht ab. Foto: GEOMAR/JAGO-Team





Der ferngesteuerte Tiefseeroboter ROV KIEL 6000 wird vom deutschen Forschungsschiff SONNE aus im Ostpazifik eingesetzt. Er gehört zu den weltweit wenigen Geräten dieser Art, die mehr als 90 Prozent der Meeresböden erkunden können.  
Foto: B. Grundmann

Das GEOMAR-Team beschäftigt sich beispielsweise mit Veränderungen der marinen Artenvielfalt, biogeochemischen Stoffkreisläufen oder damit, wie Ozeanboden recycelt wird und wo die Risiken durch Erdbeben, unterseeische Hangrutschungen oder Tsunamis besonders hoch sind. Zudem geht es um Ressourcen im Meeresboden, zum Beispiel mineralische Rohstoffe oder Gas-hydrate.

### Den Ozean der Zukunft erforschen

In Zusammenarbeit mit Einrichtungen der Kieler Universität, dem Institut für Weltwirtschaft und der Muthesius Kunsthochschule engagiert sich das GEOMAR außerdem maßgeblich im Exzellenzcluster „Ozean der Zukunft“ – mit einem weltweit einmaligen Ansatz: Meeres-, Geo- und Wirtschaftswissenschaftler, Mediziner, Mathematiker, Informatiker, Juristen sowie Gesellschafts- und Sozialwissenschaftler bündeln ihr Fachwissen. Ihre Forschungsergebnisse fließen in Konzepte und Handlungsvorschläge für ein nachhaltiges weltweites Management der

Ozeane ein. Um diese zu untersuchen, können die Kieler Forscher auf große Forschungsinfrastrukturen zurückgreifen: Dazu zählen vier eigene Forschungsschiffe, das einzige bemannte deutsche Forschungstauchboot JAGO, die Unterwasserroboter ROV KIEL 6000, ROV PHOCA und AUV ABYSS sowie verschiedenste Langzeitobservatorien.

Auch an Land ist das Institut bestens ausgestattet: In der Isotopenanalytik ist es technisch europaweit weit vorne, es bietet Zugang zu leistungsfähigen Großrechnern und eine der größten meereswissenschaftlichen Bibliotheken in Deutschland – beste Bedingungen, um dem Meer in all seiner Tiefe weitere Geheimnisse zu entlocken.

135

## Auf einen Blick

### → Zahlreich

Das GEOMAR

- hat mehr als 850 Mitarbeiter, davon 400 Wissenschaftler aus 40 Nationen,
- verfügt über vier Forschungsschiffe, mehrere Tiefseeroboter und viele innovative Meerestechnik
- und ist in nationalen und internationalen Gremien und strategischen Partnerschaften aktiv: etwa dem Konsortium Deutsche Meeresforschung (KDM), dem Deutschen Klima-Konsortium (DKK), der Partnership for Observation of the Global Oceans (POGO) und dem Marine Board der European Science Foundation (ESF).

### → Wertvoll

Das Meer ist reich an Rohstoffen. Aus heißen Quellen dringen metallhaltige Lösungen aus dem Tiefseeboden. Methanhydratvorkommen an Kontinentalrändern gelten als mögliche neue Energiequelle. Neben Abschätzungen der globalen Verbreitung werden am GEOMAR auch die dazugehörigen Ökosysteme untersucht, um eine umweltverträgliche und nachhaltige Nutzung sicherzustellen.

### → Wirksam

Das Kieler Wirkstoff-Zentrum (KiWiZ) sucht im Meer nach Wirkstoffen für die Medikamente der Zukunft. Substanzen aus Schwämmen und Rotalgen sollen beispielsweise einmal helfen, Krebs zu heilen. Von der Probenahme bis zum frühen Produktstadium deckt das KiWiZ alle Schritte ab.

Das GEOMAR auf dem ehemaligen Seefischmarktgelände am Ostufer der Kieler Förde. Foto: GEOMAR



# AUF REISE IN NEUE FORSCHUNGSGALAXIEN

GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung

136 Was ist da draußen im All? Welche Himmelserscheinungen und -körper gibt es und wie bewegen diese sich im Raum? Seit Beginn unserer Kulturgeschichte sucht der Mensch nach Antworten zum Geschehen im Universum. Denn das Wissen darüber bestimmt stets das Bild unserer eigenen Stellung im Universum mit. Damit ist die Astronomie eine der ältesten Wissenschaften überhaupt. Doch längst geht die Forschung weit über die bloße Beobachtung der Sterne hinaus: Heute ahnen Wissenschaftler sogar mit gezielten Versuchen bestimmte Zustände im All nach, um den Aufbau von Materie, die Entwicklung des Universums und neue Anwendungen in Medizin und Technik zu ergründen – so wie am GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung in Darmstadt.

Das Institut betreibt eine große und weltweit einmalige Beschleunigeranlage für geladene Teilchen. Die Forscher erfahren so mehr über das Innerste der Materie – vom sichtbaren

Bereich über Atome und Atomkerne bis hin zu den elementaren Bausteinen, den Quarks und Elektronen. Zum Beispiel: Wie entstehen in Sternen und bei deren Explosionen chemische Elemente? Durch Experimente an der GSI-Beschleunigeranlage haben Wissenschaftler sogar sechs bisher unbekannte chemische Elemente mit den Nummern 107 bis 112 im Periodensystem entdeckt.

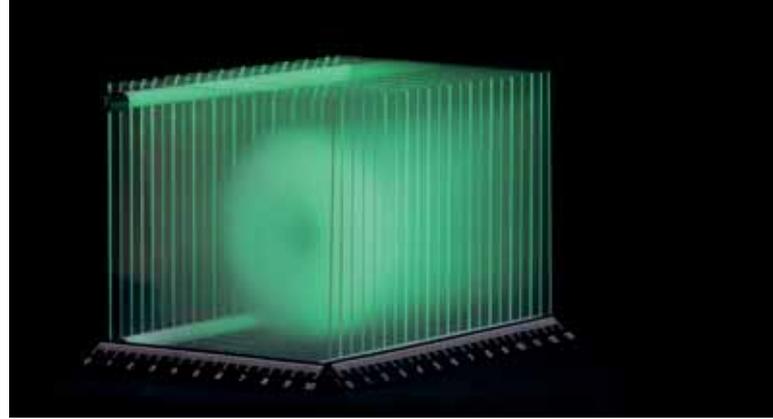
In eine andere Richtung zielen die Arbeiten zur Plasmaphysik: Beschießt man Gase mit starken Ionenstrahlen, so lassen sich sehr heiße und dichte Plasmen erzeugen. Das sind Gemische von Teilchen, die teils oder vollständig in geladenem Zustand – als Ionen oder Elektronen – vorliegen. Solche Gemische kommen zum Beispiel in Sternen oder im Inneren von großen Planeten vor. Indem die Forscher diese Plasmazustände künstlich simulieren, können sie besser studieren, welche Prozesse in Himmelskörpern ablaufen.

Linearbeschleuniger UNILAC – Innenansicht der Alvarez-Struktur. Foto: GSI /G. Otto





Experimentierspeicherring ESR – Magnet. Foto: GSI/A. Zschau



Krebstherapie – Demonstration einer Tumorbestrahlung. Foto: GSI/A. Zschau

Ganz irdisch dagegen sind einige andere Anwendungen der GSI-Beschleuniger. Etwa in der Materialwissenschaft: Beschießt man Festkörper mit Ionenstrahlen, ändert das deren Material. So lassen sich zum Beispiel Nanostrukturen mit ganz besonderen Eigenschaften entwickeln.

### Mit Ionen gegen Tumoren

Zudem bringt der Ionenbeschuss auch die Medizin voran. An der GSI-Beschleunigeranlage entwickelten Forscher eine Tumorthherapie, die mittlerweile zur Routine am Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum (HIT) gehört: Von 1997 bis 2008 wurden bei der GSI mehr als 440 Patienten mit Tumoren in Kopf und Hals behandelt, die mit herkömmlichen Methoden nicht behandelbar sind. Die vom Krebs betroffenen Bereiche wurden mit beschleunigten Kohlenstoffionen bestrahlt – mit großem Erfolg: Die Ionenstrahlen wirken vor allem im Tumor und sind dabei so präzise, dass umliegendes gesundes Gewebe geschont wird.

Und die Suche geht weiter, denn viele Fragen sind noch ungelöst. Wie genau zum Beispiel funktioniert die sogenannte Starke Kraft oder auch Farbkraft, welche die stets in Gruppen auftretenden Quark-Teilchen zusammenhält? Womöglich könnte man in Beschleunigerexperimenten sogar kurzzeitig die Urform von Materie erzeugen, die Sekundenbruchteile nach dem Urknall vorlag – eine experimentelle Zeitreise zurück zum absoluten Anfangsmoment, zu dem die Wissenschaft bisher noch nicht vorgedrungen ist.

## Auf einen Blick

### → Zahlreich

Weltweit einmalig sind die

- drei GSI-Beschleuniger, die von
- jährlich rund 1.000 Forschern
- von etwa 400 Instituten aus über 50 Ländern genutzt werden.

### → FAIR

Die „Facility for Antiproton and Ion Research“ (FAIR) soll künftig Strahlen mit bisher unerreichter Intensität und Qualität liefern. Ihr Doppelringbeschleuniger mit supraleitenden Magneten wird einen Umfang von mehr als einem Kilometer haben. Die bestehende GSI-Anlage dient dann als Vorbeschleuniger. Im Jahr 2012 begann die Vorbereitung des Baufelds. FAIR ist international angelegt: Partnerländer sind die Länder Deutschland, Finnland, Frankreich, Großbritannien (assoziiert), Indien, Polen, Rumänien, Russland, Schweden und Slowenien.



Das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung mit geplanter Beschleunigeranlage FAIR. Foto: GSI

# WORAUS BESTEHT DIE WELT?

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie

138 Zwei Methoden, ein Ziel: Mit Photonen und Neutronen durchdringen die Forscher am Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB) die Geheimnisse der Natur. Wie hängen die technischen Eigenschaften eines Materials und seine mikroskopische Struktur zusammen? Und wie kann man atomare Strukturen beeinflussen, um neuartige Materialien mit bestimmten Funktionen herzustellen? Insbesondere Materialien für die Energieerzeugung und -speicherung stehen am HZB im Fokus des Interesses. Zwei Großgeräte helfen dabei, diese Frage zu beantworten: der Elektronenspeicherring BESSY II und die Neutronenquelle BER II, die noch bis 2020 in Betrieb ist.

Der Forschungsreaktor dient für Experimente mit Neutronen: Dabei treffen Neutronen aus dem Reaktorkern auf eine Probe, werden dort an den Atomen gestreut, was Einblicke in den Aufbau der Probe erlaubt. Ein Markenzeichen der Berliner Neutronenquelle ist dabei der besonders rauscharme Neutronenstrahl

und der Umstand, dass die Proben unter extremen Bedingungen wie tiefen Temperaturen und sehr hohen Magnetfeldern bestrahlt werden können.

BESSY II ist eine Quelle für Photonen und erzeugt hochbrilliantes Synchrotronlicht. Diese Strahlung entsteht, wenn Elektronen auf nahezu Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und im Kreis geführt werden. Die dabei ausgesendete Strahlung, oft vereinfacht als Licht bezeichnet, ist zum Teil millionenfach heller als die Sonne. Etwa 50 Experimentierstationen werden an BESSY II betrieben. Und jährlich kommen circa 3.000 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus der ganzen Welt ans HZB, um an BER II und BESSY II zu forschen. Dabei werden sie von einem einzigartigen Nutzerservice unterstützt, denn nur an wenigen Orten weltweit werden eine Photonen- und eine Neutronenquelle aus einer Hand angeboten und Experimentieranträge über eine gemeinsame Plattform abgewickelt.

Blick aus dem Kontrollraum in die Experimentierhalle von BESSY II. Foto: HZB





Der neue, international einzigartige Hochfeldmagnet mit einer Feldstärke von 25 bis 30 Tesla nach seinem Umzug aus der Testhalle an seinen endgültigen Standort. Foto: HZB



Forschen für erneuerbare Energien: Am Photovoltaik-Kompetenzzentrum (PVcomB) des HZB werden Dünnschicht-Solarzellen aus dem Labor zu 30 x 30 Quadratzentimeter großen Modulen entwickelt. Hier ein Glasmodul, beschichtet mit amorphem Silizium. Foto: HZB/P. Dera

Darüber hinaus entwickeln HZB-Forscher neuartige Materialien für die Informationstechnologie sowie Materialsysteme für die Energieerzeugung und -speicherung, zum Beispiel effiziente und kostengünstige Dünnschicht-Solarzellen. Diese bestehen aus Materialien, die dünner sind als ein Hundertstel der heute üblichen Solarzellen. HZB-Forscher arbeiten an vielversprechenden Nanostrukturen, mit denen die Solarzelle von morgen noch mehr leisten kann. Die Wissenschaftler bauen außerdem Prototypen für die industrielle Anwendung. Und sie erforschen, wie man mit Sonnenlicht Brennstoffe erzeugen kann: Dafür entwickeln sie Materialsysteme, die die Energie der Sonne möglichst verlustarm in chemische Energie umwandeln, welche sich einfach speichern lässt. Die HZB-Fachleute setzen dabei vor allem auf Wasserstoff.

### Materialprüfung mit Neutronen und Licht

Welche Eigenschaften Stoffe haben, liegt oft an den Besonderheiten ihrer Bausteine. Kennt man die Zusammenhänge, kann man Werkstoffe entwickeln, die kompakter, flexibler, robuster, leichter oder effizienter sind als heute gängige Materialien. Beanspruchte Bauteile können auf Brüche, Risse oder mechanische Spannungen untersucht werden: zum Beispiel Kurbelwellen, Schweißnähte und sogar Brennkammern von Raketen. Auch die Natur haben die Nutzer von BESSY II und BER II im Blick: Sie entschlüsseln Proteinstrukturen, sehen Tomaten beim Trinken zu oder entlarven die Struktur eines Molekülkomplexes, der bei der Vermehrung von HI-Viren eine wichtige Rolle spielt. Biologen und Mediziner erhoffen sich, damit aussichtsreiche Aids-Therapien zu entwickeln.

Selbst Kulturwissenschaftler nutzen die Großgeräte am HZB. Mit Neutronen und Photonen können sie historische Objekte schonend und absolut zerstörungsfrei untersuchen. So lassen sich die Bilder alter Meister auf Echtheit prüfen, verborgene Farbschichten finden, deren chemische Zusammensetzung analysieren oder die Herkunft antiker Fundstücke bestimmen. So hat ein Expertenteam der Gemäldegalerie mit Hilfe der Neutronenradiographie am BER II unter einem Tizian-Gemälde überraschende Entwürfe entdeckt und außerdem feststellen können, dass ein bestimmtes Gelb schon viel früher zur Verfügung stand als vorher angenommen. An BESSY II fand eine externe Forschergruppe heraus, dass das Material der 4.000 Jahre alten Himmelscheibe von Nebra aus verschiedenen Teilen Europas stammt. Zwei Methoden und unzählige Anwendungen: Damit sind BER II und BESSY II rund um die Uhr ausgelastet.

Rund 3.000 Messgäste kommen jedes Jahr nach Berlin, um an BESSY II und BER II zu experimentieren (hier das Gebäude von BESSY II). Foto: HZB

### Auf einen Blick

#### → Zahlreich

Das HZB hat

- rund 1.100 Beschäftigte
- und zwei Standorte in Berlin in Adlershof und Wannsee.

Mit seiner einzigartigen Forschungsinfrastruktur lockt das Zentrum jährlich rund

- 3.000 Gastwissenschaftler nach Berlin.

#### → Erfolgreich behandelt

In Zusammenarbeit mit der Charité hat das HZB für die Behandlung von Augentumoren eine deutschlandweit einzigartige medizinische Therapie mit hochenergetischen Protonen entwickelt. Mehr als 2.500 Patienten aus Deutschland und den Nachbarländern wurden bereits behandelt. Der Erfolg spricht für sich: In mehr als 97 Prozent der Fälle lässt sich der Tumor vollkommen zerstören und meist bleiben Auge und Sehkraft erhalten.



# DREIFACH FÜR DIE WELT VON MORGEN

Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf

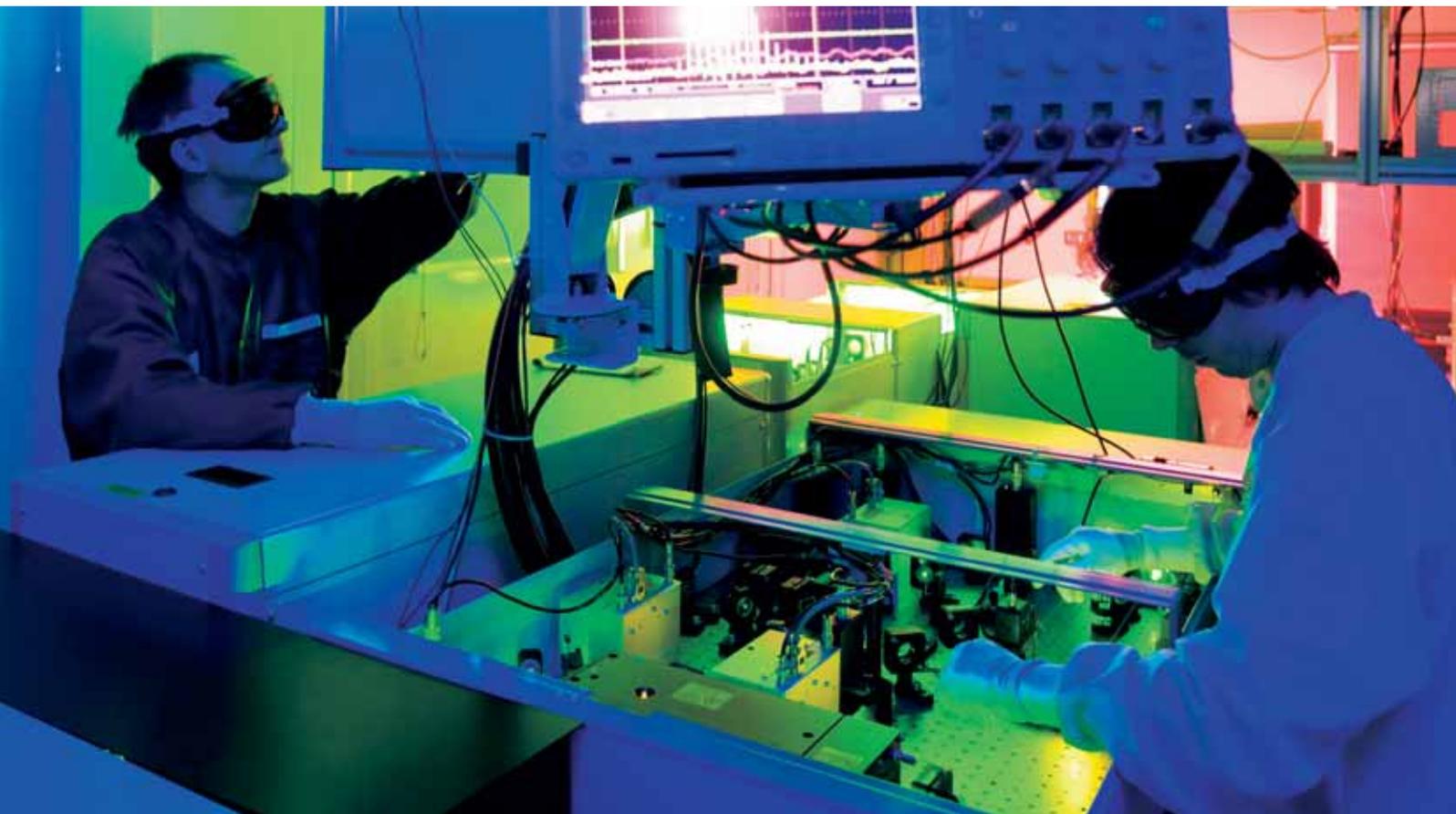
140 Kompakte Medizingeräte für die Krebstherapie oder smarte Materialien für die Informationstechnologie zu entwickeln – „Forschen für die Welt von morgen“, unter diesem Leitmotiv setzt das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) die Maßgabe des Namenspatens Hermann von Helmholtz um: naturwissenschaftliche Grundlagen zu schaffen und die Ergebnisse in die technologische Praxis zu bringen – ein Brückenschlag zwischen den drei Fächern Medizin, Physik und Chemie. Die Wissenschaftler am HZDR beschäftigen sich mit den Themen Energie, Gesundheit und Materie und haben sich ebenfalls drei große Ziele gesetzt: Energie und Ressourcen richtig zu nutzen, Krebs effizienter zu bekämpfen und innovative Materialien zu entwickeln.

Wie aber nutzt man Rohstoffe und Energie effizient, sicher und so, dass dabei die Ressourcen nicht komplett aufgebraucht werden? Am Standort Freiberg erforscht das vom HZDR mit

der TU Bergakademie Freiberg gegründete Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie moderne Technologien, um zum Beispiel strategisch wichtige Elemente wie Gallium, Indium oder Germanium – ohne sie könnten keine Solarzellen, Flachbildfernseher oder Elektromotoren produziert werden – für die Wirtschaft aufzubereiten, zu veredeln und wiederzuverwerten.

Zu einer verantwortungsvollen Nutzung von Energie gehört auch, dass der Großverbraucher Industrie Energie einsparen kann. Dem gehen die HZDR-Wissenschaftler an der Thermohydraulik-Versuchsanlage TOPFLOW nach. Eine andere Versuchsanlage, die LIMMCAST, dient dazu, Qualität und Energie-Effizienz im Stahlguss zu verbessern. Dennoch muss weiterhin viel Energie produziert werden – teils auch aus Kernkraft. Auch dies ist ein Thema am HZDR: Die Arbeiten am Institut tragen dazu bei, Reaktoren in Europa künftig sicherer zu machen und belastbare Daten über nukleare Endlager zu liefern.

Protonenstrahlen mit Laserlicht beschleunigen – diese neue Technologie ermöglicht kompaktere Geräte für die Behandlung von Krebspatienten mit der Protonentherapie. Foto: HZDR/R. Weisflog





Experimente in hohen Magnetfeldern bieten einzigartige Möglichkeiten, grundlegende Erkenntnisse über die uns umgebende Materie zu erlangen. Foto: HZDR/J. Lösel



Im Ionenstrahlzentrum werden schnelle geladene Teilchen aus mehreren Teilchenbeschleunigern genutzt, um neue Materialien für die Elektronik zu entwickeln. Foto: HZDR/O. Killig

### Werkstoffe von morgen

An den Großgeräten des Zentrums arbeiten die Forscher daran, bewährte Materialien zu verbessern und neue zu entwickeln, um unseren Lebensstandard auch in Zukunft aufrechtzuerhalten. Ein Beispiel: leistungsfähige und energieeffiziente Werkstoffe für neue Speicher- und Computertechnologien, um der steigenden Nutzung elektronischer Geräte gerecht zu werden. Verschiedene Projekte beschäftigen sich mit Materie bei tiefen Temperaturen, hohen Drücken oder in sehr kleinen Dimensionen. Hierfür nutzen die Forscher starke Magnetfelder oder intensive Strahlen. So können sie grundsätzliche physikalische Phänomene untersuchen, aber auch Materialien gezielt beeinflussen.

Und wie können Krebserkrankungen besser visualisiert, charakterisiert und wirksam behandelt werden? Mittels Positronen-Emissions-Tomographie (PET) kann man in Tumore

hineinschauen. Eigens hierfür entwickelte radioaktive Arzneimittel liefern bessere Bilder oder sollen in Zukunft Tumoren im Körperinneren der Patienten gezielt bekämpfen. Gemeinsam mit Dresdner Partnern arbeitet das HZDR im Nationalen Zentrum für Strahlenforschung in der Onkologie – "OncoRay" auch an der Verbesserung der Strahlentherapie von Krebs mit dem Ziel, eine laserbasierte Anlage für die Protonentherapie von morgen zu entwickeln. Hierfür bauen die Forscher derzeit den leistungsstärksten Laser Europas auf.

So unterschiedlich diese Forschungsgebiete sind, sie sind über die eingesetzten Methoden miteinander verknüpft – ganz im Sinn von Hermann von Helmholtz: Die verschiedenen Wissenschaften zu vereinen, erhalte das gesunde Gleichgewicht der geistigen Kräfte, so der letzte deutsche Universalgelehrte. Ein Ansatz, der bis heute Aktualität besitzt.

141

### Auf einen Blick

#### → Zahlreich

Das seit 2011 zur Helmholtz-Gemeinschaft gehörende HZDR hat

- rund 1.000 Mitarbeiter,
- davon 500 in der Wissenschaft,
- aus 50 Nationen
- an den vier Standorten Dresden, Freiberg, Leipzig und im französischen Grenoble.

#### → Ressourcenbewusst

Der Hauptstandort des HZDR ist ein „Green Campus“, der seit 2002 nachhaltig entwickelt wird. Das Ergebnis: Gebäudedämmung, optimierte Stromerzeugung und -verbrauch, eine moderne Kläranlage, ökologisch verträgliche Wassernutzung, Schutz des Waldbestands und Ersatzaufforstung, erhöhte Fahrradfreundlichkeit und vieles mehr.

#### → Groß angelegt

Das HZDR unterstützt die internationale Forschung mit mehreren Großgeräten: Neben dem gemeinsam mit der TU Dresden betriebenen PET-Zentrum stehen Messgästen beispielsweise das ELBE-Zentrum für Hochleistungs-Strahlenquellen, das Ionenstrahlzentrum oder das Hochfeld-Magnetlabor Dresden, das der modernen Materialforschung in hohen Magnetfeldern dient, zur Verfügung.



Luftaufnahme des Forschungscampus.  
Foto: HZDR/J.-M. Schuller

# WETTLAUF GEGEN INFEKTIONEN

Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung

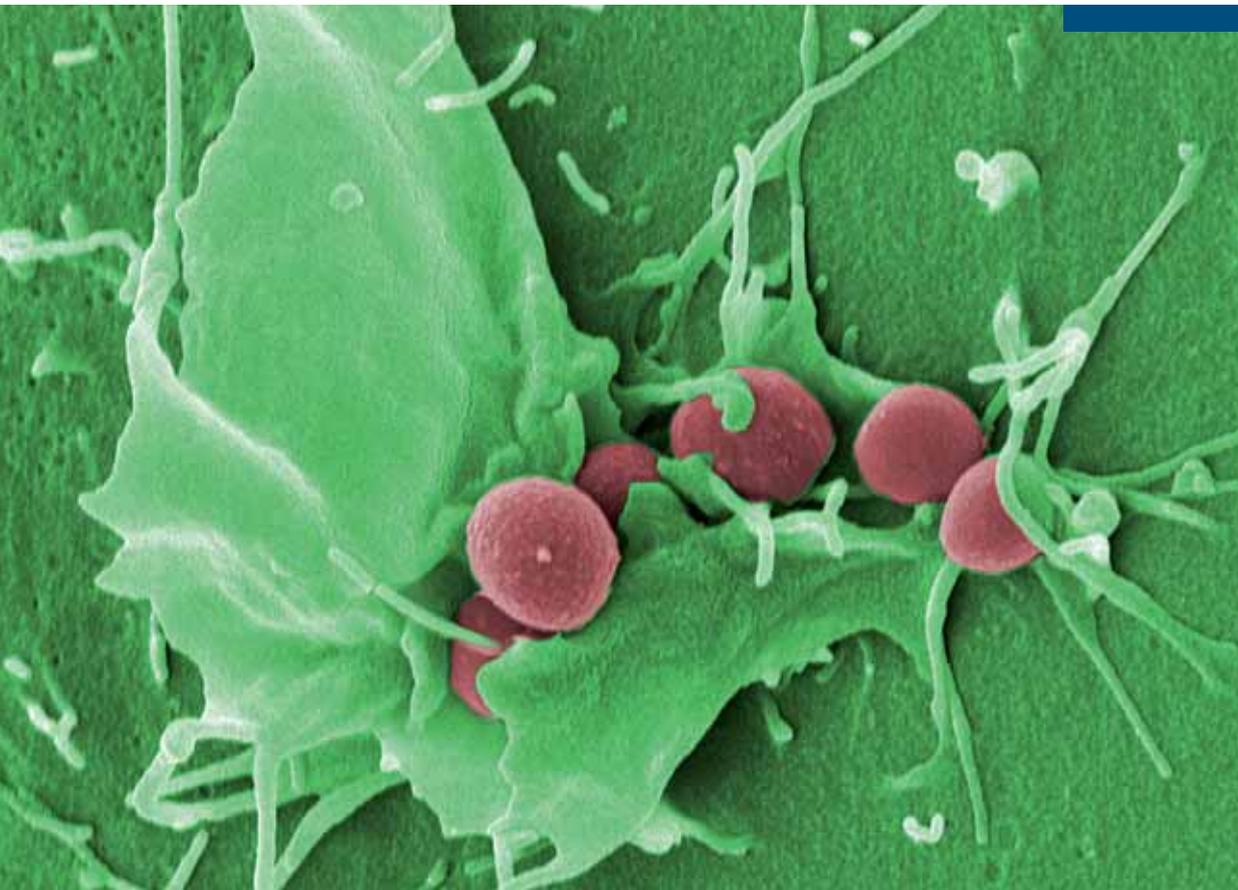
142 Antibiotika haben seit der Entdeckung des Penizillins vor fast 100 Jahren zwar viele Krankheiten zurückgedrängt, doch sind bakterielle Krankheitserreger kreativ, anpassungsfähig und inzwischen häufig resistent gegenüber diesen Medikamenten. So zählen multiresistente Bakterien zu den gefürchtetsten Erregern in Krankenhäusern, da sie kaum noch oder gar nicht mehr therapierbar sind. Grampositive Keime wie MRSA und gramnegative Keime wie ESBL oder CRE verursachen in Krankenhäusern jährlich eine Vielzahl von Infektionen, die tödlich enden können.

Nicht nur immer häufiger auftretende Antibiotika-Resistenzen begünstigen Infektionskrankheiten, sie erleben auch aufgrund der immer älter werdenden Bevölkerung sowie erleichterten Übertragungswege von Krankheitserregern durch die hohe

Mobilität der Menschen und den Klimawandel ein dramatisches Comeback: Seit den 1940er Jahren bis heute sind zudem zahlreiche neue Infektionskrankheiten entstanden, bekannte Erreger steigern ihre Aggressivität. Rund ein Fünftel aller Todesfälle weltweit gehen auf Infektionen zurück. Das Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI) in Braunschweig begegnet somit einer zentralen Herausforderung der Medizin.

Die Wissenschaftler am HZI entwickeln neue Strategien zur Diagnose, Vorbeugung oder Behandlung von Infektionskrankheiten. In ihren Laboren beobachten sie die Erreger beim Angriff auf den menschlichen Körper und wie das Immunsystem darauf reagiert. Sie analysieren die molekulare Struktur der „Waffen“, die Krankheitserreger auf ihren Wirt richten, mit dem Ziel, diese zu entschärfen. Sie nutzen das enorme Potenzial von Naturstof-

*Staphylococcus aureus* ist ein gefürchteter Krankenhauskeim, gegen den viele Antibiotika resistent sind. Foto: HZI/M. Rohde





Mit modernster Technik und vereinten Kräften entwickeln Wissenschaftler aus aller Welt am HZI neue Strategien für den Wettlauf gegen Infektionen. Foto: HZI/T. Steuer



Naturstoffe sind eine mögliche Quelle für neue Antiinfektiva. Foto: HZI/T. Steuer

fen als Quelle für neuartige Antiinfektiva. Und sie studieren Infektionsprozesse in Zellkulturen, Versuchstieren, menschlichen Proben und über aufwendige Computersimulationen – um mit den ausgeklügelten Strategien der Erreger Schritt zu halten. Wie genau funktioniert eine Infektion und wie reagiert das körpereigene Abwehrsystem darauf? Was macht bestimmte Bakterien und Viren zu Krankheitserregern? Warum sind manche Menschen besonders empfindlich oder aber auch widerstandsfähig gegenüber Infektionen? Und wie und wo können wir eingreifen, um Infektionen und Erkrankungen zu verhindern oder zu heilen? Um diese Fragen zu beantworten, arbeitet das HZI eng mit der Medizinischen Hochschule Hannover im gemeinsamen Tochterinstitut Twincore zusammen. Diese Kooperation soll neueste Ergebnisse der Grundlagenforschung auf kurzen Wegen in neue Therapien oder Diagnoseverfahren für Patienten überführen.

Dass Menschen im Wettlauf mit Bakterien zeitweilig in Führung gehen können, zeigten Wissenschaftler des Helmholtz-Instituts für Pharmazeutische Forschung Saarland (HIPS) und des HZI: Sie isolierten zwei Substanzen aus im Boden lebenden Myxobakterien. Beide Substanzen sind hochwirksam gegen Krankenhaus-erreger. Auf ihrer Basis können nun neue Medikamente gegen multiresistente Keime entwickelt werden.

143

## Auf einen Blick

### → Zahlreich

Das HZI beschäftigt

- rund 830 Mitarbeiter
- und 180 Gastwissenschaftler aus 40 Ländern
- am Hauptsitz in Braunschweig,
- an der Außenstelle Helmholtz-Institut für Pharmazeutische Forschung Saarland in Saarbücken,
- am Twincore Zentrum für Experimentelle und Klinische Infektionsforschung in Hannover
- und am Studienzentrum Hannover.

### → Eingepflegt

Seit Jahren wird nach alternativen Methoden gesucht, Impfstoffe in den menschlichen Körper zu bringen. Wissenschaftler des HIPS und des HZI in Braunschweig haben eine neue Methode gefunden: Über die Verankerung der Haare in der Haut, die sogenannten Haarfollikel, können Impfstoffe in den Körper gebracht werden, um eine Immunantwort auszulösen. Nanopartikel als Verpackung für die Impfstoffe bereiten den Weg und die Impfstoffe können sich dann in Hautfältchen und Haarfollikelöffnungen ablagern. Von dort gelangen sie durch die Haut, ohne diese zu verletzen. Die Herstellung entsprechender Cremes wäre deutlich günstiger als bisherige Impfstoffe und vor allem bräuchte man kein geschultes Personal für die Anwendung. Beim Eindämmen von Epidemien in Entwicklungsländern würden solche Impfstoffe ganz besonders helfen.



Der Campus des HZI im Süden Braunschweigs erstreckt sich über 96.000 Quadratmeter. Foto: HZI/P. Sondermann

# NATUR UND GESELLSCHAFT IM GLEICHGEWICHT

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ

144 Werden unsere Lebensgrundlagen auch morgen sicher sein? Wie werden wir in Zukunft mit der Umwelt umgehen und welche Folgen hat das? Können wir uns auf den globalen Wandel vorbereiten? Die Wissenschaftler des 1991 gegründeten Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung – UFZ suchen nach nachhaltigen und umfassenden Lösungen, die diese Fragestellungen beantworten.

Die Forschungsarbeiten am UFZ konzentrieren sich auf die terrestrische Umwelt – auf dicht besiedelte städtische und industrielle Ballungsräume, auf Agrarlandschaften sowie naturnahe Landschaften. Die Wissenschaftler befassen sich mit Fragen künftiger Landnutzung, der Erhaltung von biologischer Vielfalt und von Ökosystemleistungen, dem nachhaltigen Management von

Boden- und Wasserressourcen und der Wirkung von Chemikalien auf Mensch und Umwelt. Erst wenn komplexe Systeme und Prozesse – von der Ebene einzelner Organismen bis auf die regionale Skala – besser verstanden sind, wird man sie besser managen können.

Eine Voraussetzung dafür ist eine Integrierte Umweltforschung, die disziplinäre Grenzen zwischen Natur- und Sozialwissenschaften überwindet und Entscheidungsträger aus Wirtschaft, Politik und Gesellschaft einbezieht. Gemeinsam wird nach einem Gleichgewicht zwischen wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Entwicklung einerseits und einem langfristigen Schutz der natürlichen Ressourcen andererseits gesucht.

Der Buchenmischwald am Forschungsstandort Hohes Holz im Harz ist Teil des Helmholtz-Beobachtungsnetzwerkes TERENO. UFZ-Forscher untersuchen hier mit hydrologischen, atmosphärischen, biodiversitätsrelevanten und bodenphysikalischen Messnetzen, wie Veränderungen der Landnutzung und des Klimas den Kohlenstoff- und Wasserkreislauf des Ökosystems beeinflussen. Foto: UFZ/A. Künzelmann





Seit mehr als zehn Jahren sind UFZ-Wissenschaftler an multilateralen Projekten zwischen Israel, Jordanien, Palästina und Deutschland beteiligt, um die immer knapper werdenden Wasserressourcen im Nahen Osten zu erforschen und in Zusammenarbeit mit Entscheidern vor Ort Lösungen für ein nachhaltiges Wassermanagement zu erarbeiten. Foto: UFZ/A. Künzelmann

### Im Herzen der weltweiten Forschung

Ein Jahr nach Gründung des UFZ im Jahr 1992 setzten die Vereinten Nationen mit der Konferenz zu Umwelt und Entwicklung (UNCED) in Rio de Janeiro einen Meilenstein im Hinblick auf die globale Diskussion von Umweltfragen. Mit der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) und der Biodiversitätskonvention (CBD) wurden damals zwei Vereinbarungen unterzeichnet, deren Umsetzung, Fortschreibung und Konkretisierung bis heute Politiker, Wissenschaftler und Vertreter der Zivilgesellschaft in zähem Ringen vereint. Das UFZ ist auf vielfältige Weise in diese und andere internationale, aber auch nationale und europäische Prozesse an der Schnittstelle von Wissenschaft und Politik eingebunden – etwa über das Einbringen exzellenter natur- und sozialwissenschaftlicher Ergebnisse, die Mitwirkung in internationalen Entscheidungsgremien, die Koordinierung von institutionsüber-

greifenden Plattformen in den Bereichen Wasser und Biodiversität oder die Übernahme leitender Funktionen bei der Erstellung der großen nationalen und internationalen Assessments in den Bereichen Klima und Biodiversität.

So haben UFZ-Wissenschaftler an der Erstellung des 5. Weltklimaberichts, der 2014 erschien, mitgewirkt. Vom Weltbiodiversitätsrat (IPBES) wurden ebenfalls Wissenschaftler des UFZ berufen, um an seinen ersten thematischen Berichten mitzuarbeiten, die ab 2016 erscheinen werden.

### Auf einen Blick

#### → Zahlreich

Das UFZ hat mehr als 1.100 Mitarbeiter, davon etwa 450 Wissenschaftler und 250 Doktoranden, an den Standorten Leipzig, Halle/S. und Magdeburg. Sie forschen in den drei Kernthemen „Landnutzung, Biodiversität und Ökosystemleistungen/ Erneuerbare Energien“, Nachhaltiges Management von Wasserressourcen“ sowie „Chemikalien in der Umwelt/Gesundheit“.

#### → Langfristig

Das UFZ hat in den letzten Jahren eine Reihe großer experimenteller Infrastrukturen aufgebaut, die sich langfristig mit den Auswirkungen des Klima- und Landnutzungswandels befassen und die Lücke zwischen Labor und Feldstudien schließen. In der weltweit einmaligen „Global Change Experimental Facility“ (GCEF) etwa stehen die Auswirkungen auf ökologische Prozesse in Böden und terrestrischen Lebensgemeinschaften im Vordergrund. Mit den mobilen aquatischen Mesokosmen MOBICOS – sie gehören zum Helmholtz-TERENO-Netzwerk zur Erdbeobachtung – untersuchen die Wissenschaftler Veränderungen in den Flüssen Mitteldeutschlands. Im Fokus des „Leipziger Flussexperimentes“ mit 47 jeweils 14 Meter langen künstlichen Fließrinnen steht die Bewertung des Risikos von Pestiziden auf Gewässer.

#### → Zertifiziert

Das UFZ ist umwelt- und familienfreundlich – seit 2005 ist es nach „EMAS III“ zertifiziert, einem Öko-Audit für öffentliche Einrichtungen, und seit 2014 nach dem Audit „berufundfamilie“.

Die Global Change Experimental Facility GCEF.  
Foto: UFZ/A. Künzelmann



# WISSEN SCHAFFT NUTZEN

Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung

146 Die Energieversorgung für Schiffe zu erforschen – das war der Gedanke, als 1956 in Hamburg die „Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt“ (GKSS) gegründet wurde. Das Forschungsschiff Otto Hahn fuhr von 1968 bis 1979 mit einem von GKSS entwickelten Antrieb. Längst hat sich die Einrichtung weiterentwickelt. Heute spielen Kerntechnik und Schiffbau keine Rolle mehr. Die Arbeit am heutigen Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung (HZG) konzentriert sich auf andere, wissenschaftlich, wirtschaftlich und gesellschaftlich aktuelle Schlüsselthemen: etwa neuartige Leichtbauwerkstoffe, funktionalisierte Materialien in Werkstoff- und Medizinforschung, umweltschonende Technologien, das Klima der Zukunft sowie das Management der Küsten- und Meeresumwelt.

Von der Grundlage bis zur Innovation – unter diesem Leitsatz widmet sich die Küstenforschung Fragen zu dem wachsenden Siedlungs- und Industrialisierungsdruck auf die weltweiten Küstengebiete, aber auch den natürlichen Gefahren wie beispielsweise Sturmfluten, denn heute lebt knapp die Hälfte der Weltbevölkerung weniger als 100 Kilometer von der Küste entfernt. Klimaveränderungen, Stoffströme und der Lebensraum Küste bedürfen eines professionellen Managements; seine wissenschaftliche Begleitung ist eine der Aufgaben der Geesthachter Küstenforscher. Ihr Ziel ist es, durch Beobachtungen, Analysen und Modelle zu einem besseren Verständnis der natürlichen Abläufe und der menschlichen Einflüsse an der Küste beizutragen.

Zu den Haupteinsatzgebieten des Forschungsschiffs „Ludwig Prandtl“ zählen die von der Tide beeinflussten Bereiche in Nordsee und Ostsee. Foto: HZG/C. Schmid





Wird im HZG erforscht: Laserstrahlschweißen von Leichtbau-Legierungen. Foto: HZG/C. Schmid



Innovatives Verfahren an der Gießwalze: Die Magnesium-Bleche sollen Fahrzeuge leichter machen. Foto: HZG/C. Schmid

### Werkstoffe – leicht und flexibel

Im Bereich der Werkstoffforschung entwickeln und erproben die Wissenschaftler besonders leichte und funktionalisierte Materialien. Ein übergeordnetes Ziel dabei ist die Schonung der Rohstoff- und Energieressourcen. Die Aufgaben der Werkstoffforschung reichen dabei von der Legierungsentwicklung über neuartige Fertigungs- und Verarbeitungstechnologien bis hin zur Charakterisierung und Prüfung der entwickelten Werkstoffe. Neben metallischen Stoffen geht es dabei auch um Polymerwerkstoffe für Membranen, etwa für die Wasserreinigung oder für die Reduktion von Schiffsabgasen. Das jüngste Forschungsfeld sind polymere und metallische Biomaterialien. Sie werden für medizinische Anwendungen entwickelt, etwa als Implantatmaterialien sowie für die Regeneration von Zellen und Geweben.

Die Forschung am HZG ist in nationale wie internationale Netzwerke und Verbünde mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie eingebettet. Auch regional ist das HZG ein Motor für Entwicklung: In Geesthacht machen jedes Jahr rund 30 Jugendliche ihre Ausbildung, etwa als Industriekaufleute, Technische Zeichner oder Industriemechaniker. Damit zählt das Forschungszentrum zu den größten Ausbildern in der Umgebung.

Mit seiner Geschichte als Forschungszentrum ist das HZG ein Beispiel, wie sich Forschungsrichtungen und Institutionen durch Anforderungs- und Bedarfswandel der Gesellschaft im Laufe der Zeit erfolgreich weiterentwickeln – ein Muster gelungener Zukunftsorientierung.

147

### Auf einen Blick

#### → Zahlreich

Am HZG arbeiten

- mehr als 950 Menschen aus 57 Nationen
- in vier Instituten: Biomaterialforschung, Küstenforschung, Polymerforschung und Werkstoffforschung und
- im Climate Service Center 2.0., – der Informations- und Beratungsplattform zum Thema Klimawandel,
- an den beiden Standorten in Geesthacht (Hauptsitz) und Teltow bei Berlin sowie den Außenstellen in Hamburg und München.

#### → Familienfreundlich

Seit 1999 bietet das HZG flexible Arbeitszeiten. Auch Telearbeit ist möglich; seit 2007 gibt es eine betriebliche Kindertagesstätte. Dafür gab es 2014 zum dritten Mal das Zertifikat „audit berufundfamilie“ der zur Hertie-Stiftung gehörenden berufundfamilie gemeinnützigen GmbH.

#### → Zukunftsorientiert

Auf dem Gelände des HZG wurde 2001 das Geesthachter Innovations- und Technologiezentrum (GITZ) eröffnet. Das GITZ bietet Existenzgründungen und technologieorientierten jungen Unternehmen ein umfangreiches Dienstleistungs- und Beratungsangebot für Unternehmensstart und Wachstum. Auch ehemalige Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums Geesthacht haben dort heute ihren Sitz.



Der Hauptsitz nahe der Elbe in Geesthacht. Foto: HZG/B. Kuhn

# MEDIZIN DER ZUKUNFT

Helmholtz Zentrum München –  
Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

148 Was macht uns krank, wann bleiben wir gesund? Welchen Einfluss haben dabei Umwelt und Lebensstil? Was tragen wir in unserem Erbgut und wie sollten wir leben? Diese Fragen stehen im Zentrum der Arbeiten am Helmholtz Zentrum München. Es geht um die körperliche und geistige Gesundheit der gesamten Bevölkerung. Wer sich damit auseinandersetzt, muss vor allem eines erforschen: Volkskrankheiten. In Deutschland zählen vor allem Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Krebs, Diabetes und Demenz sowie Atemwegserkrankungen und Rückenleiden dazu. Sie führen neben den gesundheitlichen Auswirkungen für den Patienten und hohen Krankheitskosten häufig zu Arbeitsunfähigkeit, Fehlzeiten und Pflegebedürftigkeit, haben also erhebliche gesellschaftliche und wirtschaftliche Folgen.

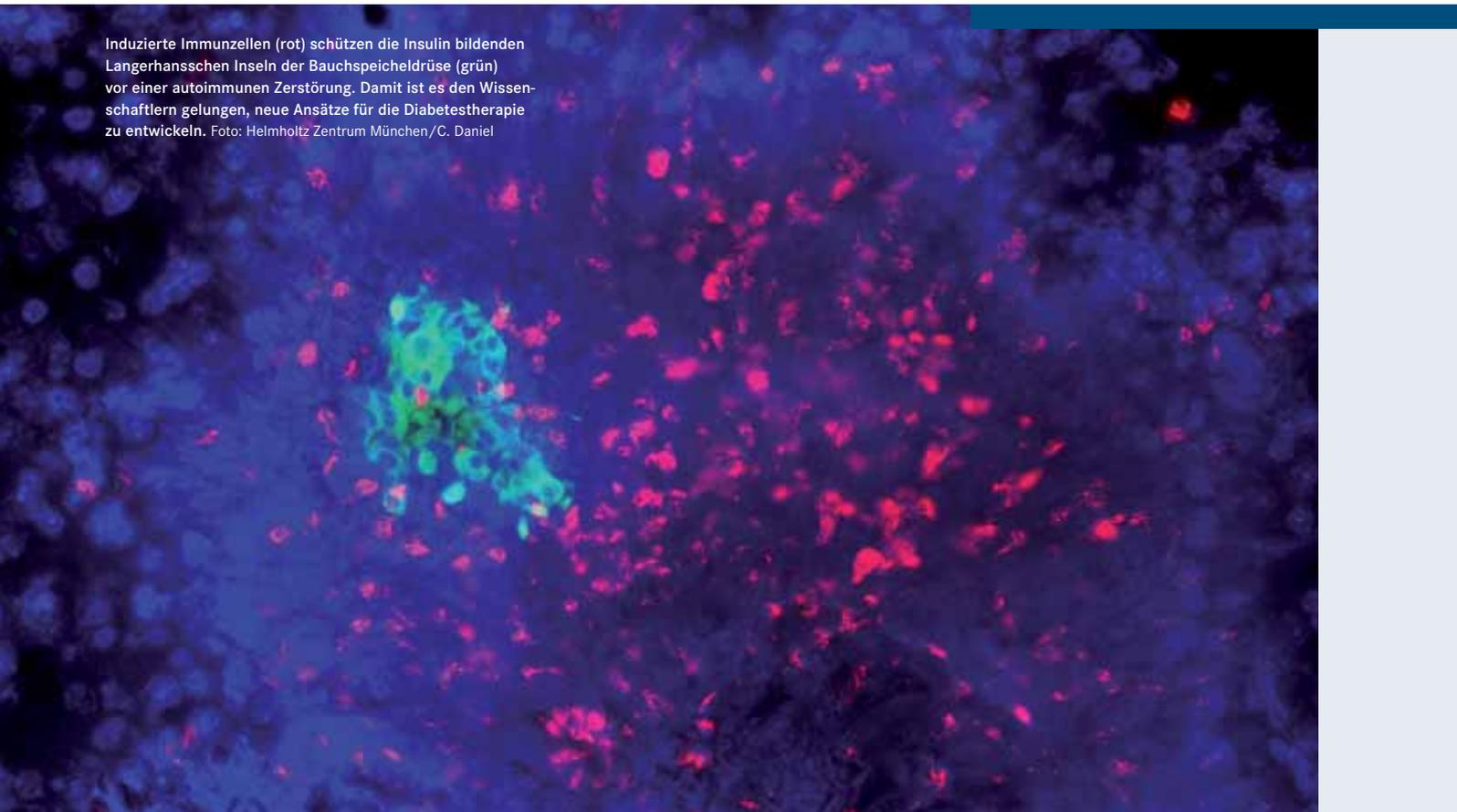
Wie Volkskrankheiten entstehen und verlaufen, wird vom Zusammenspiel von individuellen Risikofaktoren, Lebensstil und Umweltbedingungen beeinflusst. Die Wissenschaftler am Helm-

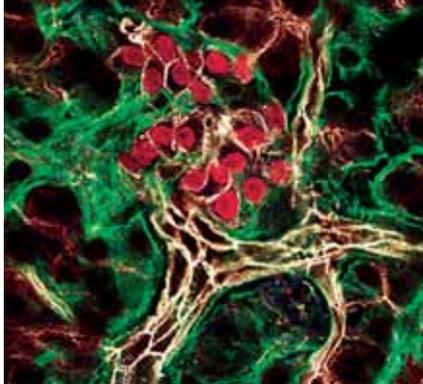
holtz Zentrum München kombinieren daher biomedizinische und umweltbezogene Ansätze und beziehen Aspekte genetischer Disposition eng mit ein, um die Grundlagen der Gesundheit des Menschen zu erforschen und herauszufinden, wie diese Faktoren wirken und sich gegenseitig beeinflussen. Diese Fokussierung ist in der deutschen Forschungslandschaft einmalig. Ziel der Wissenschaftler ist es,

- frühzeitig zu erkennen, was unsere Gesundheit gefährdet,
- zu verstehen, wie Krankheiten entstehen
- und Konzepte zur Diagnostik, Heilung und Vorbeugung zu entwickeln.

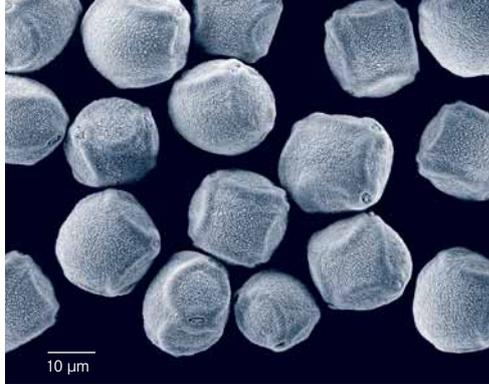
Das Helmholtz Zentrum München fokussiert auf die Erforschung des Stoffwechsels und damit verbundene Krankheiten wie Adipositas und Diabetes, auf Atemwegserkrankungen und Allergien, beispielsweise als Auswirkungen von Feinstaubbelastung und

Induzierte Immunzellen (rot) schützen die Insulin bildenden Langerhansschen Inseln der Bauchspeicheldrüse (grün) vor einer autoimmunen Zerstörung. Damit ist es den Wissenschaftlern gelungen, neue Ansätze für die Diabetestherapie zu entwickeln. Foto: Helmholtz Zentrum München/C. Daniel

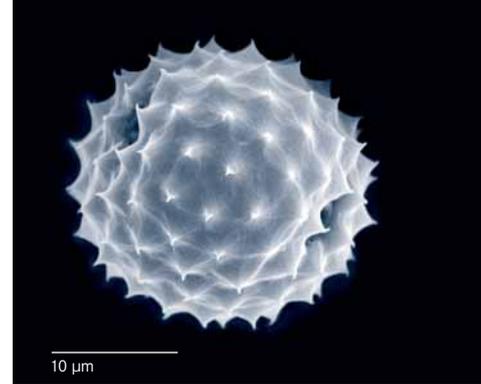




Betazellen in der Bauchspeicheldrüse: Sie produzieren das Hormon Insulin, das den Blutzuckerspiegel kontrolliert. Forscher untersuchen regenerative und pharmakologische Ansätze, um die Insulinproduktion und -wirkung zu unterstützen. Foto: Helmholtz Zentrum München/H. Lickert



Elektronenmikroskopische Aufnahmen der Pollen von Erle (li.) und Ambrosia (Traubenkraut, re.), durch eine Überreaktion des Immunsystems auf bestimmte Proteine der Pollen entstehen Allergien. Am Zentrum untersuchen Wissenschaftler, wie Umweltfaktoren die Aggressivität von Pollen beeinflussen. Helmholtz Zentrum München/Foto: J. Buters



allergenen Pflanzenpollen. Die Erforschung dieser Volkskrankheiten reicht in viele Lebens- und Umweltbereiche. Am Helmholtz Zentrum München geht man über die Grundlagenforschung hinaus: Es geht immer auch darum, den Menschen konkreten Nutzen zu bringen und ihre Gesundheit zu verbessern.

### Personalisierte Medizin

Die gewonnenen Erkenntnisse bilden die Grundlagen für die Medizin der Zukunft – hin zu einer personalisierten, für jeden Patienten persönlich maßgeschneiderten Behandlung. Vielversprechende Präventions- und Therapieansätze werden von der Entwicklungsphase bis zur klinischen Anwendung wissenschaftlich verfolgt. Das Ziel: mehr Wirksamkeit und Sicherheit

für den einzelnen Patienten. Daher arbeitet das Helmholtz Zentrum München im Rahmen sogenannter translationaler Forschungsprojekte eng mit Kliniken zusammen und stellt so den Zugang zu den Patienten her.

Kürzlich veröffentlichte Studien von Forschern am Helmholtz Zentrum München geben Hinweise darauf, dass Atemwegsinfekte und die Entstehung von Typ-1-Diabetes zusammenhängen, ebenso wie Umgebungsfaktoren am Wohnort und das Auftreten bestimmter Erkrankungen wie Typ-2-Diabetes oder Herzinfarkt. Auch konnten die Wissenschaftler komplexe Auswirkungen blutdrucksenkender Medikamente auf den gesamten Organismus belegen oder das pharmakologische Potenzial verschiedener Stoffwechselformone nachweisen. Diese und viele andere Studien zeigen, wie komplex die Verknüpfung von Genetik, Lebensstil und Umwelt ist und wie bedeutend es ist, sie zu verstehen, um künftig wirksam heilen und vorbeugen zu können.

### Auf einen Blick

#### → Zahlreich

Am Helmholtz Zentrum München arbeiten

- über 2.200 Menschen,
- davon 77 Prozent in der Forschung,
- in 40 Instituten und Abteilungen
- an mehr als zehn Standorten.
- Jährlich resultieren aus der Wissenschaft über 1.000 Veröffentlichungen in internationalen Fachjournals.

#### → Gemeinsam mit den Bürgern

Das Zentrum beteiligt sich an der Durchführung der Nationalen Kohorte, der bundesweit größten bevölkerungsbasierten Gesundheitsstudie, und übernimmt zentral die Lagerung der Bioproben.

#### → Kostenlos und leicht verständlich

Auch Betroffene profitieren von der Forschung am Helmholtz Zentrum München: Seit 2011 bieten der Lungeninformationsdienst und seit 2012 der Diabetesinformationsdienst München im Internet aktuelle, wissenschaftlich geprüfte Informationen rund um Lungenerkrankungen und Diabetes für Patienten, Angehörige und die interessierte Öffentlichkeit an.



Helmholtz Zentrum München, Campus Neuherberg.  
Foto: Helmholtz Zentrum München

# VOM ERDKERN BIS ZUM ALL

Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ

150 An den Weihnachtstagen 2004 überrollte ein Tsunami die Küsten des Indischen Ozeans, 2010 stoppte die Eruption des Vulkans Eyjafjallajökull wochenlang den Flugverkehr in Europa und immer wieder bebt es irgendwo auf der Erde. Naturkatastrophen sind Ausdruck der Dynamik unseres Planeten.

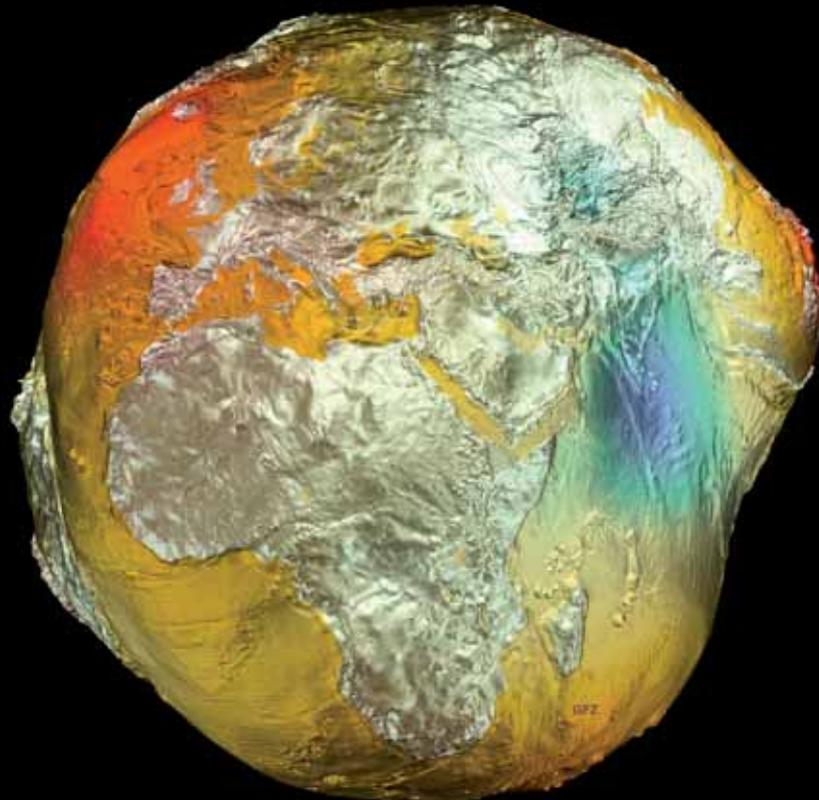
Die Erde ist ein hochkomplexes Gebilde: Die Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums Potsdam – Deutsches GeoForschungs-Zentrum GFZ befassen sich mit dem System Erde – dem Planeten, auf dem und von dem wir leben. Auf Basis ihrer Arbeit entstehen bessere Systeme zur Frühwarnung vor Naturereignissen, aber auch Technologien zur Nutzung des Untergrunds.

Die GFZ-Experten rekonstruieren die Geschichte der Erde: Was wann und wie geschehen ist und wie sich der Planet entwickelte, den die Menschen heute kennen. Die Wissenschaftler

untersuchen dessen Teilsysteme – den Erdkörper von der Erdkruste bis in den tiefen Erdkern, Gesteine und Lagerstätten, Meere und Seen, Gletscher und Gebirge, die Atmosphäre sowie auch die Biosphäre – und wie diese miteinander wechselwirken.

Am GFZ forschen Wissenschaftler aus allen Disziplinen der Geowissenschaften: von der Erdvermessung über die Vulkanologie und Seismologie bis zum Geoingenieurwesen, im interdisziplinären Verbund mit den benachbarten Naturwissenschaften Physik, Mathematik und Chemie sowie den ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen Felsmechanik, Ingenieurhydrologie und Ingenieur-seismologie. Besonderes Fachwissen bietet das GFZ zudem mit der Entwicklung und Anwendung von Satelliten, Fernerkundungsmethoden, beim Erstellen von Schicht- und Schnittbildern der Erde, mit Forschungsbohrungen, um damit letztlich die Prozesse im System Erde modellhaft zu berechnen und sie abzubilden.

Das unregelmäßige Schwerefeld der Erde in stark überhöhter Darstellung ist unter dem Namen „Potsdamer Schwerekartoffel“ bekannt geworden. Grafik: GFZ



Der Aufbau des Tsunami-Frühwarnsystems für den Indischen Ozean erforderte wegen sehr kurzer Vorwarnzeiten einen innovativen Ansatz. Grafik: GFZ



### Nicht verhindern, aber besser sichern

Ziel ist es, die vielen ineinandergreifenden Kreisläufe und weitverzweigten Ursache-Wirkungs-Ketten der Erde zu verstehen. Dazu gehören auch Fragen nach dem Ausmaß des globalen Wandels und der Rolle des Menschen. Wie beeinflusst der Mensch mit seinem Wirken die natürlichen Prozesse? Womit verändert er seine Umwelt, und wie stark? Und wie kann die Menschheit nachhaltiger mit der Natur umgehen?

Da die Weltbevölkerung weiter wächst, wird unserer Planet durch ständig zunehmende Bedarfe immer intensiver beansprucht. Die von einer immer ausgeklügelteren Infrastruktur abhängigen Gesellschaften werden zunehmend anfälliger für Naturgefahren. Es gilt, länderübergreifend zu handeln, um den Lebensraum Erde bei stetig wachsender Nutzung nachhaltig zu bewirtschaften und Schäden vorzubeugen.

Hierzu trägt das GFZ mit seiner Arbeit bei: Geowissenschaften spielen in den nächsten Dekaden eine entscheidende Rolle als Leitwissenschaften für die globale Daseinsfürsorge. Dazu gehört das gesamte Instrumentarium der Geoforschung. Die Konzepte für ein nachhaltiges „Erdsystem-Management“ reichen von der Nutzung der Erdwärme über Klimaforschung bis zu eigenen Satellitenmissionen zur Erdbeobachtung. Geoforschung ist unerlässlicher Teil der Sicherung der menschlichen Existenz.

151

### Auf einen Blick

#### → Zahlreich

Das GFZ wurde 1992 gegründet. Es beschäftigt

- 1.177 Menschen,
- davon 458 Wissenschaftler
- und 198 Doktoranden,
- 146 Gastwissenschaftler,
- am Hauptsitz in Potsdam
- mit Außenstellen am Adolf-Schmidt-Observatorium für Geomagnetismus südlich von Potsdam,
- dem KTB-Tiefenlaboratorium in Windischeschenbach in der Nähe von Bayreuth
- und der Gruppe „Globales Geomonitoring und Schwerefeld“ in Weßling nahe München.

#### → Alarmiert

Am zweiten Weihnachtstag 2004 verloren eine Viertelmillion Menschen durch die Tsunami-katastrophe im Indischen Ozean ihr Leben. Deutschland und die internationale Staatengemeinschaft reagierten mit sofortiger Unterstützung. Im Rahmen ihrer Flutopferhilfe erteilte die Bundesregierung der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren unter Federführung des GFZ den Auftrag zur Entwicklung eines Tsunami-Frühwarnsystems für den Indischen Ozean. Von 2005 bis 2011 wurde mit GITEWS (German-Indonesian Tsunami Early Warning System) das Kernstück eines modernen Tsunami-Frühwarnsystems in Indonesien aufgebaut. Es wurde im Jahr 2010 durch eine Kommission internationaler Experten positiv evaluiert und im März 2011 voll funktionsfähig an Indonesien übergeben. Indonesien verfügt heute über eines der modernsten Tsunami-Frühwarnsysteme weltweit und hat deshalb die Rolle eines Regionalen Tsunami Service Provider (RTSP) für den Indischen Ozean übernommen.



Das Säulenforum mit Gesteinen von allen Kontinenten vor dem Hauptgebäude symbolisiert die weltweiten Aktivitäten des GFZ. Foto: GFZ

# FORSCHUNGSVIELFALT UNTER EINEM DACH

Karlsruher Institut für Technologie

152 Vielfalt an Themen, Leistungen und Möglichkeiten: Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) wurde am 1. Oktober 2009 als Zusammenschluss der Universität Karlsruhe (TH) und des Forschungszentrums Karlsruhe gegründet, welches bereits Teil der Helmholtz-Gemeinschaft war. Dieser Zusammenschluss verbindet die Traditionen einer renommierten technischen Universität und einer bedeutenden Großforschungseinrichtung. Das KIT liegt in vielen bundesweiten und internationalen Ranglisten in der Spitzengruppe deutscher Forschungseinrichtungen und Hochschulen.

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeit am KIT ist in 13 Helmholtz-Programme eingebettet. Deren Themen sind weit gefächert, von Supercomputing über Kernfusion und Nukleare Entsorgung bis hin zu Klima, Universum und erneuerbaren Energien.

## Forschung aufgefächert:

**Sprit aus Stroh:** In der bioliq®-Pilotanlage wird Restbiomasse wie Stroh oder Holzabfälle in umweltfreundliche und motorenverträgliche synthetische Kraftstoffe umgewandelt. Durch die Verknüpfung mit dezentralen Produktionsprozessen wird die Wertschöpfung im ländlichen Raum gestärkt, es gibt keine Konkurrenz zur Nahrungs- oder Futtermittelproduktion.

**Die Bewältigung gewaltiger Datenmengen:** Der Großrechner am GridKa, dem Grid Computing Centre Karlsruhe, ist mit mehreren Tausend Hauptprozessorkernen sowie Festplatten und Magnetbändern mit einer Gesamtkapazität von über 20 Petabyte einer von elf weltweiten Hauptknotenpunkten eines internationalen Computernetzwerks. Das GridKa hilft dabei, die Daten zu verarbeiten und auszuwerten, die der größte Teilchenbeschleuniger der Welt produziert, der Large Hadron Collider (LHC) am Europäischen Forschungszentrum CERN.

In KATRIN, der genauesten Waage der Welt, wird die Masse von Neutrinos untersucht. Foto: KIT





In der Pilotanlage bioliq® wird aus sieben Tonnen Stroh eine Tonne Kraftstoff erzeugt. Foto: KIT

Die Steuerung lebender Systeme: Im Programm Biointerfaces verfolgen Biologen, Chemiker, Physiker, IT-Spezialisten, Ingenieure und Mathematiker das gemeinsame Ziel, über Grenzflächen – die *interfaces* – Zellen zu beeinflussen, die kleinsten „lebenden“ Einheiten eines biologischen Systems. Das Projekt schlägt eine Brücke zwischen Grundlagenforschung und Entwicklung einerseits und anwendungsorientierten Technologien und Produkten andererseits.

Oder der Transport der Zukunft von Personen und Gütern: Die KIT-Wissenschaftler entwickeln bestehende Mobilitätssysteme weiter und erarbeiten neue. Ein weiteres Augenmerk liegt darauf, wie Mensch, Fahrzeug und Infrastruktur miteinander wechselwirken.

Und nicht zuletzt die Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen: Klima- und Umweltwandel, demografische, technische und wirtschaftliche Entwicklungen wirken sich auf die Verfügbarkeit und Qualität von Luft, Wasser und Nahrung aus. Die KIT-Forscher arbeiten an der Lösung von Umweltproblemen, aber auch zunehmend an technischen Anpassungen an veränderte Verhältnisse.

Bei alledem forschen Ingenieur- und Naturwissenschaften sowie Geistes- und Sozialwissenschaften eng zusammen. Dank dieser großen Interdisziplinarität erschließt das KIT Fragestellungen von den Grundlagen über die Anwendung und Entwicklung neuer Technologien bis zur Reflexion des Verhältnisses von Technik und Mensch.

## Auf einen Blick

### → Zahlreich

Das KIT beschäftigt

- rund 9.400 Mitarbeiter,
- davon über 6.000 in Wissenschaft und Lehre,
- wovon 24.500 Studierende profitieren.

Das KIT ist ein Motor für Innovation. Allein im Jahr 2013 meldete es

- 129 Erfindungen,
- 52 Patente
- und 25 Ausgründungen.

### → Ausgezeichnet

Spitzenforschung mit Geschichte: Am KIT und seinen Vorgängerinstituten haben sechs Nobelpreisträger gewirkt – mit Ausnahme des ersten, des Nobelpreises für Physik, wurden alle auf dem Gebiet der Chemie verliehen:

- 1909 Ferdinand Braun
- 1919 Fritz Haber
- 1939 Lavoslav Ružička
- 1943 Georg von Hevesy
- 1953 Hermann Staudinger
- 1987 Jean-Marie Lehn



Am Campus Nord des KIT stehen große Forschungs- und Versuchsanlagen wie KATRIN, bioliq oder ANKA. Foto: KIT

# DAS MOLEKÜL ALS LEBENSRETTETTER

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

154

Klassischerweise wurden Krankheiten nach ihrem klinischen Erscheinungsbild betrachtet. Der Schlüssel zu ihrem Verständnis liegt aber oft in molekularen Vorgängen. Deren Kenntnis ermöglicht auch, Zielstrukturen für Wirkstoffe zu identifizieren, um Krankheiten zu bekämpfen. Das Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch widmet sich solchen Prozessen, und es baut dabei auf einer mehr als 80-jährigen Tradition auf. Grundlagen der Molekularbiologie und Genetik wurden in Berlin-Buch in den 1930er Jahren am Kaiser-Wilhelm-Institut für Hirnforschung gelegt. Nach dem Krieg entstand daraus eine wichtige Forschungsstätte der DDR, die Grundlagenforschung mit patientennaher klinischer Arbeit verband. Aus den vorhandenen Instituten entstand 1992 das MDC.

Das MDC nutzt Ansätze der Grundlagenforschung, um Krankheiten zu verstehen. Dazu integriert es verschiedene Ansätze: die Arbeit mit Modellorganismen, systemische Betrachtungsweisen, quantitative Methoden und Computational Biology, um nur einige zu nennen. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen möglichst rasch in die Anwendung überführt werden – in neue diagnostische Verfahren, Therapien und die Prävention von Krankheiten. In den vergangenen zwei Jahrzehnten hat sich das MDC zu einem international anerkannten Institut entwickelt. Der US-Medienkonzern Thomson Reuters führt das MDC als einziges deutsches Institut auf seiner Rangliste der 20 weltweit besten Institute der Molekularbiologie und Genetik.

Das MDC integriert verschiedene Ansätze, um molekulare Mechanismen von Gesundheit und Krankheit aufzuklären. Das Bild zeigt, wie Signalübertragungen im Nervensystem mittels Elektrophysiologie gemessen werden. Foto: MDC





Die Arbeitsgruppe „Proteom Dynamik“ um Matthias Selbach befasst sich mit Proteinen.



Links im Bild die Vorbereitung für eine Zellkultur, rechts die Messung von Proteinen per Massenspektrometrie. Fotos: MDC

Wie rasch Grundlagenforschung anwendungsrelevant werden kann, zeigt das Beispiel des Gens *MACC1*, das eine Gruppe von Wissenschaftlern des MDC gemeinsam mit Kollegen in Gewebeproben von Patienten mit Dickdarmkrebs entdeckte. Es fördert das Krebswachstum und die Metastasierung. Patienten mit Dickdarmkrebs haben eine günstigere Lebenserwartung, wenn die Aktivität dieses Gens niedrig ist, als Dickdarmkrebspatienten mit hohen *MACC1*-Werten. Inzwischen hat MDC-Forscherin Ulrike Stein gemeinsam mit Kollegen einen Bluttest entwickelt, der auf dem *MACC1*-Gen basiert. Jetzt besteht die Hoffnung, dass Patienten im frühen Stadium, aber mit erhöhtem Rückfallrisiko, die gegenwärtig keine Chemotherapie erhalten würden, diese bekommen, um ihre Heilungschancen zu steigern. Es hat sich sogar gezeigt, dass das *MACC1*-Gen nicht nur für die Metastasenbildung bei Darmkrebs ein wichtiger Biomarker ist, sondern auch für viele weitere Tumorarten.

### Großartige Kooperation

Von Beginn an arbeitet das MDC mit der Charité – Universitätsmedizin Berlin zusammen; zunächst auf Projektbasis, seit 2007 im gemeinsamen Experimental and Clinical Research Center (ECRC) und seit 2013 im neu gegründeten Berliner Institut für Gesundheitsforschung/Berlin Institute of Health (BIH). Das BIH soll Charité und MDC in einer Körperschaft des öffentlichen Rechts unter einem Dach vereinen, um einen gemeinsamen Forschungsraum für Translation und Systemmedizin zu schaffen, und stellt damit eine neue Qualität der Kooperation dar. Forschungspolitisch ist das BIH als Institutionalisierung der Zusammenarbeit einer Universitätsklinik und eines Helmholtz-Zentrums bundesweit stark beachtet.

155

### Auf einen Blick

#### → Zahlreich

Am MDC arbeiten rund

- 1.600 Menschen einschließlich Gastwissenschaftlern
- in 58 unabhängigen Forschergruppen
- an den vier Forschungsschwerpunkten Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Funktionsstörungen des Nervensystems, Krebs, Systembiologie
- sowie in 13 Technologie-Plattformen.

#### → Gebildet

Das MDC schreibt Bildung groß – für alle Altersgruppen. Das „Gläserne Labor“ bietet Kinderkurse in Lebenswissenschaften für alle Unterrichtsstufen, vom Kindergarten bis zum Abiturjahrgang. Die zugehörigen Lehrkräfte können sich im Programm „Labor trifft Lehrer“ fortbilden. Für Fachexperten gibt es Doktorandenprogramme, Fortbildungen für Postdoktoranden und Ausbildungsprogramme für Kliniker, die sich Forschungsgruppen am MDC anschließen möchten, mit dem Ziel, dass aus dem MDC gut ausgebildete, verantwortungsbewusste Forscher hervorgehen.



MDC-Standort Berlin-Buch. Foto: Campus Buch

# DIE SONNE AUF DIE ERDE HOLEN

Max-Planck-Institut für Plasmaphysik

156 „Wo wir uns der Sonne freuen, sind wir jede Sorge los“, dichtete Johann Wolfgang von Goethe. Am Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) in Greifswald blickt man auch zur Sonne – der strahlende Stern ist das Vorbild der dort tätigen Wissenschaftler. Sie wollen das Prinzip Sonne nachahmen.

Die Sonne und alle strahlenden Sterne geben Energie ab, und zwar durch Kernfusion. Dabei verschmelzen Atomkerne zu einem neuen Kern. Das erfordert sehr hohe Temperaturen: Im Inneren der Sonne herrschen 15 Millionen Grad Celsius. Physiker kennen und verstehen den Prozess der Kernfusion seit vielen Jahren und wollen ihn nutzen, um die Menschen mit Energie zu versorgen. Erstmals selbstständig brennen soll ein Sonnenfeuer im internationalen Fusionsstreaktor ITER, der zurzeit in Frankreich aufgebaut wird. Ein Fusionskraftwerk könnte manche Probleme der

Energieversorgung lösen: Die Rohstoffe für die Fusion sind in nahezu unerschöpflichen Mengen vorhanden – anders als fossile Brennstoffe, die endlich sind. Außerdem wird ein Fusionskraftwerk keine klimaschädigenden Gase erzeugen und ist sicherer als ein Atomkraftwerk.

Ganz generell soll ein Brennstoffgemisch aus Deuterium und Tritium – schweren Formen des Wasserstoffs – auf über 100 Millionen Grad Celsius erhitzt werden. Damit das heiße, extrem dünne Gas, das sogenannte Plasma, beim Kontakt mit den Wänden des Gefäßes nicht sofort wieder abkühlt, sperren Magnetfelder den Brennstoff wie in einen Käfig ein. So kann das Plasma die Wände nicht berühren.

Das Plasmagefäß der Fusionsanlage ASDEX Upgrade. Foto: IPP/V. Rohde





Ein Blick in das 100 Millionen Grad heiße Plasma von ASDEX Upgrade. Foto: IPP



Die Fusionsanlage Wendelstein 7-X während der Montage. Foto: IPP/W. Filser

### Zwei Wege, eine Lösung

Die zwei führenden Konzepte für diesen magnetischen Einschluss tragen die klingenden Namen Tokamak und Stellarator. Auf den ersten Blick ähneln sich die Konzepte – beide sehen für den Laien wie ein großer Donut aus, auf den Magnetspulen aufgezogen sind. Sie unterscheiden sich jedoch darin, wie das Magnetfeld aufgebaut wird. Allerdings lässt sich nicht auf theoretischem Wege entscheiden, welche Lösung besser ist. Das zeigt sich erst im Versuch.

Das IPP ist das einzige Fusionszentrum weltweit, das mit beiden Typen experimentiert. In Garching steht der neun Meter hohe Tokamak ASDEX Upgrade, in Greifswald wurde 2014 nach aufwendigem, jahrelangem Bau die Hauptmontage des Stellarators Wendelstein 7-X abgeschlossen – der bisher

weltweit größten Versuchsanlage vom Typ Stellarator. Der Forschungsbetrieb startet 2015.

157

Etwa ab Mitte dieses Jahrhunderts – hoffen die Forscher – könnte die Kernfusion nachhaltig zu unserer Energieversorgung beitragen. Dann ist die Menschheit vielleicht nicht jede Sorge los, wie Goethe sich das ausmalte, aber einer umwelt- und ressourcenschonenden Zukunft ein ganzes Stück näher.

### Auf einen Blick

#### → Zahlreich

Das IPP ist dem Europäischen Fusionsprogramm und der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren assoziiert. Mit

- 1.100 Mitarbeitern,
  - darunter 400 Wissenschaftler und zahlreiche Gäste,
  - sowie den zwei Standorten in Garching und Greifswald
- ist es eines der größten Zentren für Fusionsforschung in Europa.

#### → Sportlich

Wer viel denkt, braucht sportlichen Ausgleich. Den SV Plasmaphysik e. V. haben IPP-Mitarbeiter gegründet. Ein Höhepunkt war die Organisation der 8. Atomiade 1994 – des Sportfestes der Vereinigung der Sportgemeinschaften Europäischer Forschungseinrichtungen (ASCERI).

#### → Musikalisch

Das Garchinger Sinfonieorchester am Max-Planck-Institut für Plasmaphysik vereint musizierfreudige Studenten und Mitarbeiter der Garchinger Forschungsinstitute sowie Mitspieler aus dem Umland. Es präsentiert jährlich zwei Konzertprogramme.

IPP/Montage: R. Munzert





**Herausgeber**

Jürgen Mlynek,  
Angela Bittner

Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft  
Deutscher Forschungszentren e.V.

Sitz der Helmholtz-Gemeinschaft  
Ahrstraße 45, 53175 Bonn  
Telefon 0228 30818-0, Telefax 0228 30818-30  
E-Mail [info@helmholtz.de](mailto:info@helmholtz.de), [www.helmholtz.de](http://www.helmholtz.de)

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

V.i.S.d.P.  
Jan-Martin Wiarda

Texte  
Cornelia Reichert et al./Wortboten,  
Carsten Kolbe-Weber/Dr. Kolbe Kommunikation,  
Kilian Kirchgeßner, Angela Bittner

Gestaltung  
Michaela Gleinser, Kommunikationsdesign,  
Heidelberg

Druckerei  
Gotteswinter/Aumeier, München

Druck  
2.000 Exemplare  
Stand: April 2015

ISBN 978-3-00-049157-3

Bildnachweis: Die Bildquellen sind in den meisten Fällen an den Bildern direkt zu finden. Trotz sorgfältiger Recherchen gelang es den Herausgebern nicht in jedem Fall, die Rechteinhaber aller Abbildungen zweifelsfrei zu ermitteln. Zur Klärung begründeter Ansprüche bitten wir, sich mit der Geschäftsstelle der Helmholtz-Gemeinschaft in Verbindung zu setzen.

Weitere Bildquellen:

Buchumschlag: Vorderseite v.l.n.r., obere Reihe: DLR; UFZ/A. Künzelmann; ESA-S. Corvaja; HZB; UFZ/A. Künzelmann; Vorderseite, untere Reihe: GFZ/Grafik; HZDR/F. Bierstedt; HZI/M. Rohde; DESY/Milde Science Comm./Exozet; DLR; Rückseite v.l.n.r., obere Reihe: HMGU; Forschungszentrum Jülich; DKFZ; GEOMAR; AWI/I. Arndt; Rückseite, untere Reihe: Volker Steger; KIT, HZG; Human Brain Projekt/Amunts, Zilles, Axer et. al./Forschungszentrum Jülich; KIT.  
S. 3 Helmholtz-Gemeinschaft/D. Meckel  
S. 30 NRW-CDU/Sondermann  
S. 31 Repro Physikalische Blätter 52 (1996) Nr. 1, S. 8 (Urheber unbekannt)  
S. 33 Deutscher Bundestag/Stella von Saldern  
S. 35 MDC/Helmholtz-Gemeinschaft  
S. 41 Laurence Chaperon  
S. 51, 55, 59, 62 Herlinde Koelbl  
S. 52 Jacobs University  
S. 56 Copyright World Health Summit/S. Kugler  
S. 60 Helmholtz-Gemeinschaft  
S. 64 Helmholtz-Gemeinschaft/M. Urban.

Hinweis: Frauen und Männer sollen sich von dieser Publikation gleichermaßen angesprochen fühlen. Allein zur besseren Lesbarkeit werden häufig geschlechterspezifische Formulierungen auf die maskuline Form beschränkt.





